© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Über die Schwinger (Halteren) der Dipteren.

Von

Ernst Weinland

aus Hohen-Wittlingen (Württemberg).

(Aus dem zoologischen Institut der Universität in Berlin.)

Mit Tafel VII—XI und 2 Holzschnitten.

I. Einleitung.

Wenn wir die Schwinger der Dipteren mit Rücksicht auf ihre Entwicklung betrachten, so dürfen wir, seitdem Weismann (Litteraturverz. 35—37) u. A. die Imaginalscheiben, aus welchen die Schwinger hervorgehen, beschrieben und ihre Gleichwerthigkeit mit den Flügelanlagen nachgewiesen hat, nicht mehr daran zweifeln, dass dieselben als umgestaltete Hinterflügel aufzufassen sind. Es bleibt aber noch die Frage offen, ob diese Umgestaltung nur als eine Rückbildung zu betrachten sei, bei welcher an die Stelle der früheren Thätigkeit gar keine mehr tritt, oder ob der Hinterflügel auch in der veränderten Gestalt eines Schwingers eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen hat, ob also der Schwinger nicht vielmehr als vortheilbringende Umbildung des Hinterflügels anzusehen sei. In diesem Punkte gehen die Ansichten weit aus einander, wie wir an der hier folgenden Inhaltszusammenstellung der wichtigeren mir zu Gesicht gekommenen Arbeiten sehen können.

Der Erste, der die Schwinger der Fliegen bespricht, ist Derham (4) in seiner physischen Theologie aus den Jahren 1711—1712. Nach ihm finden sich bei allen zweiflügeligen Insekten unter dem hinteren Theil des Flügels Gewichte, die als Hilfsflügel aufzufassen sind, an den Körper angehängt; dieselben haben meist die Gestalt kleiner Flügelchen, sitzen am Ende eines kurzen Stieles und sind willkürlich nach allen Seiten beweglich; bald sind sie unbedeckt, bald, wie bei den Fleischfliegen, durch eine zarte Hülle, unter der sie sich bewegen, bedeckt; schneidet man eines dieser Gewichte ab, so kommt das Thier aus dem Gleichgewicht und kann nicht lange fliegen, ohne zu Boden zu fallen; schneidet

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

man die beiden Gewichte ab, so fliegt die Fliege schief und saumselig, und es ist deutlich zu sehen, dass ihr etwas Wesentliches fehlt. Die Gewichte dienen dazu den Körper während des Fluges im Gleichgewicht zu halten und am Schwanken zu verhindern; die Fliegen gebrauchen sie wie die Seiltänzer ihre langen, an den Enden mit Blei beschwerten Balancierstangen.

Im Jahre 1764 folgte die bekannte Arbeit von v. Gleichen (7) über die Stubenfliege. Er unterscheidet am Schwinger den mit Haaren besetzten Fuß, der nahe am Leibe am dicksten, unbiegsam und oben mit vielen Nerven umwickelt ist; den Stiel, der bei den Schnaken länger ist als bei den Stuben- und Fleischfliegen, und endlich den Kopf, der aus bloßer Haut zu bestehen scheint, von einer Einfassung aus einer etwas festeren Materie umgeben ist und dadurch in zwei gleich große Halbkugeln getheilt wird; der Kopf ist während des Lebens mit Luft gefüllt und schrumpft bei der todten Fliege zusammen. Verlust der Schwinger hat zur Folge: 1) Verringerung des Fluggeräusches, 2) Flugunfähigkeit; operirte Fliegen lebten noch bis zu 24 Stunden. — Die Funktion des Schwingers ist eine doppelte: 1) erzeugt er dadurch, dass er als Hammer an die Schallbläschen (Schüppchen) anschlägt, das Geräusch, welches man beim Fliegen hört, 2) erhält er der Fliege im währenden Fluge das Gleichgewicht.

Im Jahre 1802 veröffentlichte Schelver (33) Beobachtungen, die er an Musciden und Tipuliden angestellt hatte; aus denselben leitete er Verschiedenes ab, und zwar ist seine Ansicht bei den Musciden die folgende: der sich sehr schnell bewegende Schwinger und die Schüppchen, deren oberes sich bewegt, während das untere feststeht, sind zum Fliegen unentbehrlich; fehlt nur ein Schwinger, so fliegt das Thier in kleinen Sätzen, das Gleichgewicht bleibt also erhalten und die Schwinger dürfen nicht mit Balancierstäben verglichen werden; die Schwinger tragen zum Gesumme nichts bei, die Schüppchen dagegen sind dazu nothwendig, wie auch zum Fliegen. Das Gesumme entsteht vielleicht dadurch, dass das obere Schüppchen an das untere anschlägt (wie bei einer Trommel), oder (wahrscheinlicher) dadurch, dass aus einer bei den Schüppchen liegenden Öffnung die Luft durch die in bestimmter Art gegen einander bewegten Schüppchen hervorgepresst wird. Wie das Schüppchen zum Fliegen unentbehrlich sei, scheint Schelver schwer erklärlich. Bei den Tipuliden besteht das kolbige Ende des Schwingers aus Blättchen, welche sich öffnen und schließen; der Schwinger ist bei ihnen nicht nur zum Fliegen, sondern auch damit das Thier den Körper auf den Beinen tragen könne (beim Sitzen und Gehen) unentbehrlich. Die Schwinger sind vielleicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Luftbehälter. Bei Tipula findet sich kein Schüppchen, aber dafür an der Flügelwurzel ein Anhang.

In den Jahren 1821—1822 erschienen von Latreille (19) einige Untersuchungen über die Schwinger. Er ist der Ansicht, dass die Schwinger beim Fluge zwar als Balancierstangen gebraucht werden, dass sie aber auch sonst verwendet werden; den Hinterflügeln der anderen Insekten entsprechen sie nach ihm nicht, denselben sollen vielmehr die Schüppchen gleichwerthig sein, während die Schwinger als Abdominalanhänge aufzufassen seien. Der Schwinger ist nach Latreille anzusehen als eine leicht bewegliche Blase, die einem Stigma sehr nahe liegt; dieselbe kann in Folge dessen mehr oder weniger Luft aufnehmen und als Luftbehälter dienen.

Kurz nach Latreille im Jahre 1823 spricht Chabrier (2) die Ansicht aus, der Schwinger sei der eine Theil eines rudimentären Hinterflügels, dessen anderer Theil sich zum Schüppchen entwickelt habe. Die Bewegung des Schwingers ist nach ihm von der des Flügels bis zu einem gewissen Grade unabhängig. Der mit Muskeln versehene Schwinger dient vielleicht zur Erleichterung der Respiration im Thorax, vielleicht auch zur Erzeugung einer recht beträchtlichen Centrifugalkraft.

Im Jahre 1828 schrieb Robineau-Desvoidy (32) Einiges über die Thätigkeit der Schwinger. Er erfuhr nämlich durch die Kinder in den Dörfern der Dauphiné, dass eine Fliege ohne Schwinger nicht mehr fliegen kann, und seine in Folge dessen angestellten Versuche bestätigten ihm das Gehörte. Die Arbeiten früherer Beobachter waren ihm offenbar unbekannt. Er erzählt, dass die operirten Thiere bei Flugversuchen häufig auf den Rücken fallen, und dass sie mit den Hinterbeinen an der Stelle, wo die Schwinger hingehören, herumtasten. Thiere, denen nur ein Schwinger fehlt, fliegen schlecht, und man merkt leicht, dass sie das Mittel zur Erhaltung des Gleichgewichts verloren haben. Entfernung des Schüppchens, auch Durchbohrung des Hinterleibes hindert das Fliegen nicht. Das Gesumme beim Fliegen bleibt nach der Operation bestehen, doch wird das Thier furchtsam und wagt sich nicht mehr in die Luft.

Im Jahre 1843 machte Goureau (9) Versuche über die Schwinger bei verschiedenen Fliegenarten, besonders bei Musciden, Syrphiden, Tabaniden, Leptiden, Stratiomyden. Er findet (bei einer frisch getödteten Leptis), dass Bewegung des Flügels von oben nach unten eine gleichartige Bewegung des Schwingers hervorruft, doch besteht außer dieser, der Flügelbewegung entsprechenden, auch eine selbständige, vom Flügel unabhängige Bewegung des Schwingers. Das Köpfchen ist auch nach ihm mit Luft gefüllt und schrumpft gleich nach

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dem Tode zusammen; fehlt ein Schwinger, so wird der Flug schlecht, und das Thier lebt höchstens noch 24 Stunden (in einer Schachtel aufbewahrt!), fehlen beide Schwinger, so hört das Fliegen ganz auf, die Thiere fallen beim Versuch zu fliegen auf den Rücken, lassen sich greifen und fliehen nicht; manchmal drehen sie sich beim Fallen um sich selbst, sie sterben nach 7—8 Stunden. Wird das Endkölbchen zerquetscht, so fällt das Thier meistens (Eristalis, Musca). Goureau meint, der Tod sei eine Folge der Verletzung der Trachee, welche in den Schwinger führt und als Lunge thätig ist. Versuche mit Exemplaren von Bombus etc., bei welchen die Hinterflügel abgeschnitten wurden, ergaben das Nämliche, wie die bei den Schwingern der Fliege angestellten, und Goureau glaubt desshalb trotz Latreille in den Schwingern die Hinterflügel der Dipteren wiederfinden zu müssen.

In den Jahren 1856—1857 arbeitete Braxton Hicks (13 und 14) über die Schwinger, und er war der Erste, der ein Sinnesorgan an der Basis derselben beschreibt. Er untersuchte Tipula, Rhingia, Tabanus, Musciden, Hippobosca etc. Das Sinnesorgan, dessen Chitintheile allein er untersuchte, und dessen Zusammenhang mit dem vom Thoraxganglion zum Schwinger führenden starken Nervenstrang zweifelhaft blieb, besteht nach ihm aus drei großen Platten, welche in Reihen gestellte Bläschen enthalten. Zwei dieser Platten auf beiden Seiten des Schwingers liegend, sind gleichartige, die Bläschen sind bei denselben in Querreihen, bei Tipula in der Quincunx angeordnet, in den Zwischenreihen stehen Härchen, welche paarweise je ein Bläschen überdecken. Die dritte Platte, in der die Reihen parallel zur Schwingerachse laufen, findet sich nur auf einer Seite, bei ihr sind die Bläschen mehr von einander abgesondert und nur mit je einem Haar bedeckt. Außer diesen Platten beschreibt Hicks noch eine Anzahl mehr isolirter Bläschen bei einigen Arten. Nach seiner, von Purkiss stammenden Ansicht, ist das Organ ein Geruchsorgan. Außerdem bemerkt Hick's noch, dass das Organ bei den verschiedenen Fliegengattungen verschieden ist und weist ähnliche Bildungen an den Vorderflügeln der Dipteren und an den Flügeln anderer Insekten nach.

Im Jahre 1858 tritt Loew (25) Hicks entgegen; er meint, der Geruchssinn der Insekten sei wohl an die Antennen gebunden; der von Hicks angeführte, vom Thoraxganglion kommende Nerv führe wohl zu den den Schwinger bewegenden Muskeln. Dann kommt Loew zur Aufgabe der Schwinger und ist der Ansicht, dass die Schwinger, um für flugregelnde oder das Gleichgewicht erhaltende Organe zu gelten, ihrer Masse nach zu gering seien, besonders sei dies bei den besseren Fliegern, z. B. Merodon, Volucella etc. der Fall. Jedenfalls aber könne

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eine solche Thätigkeit nicht die einzige Aufgabe der Schwinger sein, vielleicht stehen dieselben in einem Verhältnis zum Athmungsvorgang, etwa indem sie bei energischem Athmen das Eindringen fremder Körperchen in die Luftlöcher verhüten.

Im Jahre 1860 veröffentlichte Leydig (22), veranlasst durch die Hicks'sche Arbeit, Untersuchungen über die Sinnesorgane an der Basis der Schwinger bei Eristalis, Caliphora, Skatophaga, Musca. Er erwähnt ebenfalls drei auffallend geartete Platten, welche aus Querreihen von Bläschen mit dazwischen geschobenen Härchen bestehen, und findet, freilich nicht im Zusammenhang mit diesen Platten, Hörstifte von zweierlei Form, die mit Ganglienzellen in Zusammenhang stehen, diese betrachtet er nun als die Nervenendigungen, welche zu den Bläschen gehören. Die Chitingebilde untersuchte er nicht näher, hält sie aber für nach außen geschlossene, nach innen offene Bläschen. Er hält in Folge des Vorhandenseins der Hörstifte das Organ für ein Sinnesorgan zum Hören.

Im Jahre 1862 machte Girard (6) einige Bemerkungen über die Fliegen und die Schwinger. Die lang ausgebreiteten Beine der Tipuliden dienen nach ihm zur Erhaltung des Gleichgewichtes beim Fliegen; doch sind auch die Schwinger beim Fliegen von Bedeutung. Entfernung des Schüppchens hindert das Fliegen nicht. Der frühe Tod der Goureau-schen Versuchsthiere ist eine Folge des Ausreißens der Schwinger.

Bei einer Arbeit über die Ton- und Stimmapparate der Insekten kommt Landois (18) im Jahre 1867 auch auf die Schwinger zu sprechen. Er weiß, dass der Schwinger am Metathorax eingelenkt ist, eben so, dass die Fliegen ohne Schwinger nicht mehr ordentlich fliegen, und schließt daraus, dass die Schwinger Flügel sind. Den wesentlichen Zweck des Schwingers findet er aber darin, dass er durch seine Bewegung den Brummring des Stigmenapparates bewegt, mit welchem er durch einen Hebel (der bei Eristalis abgebildet wird) verbunden ist; auf diese Weise beeinflusst der Schwinger somit die Stimmerzeugung der Fliege bedeutend; dass er sie allein hervorbringt, kann Landois nicht behaupten, weil die Stimme bei fehlendem Schwinger nach ihm zwar schwächer wird, aber nicht aufhört. Erst in zweiter Linie wirken die Schwinger durch die Bewegung der Brummringe auf die Athmung und die Flugfähigkeit. — Im Köpfchen finden sich viele Respirationszellen, zu welchen eine Trachee führt. Die Bläschenquerreihen an der Basis hält Landois für eine »sonderbare chitinöse Spiralfeder, die ringsum mit kleinen Tüpfelzeichnungen geziert ist. Vielleicht trägt diese Spiralfeder zur leichteren und schnelleren Vibration des Schwingkölbchens viel bei, da die Bewegung dieses Organs so rapide ist, dass man vom Stiel nichts mehr sehen kann«.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lowne's[1] Arbeit vom Jahre 1870 über Caliphora war mir nicht zugänglich; er erklärt das Sinnesorgan an der Basis des Schwingers für ein Gehörorgan.

Künkel (17) giebt im Jahre 1875 eine kurze Zusammenstellung der bisherigen Ergebnisse und beschreibt dann Schüppchen und Schwinger bei Volucella, ohne aber auf die feinere Anatomie, besonders die der Sinnesorgane, welchen er gar keinen Werth beilegt, näher einzugehen. Die Versuche der früheren Beobachter bestätigt er. Die Schüppchen gehören nach ihm zum Flügel, ihr äußerer Rand ist mit platten gezackten Haaren besetzt. Der Schwinger, dessen Stiel gekrümmt ist, entspricht den Hinterflügeln der Insekten und ist mit dem Metathorax gelenkig verbunden.

Im Jahre 1878 erschien eine ausführliche Abhandlung über die Funktion der Schwinger von Jousset de Bellesme (16). Er machte seine Versuche besonders, doch nicht nur an Volucella-Arten, und kommt nach einer Reihe von Experimenten besonders zu folgenden Resultaten: Die Zahl der Schwingungen, und in Folge dessen die bewegende Kraft des Flügels, nimmt bei vollständiger Entfernung der Schwinger etwas ab. Die Flugfähigkeit geht dabei aber nicht verloren, nur bestimmte Arten des Fliegens sind aufgehoben; nämlich das Fliegen in die Höhe, und zwar vollständig, das horizontale Fliegen fast vollständig, das Abwärtsfliegen aber gar nicht; außerdem geht auch die Fähigkeit des Steuerns verloren. Sind die Schwinger auf beiden Seiten nicht gleichmäßig abgeschnitten, so kommt noch Drehung der Fliegen um sich selbst zu den schon erwähnten Folgen.

Die Thätigkeit des Schwingers besteht nach Jousset darin, dass derselbe mit seinem Köpfchen dem Flügel, wenn dieser in seiner Bewegung nach hinten kommt, entgegen schlägt, so dass der Flügel also, je nachdem die Bewegung des Schwingers eine größere oder kleinere ist, in der Ausdehnung seiner Bahn nach hinten mehr oder weniger beschränkt wird. Während nun der Flügel nach vorn immer gleich weit sich bewegt, wird er sich demnach nach hinten verschieden weit bewegen, dadurch ist aber die Unterstützungsachse des Körpers bald mehr nach vorn, bald mehr nach hinten geschoben, und wird desshalb bald vor, bald über, bald hinter den unveränderlichen Schwerpunkt des Thieres zu liegen kommen, oder vielmehr, da Schwerpunkt und Unterstützungspunkt immer senkrecht über einander liegen müssen, die Körperstellung verändern und bald Hochflug, bald Horizontalflug, bald Abwärtsflug bewirken.

[1] Der Titel des Werkes ist: Anat. and Physiol. of Blowfly. London 1870.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Im Jahre 1882 bespricht Graber (12) in seiner Arbeit über die chordotonalen Sinnesorgane der Insekten auch die »poriferen Vorkommnisse der Halteren«. Er unterscheidet die beiderseitig vorhandenen länglichen und etwas höher am Stiel liegenden skapalen Platten mit länglicher Öffnung der Papillen von der nur auf einer Seite und tiefer am Grunde auftretenden basalen Platte mit geschlossenen Papillen. Die Längs- und Querrichtung der Reihen, in welchen die Papillen bei den höheren Formen angeordnet sind, bringt er mit ihrer höheren oder tieferen Lage am Schwinger in ursächlichen Zusammenhang. Er findet, was schon Hicks sah, dass bei Tipula von einer reihenweisen Anordnung der Papillen noch keine Rede ist, und sieht in der Reihenbildung eine stufenweise Vervollkommnung.

In jeder Papille endigt nun, nach Graber's Annahme, ein Hörstift, und entsprechend der Verschiedenheit der Papillen ist derselbe bei den skapalen Papillen anders als bei den basalen Papillen. Graber weist dabei auf die Leydig'sche Angabe von zweierlei Stiften hin. In natürlicher Lage den Hörstift im Zusammenhang mit der Papille zu sehen, konnte ihm nicht gelingen.

Des Weiteren zieht Graber einen Vergleich zwischen der Lamina reticularis des Corti'schen Organs und den bei den Syrphiden, Musciden etc. zu Reihen zusammengewachsenen Papillen der skapalen Platte, deren Höhlungen dadurch wie in einen Rahmen eingefügt erscheinen. Bei den nicht verwachsenen Papillen der Tipuliden erkennt Graber diesen Rahmen wieder in einem Theile der Papille.

Über die Thätigkeit des Schwingers sagt Graber nichts; das Sinnesorgan dient nach seiner Ansicht, wie nach der Leydig's, dem Hören, und eine Papillenplatte im Ganzen verhält sich zu dem Trommelfell der Acridier (10) wie das zusammengesetzte zum einfachen Auge.

Im Jahre 1885 untersuchte Lee (20) den Bau des Schwingers bei Caliphora vomitoria und berücksichtigte dabei besonders die Sinnesorgane am Grunde desselben. Er findet, dass die poriferen Platten nichts mit den chordotonalen Hörstiften zu thun haben. Diese bilden einen Nervenendapparat für sich, welchem an der Oberfläche keine Veränderung des Chitins entspricht. Die basalen Papillen sind oben mit einer nach innen trichterförmigen Öffnung versehen, welche bald rund, bald spaltförmig ist. Am Grunde dieses Trichters liegt ein durchbohrtes Kissen, zu dem der von einer bipolaren Ganglienzelle kommende Nerv sehr verdünnt zuführt. Bei etwas seitlicher Ansicht sieht man an günstigen Objekten von dem Kissen ein sehr feines, oft gekrümmtes Haar ausgehen, das oft auch über den Trichter hervorragt und sich mit Karmin nicht färbt; in dieses geht wahrscheinlich der sehr dünne Nerv

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

über, ohne mit dem Kissen in Verbindung zu treten. Ein Achsenfaden ist im Haar in Folge seiner großen Feinheit nicht wahrzunehmen, und dasselbe ist wohl als cuticulare Bildung aufzufassen. — Die skapalen Papillen sind nach Lee noch viel komplicirter, dadurch, dass die eigentlichen Papillen durch dicke Chitinbildungen überwölbt werden und bei der Ansicht von oben ganz unsichtbar bleiben. Der Bau der verdeckten Papillen selbst ist eben so wie der der basalen Papillen.

Da Lee die Ergebnisse der Versuche, die mit Schwingern angestellt wurden, unbekannt sind, will er auf die Funktion der beschriebenen Organe nicht eingehen, meint aber sie könnten »aëroskopische Organe« sein, und vielleicht dem »chemischen Sinn«, also wohl dem Geruch dienen.

Das Innere das Köpfchens ist nach Lee durch eine Scheidewand, welche von langgestreckten, in der Mitte verwachsenen Hypodermiszellen gebildet wird, in zwei ungleich große Kammern getheilt; die große Kammer enthält große vielkernige Zellen, die kleine Kammer kleine, einkernige Zellen, doch finden sich zwischen den beiden Zellarten Übergänge. Diese Zellen stehen mit der durch den Stiel zum Köpfchen führenden Trachee direkt im Zusammenhang, und sind als Tracheen-Endzellen aufzufassen.

Bei der Verschiedenheit der Ergebnisse, zu welchen besonders die beiden letzten Forscher über den Bau und die Funktion des Sinnesorgans gelangt sind, und in Anbetracht der geringen Würdigung, welche von beiden die Versuche über die Thätigkeit der Schwinger erfahren haben, schien es mir unter Zustimmung von Herrn Professor F. E. Schulze, in dessen zoologischem Institute ich die Untersuchung ausführte, eine interessante Aufgabe, die Schwinger der Dipteren einer neuen Bearbeitung zu unterziehen.

II. Verzeichnis der untersuchten Arten und der dabei zur Anwendung gekommenen Methoden.

Die bei der Untersuchung verwendeten Arten, bei deren Auswahl ich darauf bedacht war, Vertreter der verschiedenen größeren Gruppen zu erhalten, sind:

Tipula ochreacea Mg., T. oleracea L., T. lateralis Mg., T. vernalis Mg., T. paludosa Mg.?, Pachyrhina pratensis L., Rhyphus fenestralis Scop., Culex pipiens L., Bibio Marci L., Leptis scolopacea L., Leptis vitripennis Mg., Tabanus bovinus L., T. tergestinus Egger, Laphria gilva L., Asilus germanicus L., A. pallipes Mg., Dioctria rufipes Deg., Empis tesselata Fab. var. livida Fab., E. argyreata Egg., Chrysotoxum vernale Loew, Syrphus Ribesii L., Eristalis tenax L. (= campestris Mg.),

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Sarcophaga carnaria L., Caliphora erythrocephala Mg., Musca domestica L., Leria serrata L., Hippobosca equina L., Anapera pallida Mg.

Diese Arten sind zum größten Theil um Berlin und in meiner Heimat, der schwäbischen Alb, gefangen. Die Methoden, deren ich mich bei der Untersuchung bediente, sind in der Hauptsache die folgenden:

1) Zum Zweck der Beobachtung der Befestigung und Bewegung des Schwingers am Thorax spießte ich den von Kopf, Flügeln und Hinterleib getrennten Thorax an einer dünnen Nadel, meist in der Richtung seiner Längsachse auf, die Spitze der Nadel wurde in einem Wachsklümpchen auf dem Objekttisch des Mikroskopes befestigt, dadurch war es möglich einerseits durch Drehung und Verschiebung der Nadel dem Schwinger und Thorax zusammen jede Lage zu geben, andererseits durch die Hand einer zweiten Person, den Schwinger mit Hilfe einer feinen Nadel, oder besser eines zarten Pinsels unter dem Mikroskop, an dem feststehenden Thorax hin und her zu bewegen. Bei ganz frisch getödteten Exemplaren kommt die Bewegung des Schwingers manchmal von selbst vor. Damit das Objekt nicht vertrockne, wurde ein Tropfen physiologischer Kochsalzlösung an die Abtrennungsstelle des Kopfes vom Thorax gebracht. Die Beleuchtung wurde durch eine Beleuchtungslinse für undurchsichtige Gegenstände bewerkstelligt.

2) Zum Zweck der Gewinnung der Chitintheile des Schwingers ohne alle Gewebe wurden die Schwinger mehrere Tage in etwa 10%iger Kalilauge macerirt, dann ausgewaschen. Zur Erreichung größerer Deutlichkeit wurden sie meistens mit Eosin gefärbt und dann erst in Kanadabalsam eingeschlossen.

3) Zur Untersuchung des feineren Baues des Köpfchens, des Stieles und auch des Schwingerfußes, wurde der in Alkohol abs. oder alk. Eisenperchlorid gehärtete Schwinger quer zur Längsachse oder in der Richtung derselben mit dem Mikrotom in Schnitte zerlegt, und dann die Schnittreihen mit Boraxkarmin, Pikrokarmin oder Hämatoxylin gefärbt. Die weitere Behandlung dabei war die gewöhnliche.

4) Bei der Untersuchung der Nervenendapparate bediente ich mich, abgesehen von dem unter 3 angegebenen Verfahren, besonders des Goldchlorids, durch welches ich die deutlichsten Bilder erhielt. Ich verfuhr dabei, im Anschluss an die von Thanhoffer angegebene Weise, folgendermaßen: Der möglichst frische Schwinger wird, so weit dies irgend angeht, ohne ihn zu verletzen, von allen Thoraxtheilen befreit. Dann wird Stiel und Köpfchen nahe über den Sinnesorganen abgeschnitten, und das übrig bleibende, die Nervenendigungen enthaltende Stück auf $^1/_4$ bis mehrere (drei, ja selbst fünf, Leptis, Caliphora)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Stunden in eine 1%ige, etwas mit Essigsäure angesäuerte, im Dunkeln befindliche Goldchloridlösung gelegt. Glaubt man, dass die Einwirkung eine genügende gewesen sei (was in Folge der verschiedenen Länge des nur an zwei Stellen offenen Chitinrohrs, und in Folge der bei den verschiedenen Arten verschiedenen Weite der beiden Öffnungen und auch wegen der häufig noch am Schwinger hängenden Thoraxtheile nie mit Sicherheit zu entscheiden ist), so wird das Objekt in der gewöhnlich gebrauchten Reduktionsflüssigkeit, oder besser, in 2%iger Essigsäure dem Tageslicht ausgesetzt, und zwar je nach der Helligkeit und nach der Größe des Objekts auf einen, zwei, selten mehr Tage, bis eine dunkle Färbung auftritt. Der so behandelte Schwingerfuß wurde nun ausgewaschen, allmählich in Alkohol abs. übergeführt, und dann in möglichst dünne Längs- und Querschnitte zerlegt. In Kanadabalsam eingeschlossen haben sich solche Schnitte bis jetzt, d. h. also ein Jahr lang, vollständig gut gehalten. In Alkohol abs. aufbewahrt gewesene Objekte mit Goldchlorid mit gutem Erfolg zu behandeln, gelang mir nicht.

III. Von der Lage, der Farbe und der Behaarung des Schwingers.

Beiderseits am hinteren Ende des Thorax, da, wo sich derselbe stark verschmälert, liegt nach hinten innen, und etwas nach unten vom Flügel der aus Köpfchen, Stiel und Fuß bestehende Schwinger. Von oben (vom Rücken) gesehen, ist derselbe, so lange das Thier nicht fliegt, bei vielen Fliegen nicht sichtbar, nämlich:

1) Wenn die Flügel parallel, wie bei Syrphus, oder halb offen, wie bei Eristalis, dem Hinterleib aufliegen.

2) Wenn der Theil des Flügels, welcher denselben innen (hinten) mit dem Thorax verbindet, sehr stark ausgebildet ist, und als Schüppchen, welches vom eigentlichen Flügel deutlich geschieden ist, auch an dessen Bewegung nicht mehr Theil nimmt, den Schwinger überdeckt.

Dieses Schüppchen, welches, wie schon Künkel (17) beschreibt, nicht ein Theil des Schwingers ist, kommt z. B. sehr stark zur Ausbildung bei den meisten, doch nicht bei allen Calypterae. Bei Caliphora erythrocephala ist dasselbe nach oben schwach gewölbt, annähernd von der Gestalt eines Dreiecks, dessen Grundlinie mit dem Thorax nach innen, hinten und oben läuft, während die beiden anderen Seiten, schwach gekrümmt, sich weiter hinten mit abgerundeter Spitze vereinigen. Die Spitze liegt in der Fortsetzungslinie des Seitenrandes des Hinterleibes, so dass also das Schüppchen die Kerbe zwischen Abdomen und Thorax zum Theil verdeckt. Am Grunde seines äußeren Randes geht das Schüppchen über in das kleinere Verbindungsschüppchen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

welches in der Ruhelage des Flügels auf dem eigentlichen Schüppchen liegt und eine Falte enthält. Ihm schließt sich an, aber ebenfalls durch eine tiefe Kerbe davon getrennt, das Afterläppchen des Flügels, welches im Ruhezustand desselben ziemlich senkrecht zu der Fläche des Flügels nach oben sieht und sich dem hinteren Ende des Thorax und vornehmlich dem »Schildchen« von der Seite ziemlich dicht anlegt; bei Musca domestica ist dieses Verhalten besonders deutlich. Während der Bewegung des Flügels nach vorn werden das Afterläppchen und das Verbindungsschüppchen in ihrer Lage verändert, jenes kommt aus seiner senkrechten Stellung mehr in eine horizontale, und dieses, dessen Vorderrand dem Flügel folgt, kommt immer mehr zwischen Flügel und Schüppchen als auf das Schüppchen zu liegen.

Die Fläche des Schüppchens, eben so wie die des Verbindungsschüppchens ist oben und unten mit sehr kleinen dichten, etwas gekrümmten Härchen besetzt, oben außerdem noch mit einzelnen langen Haarborsten, die im Allgemeinen nach dem Außenrande hin gerichtet sind. An dem durch eine Randader gebildeten freien Rande, der schon dem unbewaffneten Auge als weiße Linie sichtbar ist, sind die Haare steif und gerade abstehend, jedoch ziemlich kurz, bei anderen Fliegenarten, z. B. bei Syrphus, Eristalis, sind diese Randhaare sehr groß, und wie kleine flach gedrückte Bäumchen in mehrere Ästchen (die sich aber nicht wieder theilen) zerfasert. Das Schüppchen selbst ist durchsichtig, ein ganz klein wenig ins Schwärzliche spielend. Bei Musca domestica ist das Schüppchen hell weißlich mit einem Schimmer ins Gelbe. Auch bei den Tabaniden und Syrphiden ist das Schüppchen meistens deutlich und gut ausgebildet, bei den übrigen Dipteren, mit Ausnahme der Platystominen, Acroceriden und mehrerer Oestriden ist es nur klein oder sogar rudimentär.

Je nachdem nun der Schwinger verdeckt ist oder nicht, ist auch seine Farbe von der sonstigen Färbung des Körpers unabhängig oder beeinflusst; so ist dieselbe z. B. bei der im Ganzen dunkelblauschwarzen Caliphora erythrocephala, bei der der Schwinger vollständig vom Schüppchen verborgen ist, hellgrau mit einem bräunlichen Anflug; bei der ebenfalls dunklen Musca domestica, bei der er ebenfalls verdeckt ist, ist das Köpfchen durchsichtig weißlich, die Basis bräunlich; bei der dunkelbraunen Eristalis tenax, deren Schüppchen auch eine bedeutende Größe besitzt, ist das Köpfchen hellbräunlich, der Stiel hellweißlich, die Basis hellbraun. Der unbedeckte Schwinger von Laphria gilva ist rothbraun, von Tabanus bovinus braun, mit weißlicher Spitze, von Bibio Marci schwarz, wie die Oberfläche des ganzen Thieres; bei Pachyrhina pratensis, deren Körper gelb- und schwarzbraun gefärbt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist, ist der Schwinger gelb mit braunem Köpfchen, dessen Spitze gelb ist. Bei anderen Tipuliden, z. B. bei Tipula oleracea ist der Schwinger braun, ähnlich dem im Ganzen braun erscheinenden Körper. Bei der parasitisch auf Schwalben lebenden rothbraunen Anapera pallida ist der immer vom Flügel verborgene Schwinger farblos graulich.

Im Ruhezustand steht der Schwinger vom Thorax ab, seine Richtung geht dabei stets nach außen und hinten.

Die Bekleidung des Schwingers besteht, wie die des Flügels, aus einem Pelz kleiner Härchen, deren Richtung im Großen und Ganzen nach dem Köpfchen zu geht. Oft, besonders bei den wenig oder gar nicht verdeckten Schwingern finden sich zwischen diesen kleinen Härchen auch größere Dornen und Borsten. Meist stehen diese an bestimmten Stellen, doch nicht sehr regelmäßig, bei Tipula sind sie z. B. besonders auf den beiden Seitenkanten, in größerer Zahl auf der nach vorn gerichteten, ferner oben und unten am Köpfchenanfang (Fig. 2, 3). Diese Borsten sind bei Kalilauge-Eosin-Präparaten spiralig, von feinen abwechselnd gefärbten schmalen und nicht gefärbten breiten Linien umzogen, so, dass etwa eine bis zwei Windungen auf die ganze Länge der Borste kommen (s. Fig. 1). Ihre Länge bei einem Schwinger von T. vernalis beträgt bis 114 μ, die kleinen gebogenen Härchen sind an demselben Schwinger (am Köpfchen) bis 11 μ lang. Bei Leptis vitripennis sind die Borsten spärlicher, meist in einer Gruppe am Hinterrand des Stieles und ferner am Köpfchen, ihre Länge ist bis 52 μ, die Länge der kleinen Haare ist dieselbe wie bei Tipula. Bei Eristalis tenax sind die Borsten sehr spärlich nur am Köpfchen zu finden, ihre Länge beträgt bis 34 μ; dabei ist der Chitinring, der sie am Grunde umschließt, besonders stark ausgebildet. Die kleinen Härchen sind am Köpfchen nur etwa 8 μ lang. Bei Musca domestica sind am Köpfchen ebenfalls Borsten zu finden, ihre Länge beträgt aber nur bis 18 μ, der sie am Grunde umschließende Chitinring aber ist noch größer (Breite 5 μ) als bei Eristalis. Am Stiel von Musca findet sich oft auch, besonders am Vorderrand, ein flaumartiger Besatz längerer Haare, die aber die breiten Chitinringe am Grunde nicht besitzen, an Länge kommen dieselben den Dornen des Köpfchens gleich; die feinen Härchen am Köpfchen von Musca besitzen eine Länge von gegen 6 μ.

Der Schwinger von Culex pipiens ist besonders am Stiel und Köpfchen mit langgezogenen, gerieften wirklichen Schuppen bedeckt (eine derselben war 36 μ lang), welche Jabez Hogg (15) für die Flügel, Palpen und Beine beschrieben hat. Außerdem befinden sich aber überall an ihm, vornehmlich an der Basis, noch sehr kleine Härchen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

IV. Von der Gestalt und den Größenverhältnissen des Schwingers.

Die Form und Gestalt des Schwingers ist, wie aus Fig. 2—9 zu sehen ist, bei den verschiedenen Formen ziemlich verschieden: Bald ist der Schwinger gerade wie bei Tipula, bald gebogen wie bei Eristalis, Leptis. Bald geht der Stiel fast unmerklich in das keulenförmige Köpfchen über, wie bei Leptis, Leria, bald ist dieses dreieckig-oval (Tipula), bald unregelmäßig kugelig (Musca, Eristalis) und mehr vom Stiel abgesetzt. Nie tritt der Stiel in die Mitte der Basis des Köpfchens ein, so dass dieses zu allen Seiten desselben gleichmäßig vertheilt wäre, sondern derselbe befindet sich stets in einer Linie mit dem vorderen Rand der Blase, so dass also der Vorderrand des Schwingers in seinem ganzen Verlauf gerade bleibt; es kommt sogar vor, dass er sich etwas nach hinten biegt (Eristalis), viel seltener ist eine kleine Krümmung nach vorn (Musca); dem hinteren Rand des Köpfchens und Stieles allein fällt somit die durch die Ausbreitung des Endes verursachte Biegung zu, so dass also die Masse des Köpfchens nach hinten sieht.

Die folgende Tabelle giebt uns Aufschluss über die Länge des Schwingers bei verschiedenen Arten, über die Länge des Flügels bei denselben Arten, und über das Verhältnis der Länge der beiden zu einander, wenn die Schwingergröße = 1 gesetzt ist:

	Schwinger lang mm	Flügel lang mm	Verhältnis der Durchschnittswerthe[1]
Tipula vernalis Mg.	2,36—2,51	15,5—17	6,68
Rhyphus fenestralis Scop.	0,91—1,06	6,5—7	6,88
Culex pipiens L.	0,38—0,45	4,5	10,81
Bibio Marci L.	1,55—1,61	9	5,70
Leptis vitripennis Mg.	1,51—1,76	7,5—11	5,65
Tabanus tergestinus Egg.	1,79	13,5	7,52
Empis tesselata Fab.	1,44—1,47	10—11	7,21
Empis argyreata Egg.	1,36—1,45	9—9,5	6,56
Syrphus Ribesii L.	1,04—1,15	10,5	9,58
Eristalis tenax L.	1,23—1,36	11	8,50
Eristalis campestris Mg.	1,27—1,42	10,5—11	8,02
Caliphora erythrocephala Mg.	1,13—1,19	9,5—11	9,16
Musca domestica L.	0,72—0,77	7—7,5	9,72
Leria serrata L.	0,79—0,83	6—6,5	7,68
Anapera pallida Mg.	0,51	—	—

[1] Die Zahlen in den beiden ersten Spalten sind abgekürzt wiedergegeben; für die Zahlen der dritten Spalte liegt eine Fehlerquelle darin, dass zur Gewinnung des Mittelwerthes nur die Grenzwerthe berücksichtigt wurden, nicht aber die zwischenliegenden Größen und die Anzahl derselben (wenn also z. B. von der einen Größe 6 Exemplare, von der anderen nur 1 Exemplar vorlag, so wurde diese Thatsache, dass die eine Größe sechsmal häufiger war als die andere, vernachlässigt und bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wir sehen daraus:

1) Dass die Länge des Schwingers im Allgemeinen eine geringe ist, sie schwankt in der Tabelle zwischen 0,38 mm bei Culex und 2,5 mm bei Tipula, während die des Flügels bei denselben Arten 4,5—17 mm beträgt. Diese Verschiedenheit in der Länge bei den verschiedenen Arten lässt sich zweifellos aus der verschiedenen Größe der Thiere erklären.

2) Dass die Länge des Schwingers bei den verschiedenen Arten auch in ihrem Verhältnis zur Länge des Flügels bedeutende Schwankungen macht, derart, dass der Schwinger von Leptis oder Bibio im Verhältnis zum Flügel fast doppelt so groß ist als der von Culex. Solche Schwankungen finden sich auch innerhalb nahe verwandter Formenkreise, so z. B. zwischen Leria mit 7,7mal, und Musca mit 9,7mal längerem Flügel, oder zwischen Eristalis mit 8mal, und Syrphus mit 9,6mal längerem Flügel, oder zwischen Culex, dessen Flügel 10,8mal, und Tipula, deren Flügel 6,7mal länger ist als der Schwinger, ohne dass die Flügel dabei besondere, die Verschiedenheit etwa begründende Eigenthümlichkeiten haben. Es ist also falsch, wenn Jousset (16) die Dipteren mit Rücksicht auf den Schwinger in zwei Gruppen eintheilt, deren eine, wie Syrphiden und Musciden, kurze, deren andere, wie Tipuliden und Culiciden, sehr lange Schwinger besitzen soll.

Die oben erwähnte Thatsache dadurch erklären zu wollen, dass Ausbildung und relative Größe des Schüppchens die genannte Verschiedenheit bedingen soll, ist hinfällig, da z. B. das Schüppchen bei Culex eben so rudimentär ist wie bei Tipula. Die Erklärung, dass wir, da wir ja ein rudimentäres Organ vor uns haben, die vorliegende Thatsache als belanglos übergehen dürfen, scheint mir erst dann statthaft, wenn keine Annahme mehr möglich ist, und wenn es wirklich bewiesen ist, dass wir ein rudimentäres, und in Folge dessen funktionsloses Organ vor uns haben. Auf andere mögliche Gründe aber von dieser weitgehenden Unabhängigkeit der Länge des Schwingers von Größe und Gestalt des Flügels, und da dieser wenigstens innerhalb derselben Gruppe mit der Körpergröße wechselt, sogar scheinbar von dieser, werden wir später zurückkommen.

In der folgenden Tabelle ist die Länge der einzelnen Haupttheile des Schwingers, nämlich von Köpfchen, Stiel und Basis in Mikromillimeter (μ) angegeben:

der Bildung des Durchschnittwerthes nur ein Exemplar von jeder der beiden Größen zugezogen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Basis lang μ	Stiel lang μ	Köpfchen lang μ
Tipula oleracea L.	378—416 (1)	1285—1361 (3,33)	699—813 (1,90)
Tipula vernalis Mg.	378—454 (1)	1096—1342 (2,93)	718—850 (1,88)
Rhyphus fenestralis Scop.	302 (1)	208—265 (0,78)	435—491 (1,53)
Culex pipiens L.	142—170 (1)	57—76 (0,42)	189—214 (1,29)
Bibio Marci L.	435—529 (1)	510—529 (1,08)	529—586 (1,16)
Leptis vitripennis Mg.	567 (1)	302—378 (0,6)	794—832 (1,43)
Tabanus tergestinus Egg.	586 (1)	510—567 (0,92)	643—680 (1,13)
Empis tesselata Fab.	435 (1)	321—359 (0,78)	643—680 (1,52)
Empis argyreata Egg.	378—435 (1)	302—378 (0,84)	586—661 (1,53)
Syrphus Ribesii L.	321—340 (1)	359—435 (1,2)	283—378 (1)
Eristalis tenax L.	416 (1)	454 (1,09)	416 (1)
Eristalis campestris Mg.	378—435 (1)	454—529 (1,21)	378—454 (1)
Sarcophaga carnaria L.	321—359 (1)	378—435 (1,16)	378—397 (1,14)
Caliphora erythrocephala Mg.	312—321 (1)	510 (1,6)	283—340 (0,98)
Musca domestica L.	265 (1)	208—227 (0,82)	283 (1,07)
Leria serrata L.	208 (1)	189—227 (1)	378—416 (1,43)
Anapera pallida Mg.	170 (1)	208 (1,22)	132 (0,78)

Es zeigt sich aus dieser Tabelle, dass die Länge der Basis bei den verschiedenen Arten sich am wenigsten ändert. Bei Culex beträgt dieselbe im Mittel 156 μ, bei Tabanus 586 μ; dies bezeichnet ein Schwanken um das $3^3/_4$fache im äußersten der hier vorgeführten Fälle.

Anders steht das Verhältnis der äußersten Werthe für die Länge des Stieles, hier ist der geringste Mittelwerth 66 μ bei Culex, der größte 1323 μ bei Tipula, ein Unterschied, der mehr als das 20fache beträgt. Wieder anders liegt die Sache bei dem Köpfchen. Die Grenzwerthe von 132 μ für die fast nie fliegende Anapera, und 813 μ im Mittel für Leptis sind um etwas mehr als das Sechsfache von einander verschieden, also etwas mehr als die der Basis. Dagegen ist aber die Reihenfolge der Größen eine wesentlich andere: Nicht Culex, sondern die mit einem mehr als dreimal längeren Stiel versehene Anapera hat hier den kleinsten Werth von 132 μ, den größten Werth hat diesmal aber Leptis, 813 μ, und doch ist Leptis kleiner als Tipula oder Tabanus,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

welche geringere Werthe aufweisen. Das Köpfchen der kleinen Leria ist um mehr als 100 μ größer als das der größeren Musca domestica, ja selbst größer als das von Caliphora und Sarcophaga. Diese auffallenden Größenverhältnisse haben zum Theil, so besonders bei Leria, ihren Grund in der verschiedenen Gestalt des Köpfchens (cf. oben und Fig. 2 bis 9); auf andere Gründe werden wir später kommen.

Sehen wir noch das Verhältnis der Theile eines Schwingers unter einander an, so haben wir auch hier wieder sehr verschiedene Fälle (hierfür gelten die unter dem Hauptwerth stehenden eingeklammerten Zahlen, welche die Verhältnisse zur Länge der Basis ausdrücken, wenn diese je gleich 1 ist). Am meisten veränderlich ist hier wiederum die Stiellänge, die vom 0,4fachen bei Culex bis zum 3,3fachen der Basislänge bei Tipula beträgt. Dies bedeutet, wenn man die Basislänge je gleich 1 setzt, eine Verschiedenheit um das mehr als Achtfache im Verhältnis zur Länge der Basis. Dem gegenüber erscheint die Längenverschiedenheit des Köpfchens, die sich zwischen dem 1,9fachen bei Tipula, und dem 0,8fachen der Basislänge bei Anapera hin- und herbewegt, gering. Bei Tipula ist der Stiel der bei Weitem längste Theil des Schwingers, ebenfalls, aber nur wenig länger als die anderen Theile des Schwingers, ist derselbe auch bei Syrphus, manchen Musciden und Anapera, kürzer als die anderen Theile des Schwingers ist der Stiel besonders bei Culex, dann auch bei Leptis, Empis, Tabanus, Musca etc. Bei Anapera ist das Köpfchen der kleinste der drei Theile, bei Culex, Leptis, Empis u. a. der größte, ungefähr gleich groß sind alle drei Theile bei Eristalis tenax.

In Betreff der Vergleichung der Breite der verschiedenen Schwinger schien mir in Folge ihrer eigenthümlichen Gestalt eine Gegenüberstellung mit dem Flügel eben so wenig dienlich, wie die Angabe einer Durchschnittsbreite, ich führte desshalb die Messungen der drei Haupttheile des Schwingers einzeln aus. In der folgenden Tabelle habe ich jedoch die Angaben über die Breite der Basis weggelassen, da dieselben bei der nämlichen Art, in Folge des leicht beweglichen Chitins der Gelenke sehr verschieden ausfielen, und ferner weil ich nicht sicher bin, ob ich mit genügender Genauigkeit bei den verschiedenen Arten je die entsprechende Stelle der Basis zur Messung zugezogen habe (siehe nebenstehende Tabelle).

Die Breite des Stieles schwankt demnach bei den Extremen 35 μ (im Mittel) bei Musca und 115 μ (im Mittel) bei Leptis um nur wenig über das Dreifache. Die Breite des Köpfchens schwankt zwischen 176 μ im Mittel bei Culex und 520 μ im Mittel bei Empis, also nicht ganz um das Dreifache. Diese beiden Größen sind also noch geringeren

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schwankungen unterworfen als die wenig wechselnde Länge der Basis. Die Breite des Köpfchens im Verhältnis zu der des Stieles schwankt, wenn jene je = 1 angenommen wird, zwischen dem 4,3fachen bei Culex und dem 9,6fachen bei Tipula, so dass also die Breite des Köpfchens sich bei den verschiedenen Arten, wenn die Breite des Stieles dabei je = 1 angesetzt ist, nur um wenig mehr als das Doppelte ändert; dabei bleibt aber für das Köpfchen immer eine starke Verbreitung, nämlich mindestens um das Vierfache der Stielbreite bestehen.

	Stiel, geringste Breite in μ	Köpfchen, größte Breite in μ
Tipula oleracea L.	44—57	454—510
Tipula vernalis Mg.	66—82	378—510
Rhyphus fenestralis Scop.	44—47	265—312
Culex pipiens L.	38—44	139—214
Bibio Marci L.	76—82	416—491
Leptis vitripennis Mg.	107—123	491—529
Tabanus tergestinus Egg.	82	454—472
Empis tesselata Fab.	66—76	510—529
Empis argyreata Egg.	57—66	491—548
Syrphus Ribesii L.	44—47	302—359
Eristalis tenax L.	47	416
Eristalis campestris Mg.	47—66	321—359
Sarcophaga carnaria L.	44—52	340—359
Caliphora erythrocephala Mg.	44	302
Musca domestica L.	31—38	227—265
Leria serrata L.	44—50	265—302
Anapera pallida Mg.	—	208

Das Verhältnis zwischen Breite und Länge des Stieles schwankt, wenn die Breite des Stieles immer = 1 gesetzt ist, zwischen dem 1,6fachen derselben bei Culex und dem 26fachen derselben bei Tipula oleracea. Wir haben also bei nahe verwandten Formen in diesem Fall die größte Verschiedenheit, während die Musciden und Syrphiden etc. mehr in der Mitte liegen. Im Ganzen sind die Schwankungen bei den verschiedenen Arten hier und in der Länge des Stieles größer als bei allen anderen Theilen des Schwingers.

Breite und Länge des Köpfchens in ihrem Verhältnis zu einander sind fast ganz gleich. Die Werthe schwanken zwischen vollständiger Gleichheit von Breite und Länge, wie z. B. bei Eristalis, Caliphora, und einer um ein Geringes größeren Länge wie bei Tipula vernalis (1 : 1,8).

Was die Dicke der verschiedenen Theile des Schwingers in ihrem Verhältnis zur Breite[1] betrifft, so mögen dafür die folgenden von Querschnitten stammenden Angaben genügen:

[1] Die Breite von Stiel und Köpfchen ist, um eine Vergleichung bei den näm-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Stieldicke in μ	Stielbreite in μ	Köpfchendicke in μ	Köpfchenbreite in μ
Tipula paludosa? Mg. . .	47—57	76	227—246	397—472
Tipula vernalis Mg.	47	66	246	435
Rhyphus fenestralis Scop.	28	47	151	246—302
Leptis scolopacea L. . . .	57—76	132	246—283	491—567
Tabanus bovinus L.	85	94	435	472
Empis tesselata Fab. . . .	47—57	76	265—283	491—529
Dioctria rufipes Deg. . . .	44—47	113	189—246	510—661
Asilus pallipes Mg.	28	104	227	472
Syrphus Ribesii L.	28—38	56	227	284—302
Chrysotoxum vernale Loew	28—38	66	151—227	302—378
Sarcophaga carnaria L. . .	38	56	189—208	302—340
Caliphora erythroceph. Mg.	28—38	47	208—236	227—302
Anapera pallida Mg. . . .	—	—	132	208

Wir sehen daraus, dass der Stiel fast immer um ein Beträchtliches breiter als dick ist, nur Tabanus macht eine Ausnahme, bei ihm erscheint der Stiel fast rund auf dem Querschnitt. Eben so ist auch das Köpfchen meistens nicht so dick als breit, sondern bis um mehr als das Doppelte (Chrysotoxum, Dioctria, Asilus, auch Tipula) breiter als dick, so dass also die Endblase gewöhnlich nicht kugelig aussieht; auf der anderen Seite erscheint dieselbe bei Tabanus, Caliphora etc. oft fast kreisrund im Querschnitt, während andere Formen, wie z. B. Syrphus, dazwischen liegen.

Das Köpfchen, dessen Dickenzunahme dem Stiel gegenüber doch immer eine beträchtliche ist, ist im Gegensatz zu seiner früher erwähnten Lage, welche in der Ansicht von oben die Endblase einzig auf Kosten des hinteren Randes entstehen lässt, nicht einseitig nach oben oder unten ausgebuchtet, sondern reicht gleich weit nach unten und oben über den Stiel hinaus.

Vergleichen wir zum Schluss noch Länge, Breite und Dicke des Köpfchens auf den vorhergehenden Tabellen, so finden wir auf der einen Seite Schwinger mit verhältnismäßig schmalem, langgezogenem und dünnem Köpfchen (z. B. Tipula), bei welchen der Stiel zugleich verhältnismäßig lang ist; auf der anderen Seite finden wir Schwinger, mit einem fast kugeligen Köpfchen (z. B. Tabanus, Musca, Culex), bei welchen der Stiel zugleich kurz ist. Zwischen diesen beiden Grenz-

lichen Individuen zu ermöglichen, an diesen Schwingern ebenfalls gemessen, obgleich dieselbe schon oben nach Chitinpräparaten angegeben ist. Die Resultate sind beide Mal nicht vollständig gleich, was, abgesehen von der Verschiedenheit der einzelnen Exemplare, wohl in der verschiedenen Art der Behandlung seinen Grund haben dürfte, so wird z. B. beim Übersichtspräparate der Schwinger, und besonders das Köpfchen, etwas flach gedrückt und dadurch breiter erscheinen, während auf dem Querschnitt dies nicht der Fall sein kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

formen liegen die übrigen Formen, in dem einen Punkt oft diesem, im anderen jenem Extrem näher stehend, so dass eine Gruppirung derselben häufig, z. B. bei Leptis, ziemlich schwer fallen dürfte, während sie z. B. bei Bibio, der den Tipuliden nahe steht, oder bei Syrphus, der der zweiten Gruppe sich nähert, ohne Zwang sich bewerkstelligen lässt.

Wir stehen nun vor der Frage, hat diese Verschiedenheit des Schwingers eine Bedeutung für die Fliege, oder nicht, und welcher Art ist möglicherweise diese Bedeutung?

V. Vom Chitingerüst des Schwingers.

Am Grunde des Schwingers befinden sich die, seine selbständige Bewegung am Thorax ermöglichenden, Gelenkstücke. Betrachten wir zuerst den Schwinger von der Unterseite (Fig. 3, 5, 7, 9), so sehen wir einen vom Thorax kommenden, bei den verschiedenen Formen verschieden gestalteten Fortsatz *a*, der mit seiner mehr oder weniger schroffen Spitze bei Eristalis und Musca dem verschmälerten Ende einer schief nach außen und nach dem Hinterrand des Schwingers zu laufenden und dort verbreiterten Chitinplatte *b* gegenüber liegt und, wie mir schien, mit derselben durch dünnes Chitin, welches in der Ruhelage schlaff liegt, zusammenhängt; bei Tipula und Leptis dagegen liegt diesem Thoraxfortsatze *a* — ebenfalls durch in der Ruhelage schlaffes Chitin mit demselben verbunden — das die vordere Randader am Schwingergrunde proximal und nach vorn begrenzende Chitinstück *c* gegenüber, während dieses Stück bei Musca und Eristalis für sich besteht; bei Eristalis ist dasselbe gefurcht. Nach dem Hinterrande der unteren Seite zu liegen die Dinge etwas verwickelter; am Schwinger von Musca erkennen wir einerseits im Anschluss an ein kleines distal von *b* liegendes Chitinstück *d* zwei Chitinvorsprünge *e* und *e'*, deren einer *e* zahnartig vorsteht, während der andere aus leicht beweglichem Chitin besteht, andererseits bemerken wir eine feste Chitinrippe *f*, welche jene beiden zwischen sich nehmen. In der Tiefe zwischen *e* und *e'* treten alle drei Stücke durch leicht bewegliches Chitin in Zusammenhang. Proximal von dieser Chitinrippe finden wir noch eine weitere *g*, welche nach vorn zu läuft. Nun finden wir leicht die entsprechenden Theile bei Eristalis wieder, nur mit dem Unterschied auf dem Bild (Fig. 7), dass *e'* sich nicht mehr im Zusammenhang mit dem Zahn *e* befindet, sondern etwas verschoben ist. Außerdem umgreift bei Eristalis die Rippe *f* mit einem schmalen Ausläufer ihres breiten, distalen Endes das Stück *e'*, zwischen diesem und dem später bei der Beschreibung der Oberseite zu nennenden Stück *m* hinauflaufend. Distal von *e* und *e'* liegt, wie bei Musca, das bewegliche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Chitinstück *d*; ferner sehen wir, dass von dem oberen und hinteren Rand der später noch zu erwähnenden Papillenplatte, welche im Vergleich zu den bisher erwähnten Chitinstücken etwas mehr distal am Schwinger liegt, ein fester Arm *h*, wohl zu größerer Festigkeit der Stücke *e* und *e'* herabgreift.

Vergleichen wir nun das Bild von Leptis (Fig. 5), so finden wir wieder *g*, eben so die allerdings verkürzte Rippe *f*; dagegen sehen wir, dass von dem Ende dieser Rippe eine durch schlaffes Chitin hergestellte Verbindung mit dem Grunde einer Tasche, welche zwischen zwei erhabenen Chitinfirsten, die aber nicht starr, sondern etwas beweglich sind, besteht. Diese beiden Chitinfirsten entsprechen *e* und *e'*. Außerdem ist noch eine Stelle *x* zu erwähnen, welche deutlich gekennzeichnet ist, wir werden später auf dieselbe zurückkommen, sie entspricht dem oberen, distalen Ende des Stückes *b* bei Eristalis und Musca.

Dieselben Verhältnisse wie bei Leptis liegen bei Tipula (Fig. 3) vor, nur mit dem Unterschied, dass *e'* auf dem Bild verdeckt ist.

Betrachten wir nun den Schwinger von oben (Fig. 2, 4, 6, 8), und zwar zuerst auf der hinteren Seite. Bei Musca (Fig. 8) liegt am nächsten beim Stiel wieder das Stück *d*, proximal von diesem liegt *e'*, und proximal von diesem die Chitinrippe *f*. Bei Eristalis (Fig. 6) sehen wir das bewegliche Stück *d*, ferner *e'*, *f* und den Arm *h*; bei Leptis (Fig. 4) *e* und *e'* sowie *f*. Bei Tipula (Fig. 2) ist nur das Stück *e'* und die Rippe *f* sichtbar, deren auffallende Lage und Gestalt durch eine Bewegung des Schwingers nach hinten entstanden ist; am Vorderrande der Oberseite findet sich bei Leptis eine Art Gegenstück von *c* in *c'*, welches mit *c* die vordere Randader am Grunde abschließt. Der nach dem Thorax zu zwischen den beiden Stücken sich öffnende Spalt enthält eine Blase leicht beweglichen Chitins, die sich bis zum Rand der anderen, hinteren Seite erstreckt und den Schwinger mit dem Thorax in Zusammenhang setzt; dasselbe erkennen wir bei Eristalis wieder, auch bei Musca, bei welcher aber *c'* im Vergleich zu *c* sehr verschmälert ist, auf dem Bild von Tipula ist nur das diesmal langgezogene Stück *c'* sichtbar. Es bleiben auf der Oberseite noch übrig die Theile, welche sich in der Mitte der Oberfläche befinden. Wir haben da erstens den, den Schwinger nach dem Grunde abschließenden, festen Chitinkamm *i*, an welchem sich nach dem Thorax zu bewegliches Chitin anschließt, distal von demselben liegt eine bei den verschiedenen Formen verschieden gestaltete Platte *k*. Dieser Platte schließt sich distal eine weitere, durch ein Papillenfeld bezeichnete Platte *l* an, welche entweder distalwärts (Tipula) oder nach der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Seite (Musca) oder nach beiden Richtungen in eine verschieden gestaltete Chitinplatte übergeht und durch diese mit den umgebenden Theilen in Zusammenhang gesetzt wird. Zwischen diesem, im Ganzen eine Platte bildenden Stück und dem bei der Beschreibung der Unterseite aufgeführten Stücke *e'* findet sich bei Eristalis noch eine kleine, wie mir schien, feste Platte *m*. Distal von den bisher erwähnten Chitinstücken des Schwingers liegt, sowohl auf der Ober- (wie schon bei Eristalis erwähnt wurde), wie auf der Unterseite, etwa in der Mitte zwischen beiden Rändern eine langgestreckte Platte, welche einen Nervenendapparat bildet und durch verschieden tiefe Furchen von den auf beiden Seiten verlaufenden Randadern getrennt ist. Auf den feinen Bau dieses Organs werden wir später zurückkommen.

Nachdem diese beiden Platten ein Ende genommen haben, beginnt der eigentliche Stiel. An diesem können wir meistens durch eine in seiner Mitte verlaufenden, auf der Ober- und Unterseite vorhandenen Kerbe zwei »Adern« unterscheiden; besonders deutlich sind dieselben bei Tipula, dagegen bei Musca, Eristalis oft fast verschwindend. Bei Leptis und Verwandten finden wir im ganzen Verlauf des Stieles oben und unten an demselben zwei solcher Furchen, so dass wir also hier drei »Adern« zu verzeichnen haben.

Am Ende des Stieles beginnt das Köpfchen, und zwar bei Tipula damit, dass der Boden der Kerbe sich zu einer kleinen, etwa dreieckigen, tiefer als die beiden Randadern liegenden Fläche verbreitert; auf diese Stelle folgt nun die nach der Ober- und Unterseite hervorgewölbte Endblase. Dieselbe wird von den Randadern gewissermaßen eingefasst und dabei ist die Vorderrandader meist stärker entwickelt als die Hinterrandader. Die Adern, neben welchen auf der Unterseite des Köpfchens oft noch eine weitere Ader auftritt, können distal in die Blase übergehen, oder sie bilden am Ende derselben, wo sie mit einander zusammentreffen, verschiedenartige Kämme, Leisten und andere Gebilde.

Bei Leptis kann sich die Mittelader (Fig. 4) mit der Vorderrandader vereinigen, und dann haben wir ähnliche Verhältnisse, wie bei Tipula, nur mit dem Unterschiede, dass statt eines Dreieckfeldes, vielleicht (wie in Fig. 4) zwei bestehen, und dass die Randadern gewöhnlich nicht so weit an der Blase herauflaufen, wie bei Tipula; doch kommt dies auch vor, und es bilden sich dann eben solche Leisten wie dort, besonders am Vorder- und Hinterrand des Köpfchens, welches an seiner Endfläche auch eine Rinne tragen kann. Im anderen Falle (Fig. 5) hört die Mittelader am Grunde der Blase auf und es entsteht dort eine Vertiefung zwischen den beiden Adern, aus welcher sich sehr

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bald die größere, von den beiden Randadern eingefasste Blase erhebt; das übrige Verhalten ist wie im vorigen Falle. Ziemlich verschieden von dieser durch die Einfassung der Endblase von den Randadern charakterisirte Köpfchenbildung ist diese bei Musca und Eristalis. Als letzte Andeutung der beiden Randkanäle sehen wir auf dem ein einheitliches Bläschen darstellenden Köpfchen auf der Oberseite nach dem Stiel zu konvergirende Furchen, deren hintere bei Musca noch in eine Rinne auf der Endkuppe überzugehen scheint (Fig. 9), während bei Eristalis beide Furchen ziemlich gleich stark ausgebildet sind und auf die Oberseite beschränkt bleiben.

VI. Von dem inneren Bau des Schwingers.

Die Bewegung des Schwingers wird hervorgebracht durch vier (nicht sechs, wie v. Lendenfeld [21] bemerkt) Muskeln, welche vom Thorax zum Grunde des Schwingers sich begeben und von Lucks (27) an Caliphora, Asilus schon beschrieben sind; ich gehe desshalb nicht näher auf dieselben ein. Lucks beschreibt einen den Schwinger hebenden Extensor, ferner zwei Beuger (Flexoren) und einen Rotator; nach meinen Beobachtungen an Culex und Leria dürfte der eine der beiden Flexoren ebenfalls eine Bewegung des Schwingers nach oben ausführen, wie der Extensor, so dass also nur ein Beuger und zwei Strecker vorhanden sind.

Alle diese Muskeln reichen jedoch nicht in den eigentlichen freien Schwinger, dessen Chitintheile in Kapitel V beschrieben sind, herein, sondern setzen sich am Grunde desselben, da, wo er noch nicht äußerlich frei erscheint, fest.

Am Flügel beschreibt Lucks bei den Dipteren nur drei Muskeln.

Vor den sämmtlichen Muskeln tritt ein starker, vom Thoraxganglion kommender Nervenstamm in den Schwinger ein, und zu ihm kommt noch eine nicht unbedeutende Trachee.

Die Hypodermis, welche das Chitingerüst des Schwingers überall auskleidet, bildet in dessen Innerem, entsprechend der Entstehung des Schwingers aus einem Flügel eine Anzahl von Kammern, oder besser Kanälen, welche den Adern des Flügels entsprechen, wobei aber die beim Flügel zwischen den Adern liegende Fläche auf das denkbar geringste Maß beschränkt ist, so dass die einzelnen Kanäle nicht durch breite Flächen, sondern durch schmale, aus langgezogenen mit ihrem Ende verwachsenen Hypodermiszellen, dem fibrilloiden Gewebe Lee's (20) und Graber's von einander getrennt sind.

Bei Tipula (vernalis und paludosa? Fig. 11—14) ist nun der innere Bau des Schwingers des Näheren etwa folgender: Noch vor seinem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Eintritt in den Schwinger theilt sich der im Querschnitt rundliche vom dritten, nicht immer scharf von den übrigen Thorakal- und Abdominalganglien getrennten Thorakalganglion kommende starke Nervenstamm in zwei ungleiche Äste, einen kleinen 20 μ dicken vorderen, und einen größeren 31 μ dicken hinteren; bald gesellt sich zu dem letzteren noch eine ansehnliche Trachee. Von einem Beginn des Schwingers lässt sich ungefähr an der Stelle sprechen, wo sich zwischen die beiden Nerven eine ziemlich dicke, von Hypodermis überzogene Chitinwand legt, während zugleich jeder der beiden Nerven, sowohl nach vorn wie nach hinten vollständig von, mit Hypodermis ausgekleidetem, Chitin umschlossen wird. Dabei besitzt die hintere Kammer *II*, welche den größeren Nerv und die Trachee enthält, ein wirkliches Lumen, während die vordere Kammer *I* mit dem kleinen Nerv keinen freien Raum erkennen lässt, und zugleich an ihrer äußeren vorderen Wand eine starke Verdickung der Hypodermis aufweist. Das Chitin ist an den meisten Stellen von beträchtlicher Dicke, nur an einigen Stellen der hinteren Kammer etwas dünner. Außer diesen beiden Kammern ist hinter Kammer *II* noch die Andeutung einer dritten Kammer *III* wahrnehmbar, deren Chitin aber sehr dünn ist. Die Chitinleiste zwischen den beiden Kammern verschwindet sehr bald wieder, es bleibt aber fürs Erste noch eine feine Hypodermiswand (s. oben) zwischen beiden bestehen. Die verdickte Hypodermisstelle in der vorderen Kammer, welche von nun ab, eben so wie die Kammer *II*, ein freies Lumen besitzt, löst sich bald von der Wand ab und lässt zwischen sich und dieser einen Raum, der mit einer sich durch Boraxkarmin schwach färbenden, homogenen, oft auch feinfaserigen Substanz erfüllt ist. Ein klein wenig distalwärts am Schwinger zeigt sich ein von der Mitte der abgehobenen Hypodermis nach der Chitinwand zu verlaufender Hypodermisstiel, zu dessen beiden Seiten jetzt ein kleines Säckchen besteht; die Chitinwand jedoch hat gleichzeitig auch nicht mehr die frühere Gestalt, sondern ihr mittlerer Pfeiler, zu dem der Hypodermisstiel sich begiebt, ändert sich an seinen beiden Seiten dadurch, dass zwischen ihm und dem übrigen Chitin des Schwingers sehr dünnes Chitin die Verbindung übernimmt, derart, dass er gegen die beiden Säckchen und das Säckchen, in welchem sich beide in der Tiefe vereinigen, beweglich erscheint. Wir haben also hier die Stelle der Fig. 2 und 3 vor uns, wo *c* und *c'* die Randader zwischen sich nehmen. Bei starker Vergrößerung erkennen wir schon in dieser Tiefe auf der Unterseite in Kammer *I* mit dem zweiten kleineren Nerven in Zusammenhang eine kleine vereinzelte Papille, auf die wir später in Kapitel VIII zu sprechen kommen werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auf dem hinteren Ende der Oberseite des Schwingers in Kammer *II* bemerken wir zu gleicher Zeit wieder eine Verdickung der Hypodermis und eine Vermehrung ihrer Kerne. Bald darauf sehen wir, dadurch dass sich diese verdickte Hypodermis von dem zugehörigen Chitin loslöst, ebenfalls einen, mit durch Boraxkarmin schwach sich färbender, etwas faseriger Masse ausgefüllten Sack entstehen, welcher sein vorderes Ende neben den eben in Kammer *II* beginnenden Papillen der Platte *l* (basale Papillen Graber's) der Oberseite findet; zu dieser Platte begiebt sich der größere, weiter hinten liegende Nerv. Auch hier sind es zwei dicke Chitinplatten, welche in diesem Sack aufhören, in demselben gegen einander verschoben werden können. Etwa gleichzeitig beginnt sich von dem hinteren Nervenstamm ein kleiner Ast nach hinten und nach der Unterseite abzusondern und nach unten und hinten von dem neugebildeten großen Gelenksack beginnt sich eine neue Kammer *IV* anzulagern, gleichzeitig sind auch noch einige Papillen an der oben erwähnten Stelle der Unterseite in Kammer *I* zu erkennen. Nun beginnt an der Unterseite etwas mehr nach hinten von den bisherigen vereinzelten Papillen, aber immer noch in Kammer *I* ein neues Papillenfeld (die skapalen Papillen Graber's), welches gleichfalls mit dem vorderen Nerv in Verbindung tritt. Die beiden Säckchen sind mittlerweile sehr verkleinert worden und in gleichem Maße wie sie abnahmen, hat der Anfangs sehr schmale Chitinpfeiler der Mitte an Breite zugenommen. Die neu entstandene Kammer *IV* und eben so die basalen Papillen der Oberseite in Kammer *II* nehmen zu.

Im Folgenden werden die beiden Hauptkammern, deren vordere *I* den kleinen Nervenstamm und deren hintere *II*, den größeren Nervenstamm und die Trachee enthält, durch eine mehrschichtige Hypodermiswand vollständig von einander getrennt, nachdem sie eine Zeit lang kommunicirt hatten; allmählich nimmt die Kammer *IV*, freilich immer durch ihren Inhalt ausgefüllt, an Größe zu, und es beginnt sich in ihr ein chordotonales Organ zu entfalten. Während gleichzeitig die basale Papillenmasse der Oberseite in Kammer *II* ein Ende nimmt, setzt sich an dem festen Chitin zwischen ihr und dem Gelenksack ein zarter Muskel an, welcher quer durch Kammer *II* und im Schwinger emporläuft, bis er sich an dessen Unterseite neben dem Ende der das chordotonale Organ enthaltenden Kammer *IV* festsetzt. Auf der gleichen Höhe am Schwinger mit dem Beginn des Muskels theilt sich die Kammer *I* durch eine dünne Hypodermiswand in zwei Kammern, deren eine hintere den Nerv und die skapalen Papillen beherbergt, während die vordere Kammer *V*, welche den Vorderrand des Schwingers bildet, ganz frei bleibt, da die beiden Gelenksäckchen inzwischen verschwun-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den sind. Der Gelenksack (*G*) neben der Platte *l*, welche die basalen Papillen (*b.P*) trägt, ist zur selben Zeit (Fig. 11) im Abnehmen begriffen und hört bald ganz auf, so dass nur noch ein von ganz dünnem Chitin überzogener Anhang, der Rest von Kammer *III*, übrig bleibt. Nun hat auch das in Kammer *IV* befindliche chordotonale Organ (*ch*) seine volle Ausbildung erlangt; es liegt dabei hinter der in Fig. 3 durch ein *x* bezeichneten Stelle. Während jetzt der dünnchitinige Anhang *III* immer kleiner wird und das eben erwähnte Organ und mit ihm Kanal *IV* wieder abnimmt, bildet sich in Kanal *II* an der Stelle, welche den weiter am Grunde dort vorhanden gewesenen basalen Papillen entspricht, wiederum ein Organ, das aus Papillen (skapalen Papillen Graber's) besteht, wie jenes in Kammer *I* (*u.s.P*), und zu ihm tritt der letzte Rest des in Kanal *II* verlaufenden Nervenstammes. Nachdem darauf Kammer *IV* sehr schnell einen endgültigen Abschluss erhalten und der Anhang *III* etwas langsamer abgenommen hat, hört endlich auch die sehr weit ausgedehnte skapale Papillenmasse auf der Oberseite in Kanal *II* auf, neben ihr lassen sich in dieser Höhe einige isolirte Papillen erkennen, dieselben liegen jedoch nicht immer über dem Lumen der Kammer, sondern häufig über der Hypodermisscheidewand der beiden Kanäle. Fast auf gleicher Höhe mit den skapalen Papillen in Kammer *II* hören auch die der Unterseite in Kammer *I* auf und damit ist die letzte Spur der beiden Nervenstämme im Schwinger verschwunden. Die Wand zwischen den Kammern *I* und *V*, welche nicht sehr stark gewesen war, verdünnt sich; Kammer *I* wird immer kleiner und verschwindet schließlich ganz, so dass nur noch zwei Kammern in dem Stiel zu finden sind. Dieser Zustand bleibt sehr lange bestehen (Fig. 12) und es befindet sich dabei in der hinteren Kammer *II* die Trachee (Fig. 12). Dann entsteht durch Auseinanderweichen der Hypodermisbalken, welche die Scheidewand der beiden Kanäle bilden, eine mittlere neue Kammer *VI*, welche die Trachee enthält, dieselbe schließt sich aber bald wieder, und an ihre Stelle tritt ein schmaler, lumenloser, durch Verwachsung der sich gegenseitig nahe gegenüber liegenden Hypodermis gebildeter Verbindungsstreif zwischen den beiden Kanälen (Fig. 13). Dieser Verbindungsstreif verbreitert sich bald und bekommt wieder ein kleines, dem Kanal *VI* entsprechendes Lumen. Zu gleicher Zeit ist eine gewisse Stellung der beiden Kanäle zu diesem mittleren Stück zu beobachten, es ist nämlich der etwas größere hintere Kanal *II* mehr nach oben gerichtet, während der kleine vordere Kanal *V* nach unten sieht. Beide Kanäle tragen, wie schon die Oberflächenansicht in Kapitel V erkennen lässt, Dornen. In der Folge erweitert sich die Kammer *VI* sehr rasch und bildet eine geräumige

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Blase, die Endblase; bald hört die Trennung zwischen der Endblase und Kanal *II* auf, und beide kommuniciren (Fig. 14). Nach einiger Zeit schließt sich der hintere Kanal *II* wieder ab, und in der Endblase hat die Trachee in einem Zellkomplex (Fig. 14) geendet, auf den wir später (in Kapitel VII) zu sprechen kommen werden. Der Vorderrandkanal *V*, welcher im Gegensatz zum Kanal *II*, der nach der Oberseite sieht, noch immer nach der Unterseite gerichtet ist, geht schließlich auch in die Blase über, während sich unterhalb von Kanal *II* eine Ausbuchtung (Fig. 14 *A*) anlegt. Indem Kanal *II* als lumenloser Chitinkamm bestehen bleibt, die Ausbuchtung immer mehr wieder verschwindet und eben so auch Kanal *V* abnimmt, bildet sich zum Schluss eine Art Kuppel, welche den ganzen Schwinger abschließt.

So etwa ist der gewöhnliche Verlauf der Kanäle im Schwinger einer Tipula; es giebt aber dabei ziemliche Verschiedenheiten, von denen wir hier kurz noch einige erwähnen wollen. Es kann ein Kanal, z. B. besonders Kanal *VI*, statt auf dem Querschnitt eine deutliche Kammer zu bilden, von Bälkchen (d. h. in der Mitte zusammengewachsenen Hypodermiszellen) unregelmäßig durchzogen sein, bis zu dem Grade, dass eine Höhlung im Inneren desselben vollständig fehlt. Dann kommt es vor, dass sich Kanal *II* erst sehr weit oben (distal) in der Blase wieder zu schließen beginnt und nie wieder ganz geschlossen wird; immer aber öffnet sich Kanal *II* proximal von Kanal *V*, welcher sich danach manchmal, nämlich wenn Kanal *II* sich etwas später öffnet, erst sehr nahe am Ende des Köpfchens öffnen kann, eben so wie er sich manchmal schon sehr frühe öffnet, nie aber schließt sich Kanal *V* wieder, nachdem er sich einmal in die Endblase geöffnet hat. Auch die Ausbuchtung ist recht verschieden stark ausgebildet, bald lumenlos als Kamm, bald mit Lumen erscheinend. Auch Kanal *II* verliert, nachdem er sich wieder von der Blase abgeschlossen hat, häufig sein Lumen. Ferner kann an der Schlusskuppel anstatt einer einfachen Wölbung oben ein Theil durch eine Falte von der übrigen Blase etwas geschieden werden und früher zu Ende gehen als der übrige Theil der Blase. Einen Unterschied in dem Bau des Schwingers bei den verschiedenen Tipula-Arten konnte ich nicht wahrnehmen.

Betrachten wir den Schwinger von Leptis scolopacea (Fig. 15 bis 18) im Anschluss an den von Tipula, so finden wir, dass auch hier derselbe mit drei Kammern beginnt, welche jedoch getrennt bleiben; im Ganzen ist er dem von Tipula ähnlich gebaut. Wir finden wieder die beiden Säckchen am Vorderrand, doch sind dieselben etwas weniger deutlich, ferner, aber um ein Beträchtliches stärker den Muskel (*M*, Fig. 15), der an der Oberseite, wie bei Tipula an dem festen Chitin

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zwischen den basalen Papillen (*b.P* in Fig. 15) und dem Gelenksack (*G* in Fig. 15) in Kanal *II* emporzieht und an der Unterseite des Schwingers an der Wand dieses Kanals *II* in gleicher Höhe am Schwinger mit oder auch ein wenig distal von dem Ende des chordotonalen Organs endet; wir finden außerdem in Kammer *II* (Fig. 15 *o.H.P*) eine weitere Art von Papillen zwischen den sog. basalen und der vorderen Randkammer *V*. Die Trachee, welche sich wieder, wie bei Tipula, in Kanal *II* findet, ist oft zweigetheilt. Der Anhang *III*, welcher lange Zeit aus dünnem Chitin hergestellt ist und ziemlich unregelmäßige Formen annimmt, ist etwas stärker ausgebildet als bei Tipula und geht mit auf den Stiel über als Randkammer *III*, so dass also der Stiel (Fig. 16) aus drei Kammern besteht, deren vorderste Kammer *V* gleich ist der nämlichen (*V*) bei Tipula. Die mittlere Kammer entsteht durch Verschmelzung der Kammern *II* und *I* nachdem die skapalen Papillen ein Ende genommen haben, dies tritt eben so wie ihr Beginnen auf Ober- und Unterseite (Fig. 15 *u.s.P*) jeweils fast in gleicher Entfernung vom Grunde des Schwingers ein. Diese Kammer enthält wie die entsprechende bei Tipula die Trachee. Das chordotonale Organ (*ch* in Fig. 15), der ihm gegenüberliegende Gelenksack und die beiden Gelenksäckchen am Grunde von Kanal *V* sind nicht wesentlich verschieden. Die Kammer *IV*, welche das chordotonale Organ enthält, hört, wie bei Tipula, direkt mit demselben auf, ohne in eine andere überzugehen. Der im Vergleich zu Tipula sehr viel kürzere Stiel verbreitert sich distal wieder, indem Kanal *V* und Kanal *II* mehr aus einander rücken, wobei eine ziemlich breite Hypodermiswand zwischen sie tritt und Kanal *V* sich sehr verschmälert und in die Länge zieht; zu gleicher Zeit wird die Trennung zwischen den ebenfalls vergrößerten Kanälen *II* und *III* fast aufgehoben. Bald darauf ist die Höhlung von Kanal *V* nicht mehr zu sehen, die Trennungswand zwischen *II* und *III* wird wieder stärker und verbreitert sich rasch in den tracheenhaltigen Kanal *II* hinein, denselben mehr oder weniger, oft fast vollständig, durch eine ihn quer überspannende Hypodermiswand schließend (Fig. 17); der hintere Randkanal *III* bleibt dabei offen, und der vordere Randkanal *V*, der sich wieder, wenn auch fürs Erste nur wenig, zu öffnen beginnt, lässt keine Trennung von den Überresten des Kanal *II* wahrnehmen. Gleichzeitig ist eine Stellung der verschiedenen Theile zu einander eingetreten, welche der bei Tipula erwähnten im Großen und Ganzen entspricht; es ist nämlich der hintere Randkanal *III* nach der Oberseite, der vordere, wenn er auch mehr der Mittelkammer zu nach der Oberseite gewendet ist, doch außen, mit seinem Ende nach der Unterseite gerichtet. Sehr bald verschwindet die schief von hinten distalwärts und nach

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vorn verlaufende den Boden der Endblase bildende Hypodermiswand wieder. Der Vorderrandkanal *V* wird fürs Erste wieder selbständig, dann mündet zuerst der Hinterrandkanal *III*, und erst nach ihm Kanal *V* in die Endblase ein, eben so wie bei Tipula. Die Kanäle gehen jedoch nicht vollständig in derselben auf, sondern bleiben als Anhänge mit und ohne Lumen noch bis zum Ende der Blase bestehen (Fig. 18), und außerdem bildet sich auf der Unterseite der Blase neben dem Vorderrandkanal *V* ein kleiner, manchmal ziemlich abgeschlossener Anhang (Fig. 18 *A*), der wohl der bei Tipula neben Kanal *II* sich bildenden Ausbuchtung entsprechen dürfte, um so mehr als er, je mehr wir dem Ende des Köpfchen nahe kommen, immer mehr nach dieser hinteren Seite hinüberrückt. Das Ende der Blase kann eine einfache Kuppel bilden, oder auch ähnlich dem, was bei Tipula erwähnt wurde, z. B. so gebildet sein, dass zuerst ziemlich plötzlich das obere hintere Viertel der Blase mit dem Rest von Kanal *III* seinen Abschluss findet und eine ziemlich schmale langgestreckte Blase übrig bleibt, welche zudem durch eine Einschnürung in zwei Theile getheilt erscheint. Das Ende dieser beiden Theile ist gleichzeitig. Die bei Tipula erwähnte Bildung eines spinnwebähnlichen Gebälkes fand ich auch bei Leptis, besonders im hinteren Randkanal *III* reichlich, so dass es denselben stellenweise ziemlich unwegsam machte. In der Blase befindet sich ebenfalls wie bei Tipula ein Zellhaufen, in welchen die Trachee führt.

Bei Empis tesselata var. livida ist zu bemerken, dass im Stiel der hintere Randkanal *III* mit dem tracheenhaltigen Mittelkanal *II* verschmilzt, was auch bei Dioctria rufipes und Asilus pallipes, welche im Übrigen Leptis ebenfalls nahe stehen, der Fall ist. Sonst ist die Anordnung der Kammern am Grunde der bei Tipula ähnlich, bei Dioctria ist der Muskel mäßig, bei Asilus stark.

Betrachten wir als dritten Schwinger noch den von Caliphora erythrocephala (Fig. 19—22), welche ich ihrer beträchtlichen Größe wegen der Stubenfliege in diesem Falle vorgezogen habe! Die dabei zu erwähnenden Verschiedenheiten haben ihren Grund besonders darin, dass alle Theile des Schwingers sehr nahe zusammengedrängt sind, was ein Vergleich von Fig. 11, 15 und 19 wohl erkennen lässt.

Wir finden beim Beginn des Schwingers wie sonst drei getrennte Kammern, zwischen deren erste und zweite eine Zeit lang eine dicke Chitinleiste tritt. Aus der ersten Kammer bezw. dem Kanal *I*, welcher den kleineren der in den Schwinger eintretenden Nervenstämme enthält, heraus bildet sich, ohne dass es mir gelungen wäre zwei Gelenksäckchen wie bei Leptis, Tipula und nahestehenden Formen wahrzunehmen, die lange Zeit sehr unbedeutende Anlage von dem Vorder-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

randkanal *V*, welcher sogar oft eine Zeit lang lumenlos ist. In Kanal *I* finden sich die skapalen Papillen der Unterseite (Fig. 19 *u.s.P*). Kanal *II*, welcher ganz an seinem Grunde die basalen Papillen (Fig. 19 *b.P*) der Oberseite besitzt und eben so wie zu diesem auch zu dem chordotonalen Organ (Fig. 19 *ch*) von dem ihm zugehörigen Nervenstämmchen Fasern abgiebt, ist lange Zeit von Kanal *I* und auch von Kanal *III* nur andeutungsweise oder gar nicht geschieden. Auch das chordotonale Organ, welches hinter dem distalen Theil des Chitinstückes *b* in Fig. 9 liegt, ist nur sehr schwach von der Kammer *II* getrennt. Der dem chordotonalen Organ nach der Oberseite zu gegenüberliegende Gelenksack (Fig. 19 *G*) ist, wie dieses selbst, in seiner Lage im Vergleich mit Leptis nicht wesentlich verändert. Auch der nicht sehr starke Muskel (Fig. 19 *M*), welcher von seiner Befestigungsstelle an der Platte *l* zwischen dem Gelenksack und den basalen Papillen im Schwinger empor zur Gegenseite der Kammer *II* führt, wobei er zugleich die Abtrennung des chordotonalen Organs verstärkt, ist demjenigen bei Leptis noch so ziemlich gleich. Die skapalen Papillen beginnen auf der Oberseite in Kanal *II* neben dem Ende der basalen Papillen, auf der Unterseite in Kanal *I*, nachdem sich von demselben Kanal *V* abgesondert hat, und finden sich beiderseits in etwa gleicher Ausdehnung und Entfernung vom Grunde des Schwingers (Fig. 19).

Die Deutung der verschiedenen Kammern wird bei Caliphora und Verwandten noch, abgesehen von der verhältnismäßigen, in Kapitel IV besprochenen Kleinheit des ganzen und also auch der sämmtlichen Theile, dadurch erschwert, dass häufig die Vorderrandkammer *V*, welche eben so wie z. B. bei Leptis, stark nach der Oberseite gebogen ist, mit derselben, d. h. also mit der oberen Wand von Kanal *II* zum Theil verwächst, wodurch auf manchen Schnitten eine von Chitin umschlossene Höhle (Fig. 19) gebildet wird, welche gerade bei dem Beginn der skapalen Papillen der Oberseite (Fig. 19 *o.s.P*) sich findet und die am nächsten beim Grunde des Schwingers liegenden derselben demnach einschließt. Dabei kann der äußerste Theil von Kanal *V* als lumenloser Fortsatz noch frei bleiben und die Verwachsung erst weiter innen an Kanal *V* eintreten. Kanal *III* ist nie von beträchtlicher Größe, aber, wie immer, sehr verschieden gestaltet: bald einen frei hervorstehenden Fortsatz bildend, bald eng, bald weit, bald durch Hypodermisbalken und begleitendes Chitin in zwei Theile getheilt, meistens aber mit Lumen.

Allmählich bildet sich in gleichem Schritt mit der Abnahme der Papillen eine Vereinfachung der Kanäle, und zuletzt bleiben im Stiel nach Verschmelzung des tracheenhaltigen Mittelkanals *II*, des Kanals *I*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und des Hinterrandkanals *III* nur noch zwei Kanäle übrig: der Vorderrandkanal *V* und der nun Hinterrandkanal zu nennende Kanal *II*; der letztere enthält, wie zu erwarten ist, die Trachee, während Kanal *V* an seiner Vorderseite etwas längere Haare besitzt (Fig. 8, 9 und 20). Der Stiel ändert sich aber bald wieder, indem besonders die Kammer *II* zunimmt und dann ziemlich plötzlich und schnell die, die beiden Kanäle trennende, kurz vorher fast fehlende, Hypodermiswand sich sehr verbreitert und damit den Boden für die Endblase herstellt. Zu beiden Seiten dieser auf der Unterseite breiter als auf der Oberseite erscheinenden etwa wagerechten Hypodermiswand (Fig. 21) bleiben Kanäle frei, über die Mitte der Wand sieht man meistens eine Trachee quer von vorn nach hinten verlaufen. Außerdem ist die Stelle der Oberseite, an welcher die Hypodermiswand festsitzt, ziemlich tief nach innen gezogen, so dass also auf der Außenseite bei Oberflächenansicht eine etwa horizontale Furche zu sehen ist, ferner ist die letzte Andeutung von Kanal *V* durch eine weitere Furche auf der Oberseite bewirkt. Sehr bald verschwindet der Boden der Blase, welche schon in dieser Höhe Anfänge des Zellhaufens, in den die Trachee ausmündet, enthalten kann, höchstens der hintere Theil der den Boden bildenden Hypodermiswand bleibt noch eine kurze Zeit bestehen. Die Größe der Blase nimmt nun noch eine Zeit lang zu, die eine Furche, welche die letzte Andeutung von Kanal *V* erzeugt, bleibt sich gleich und läuft am Vorderrand der Blase in die Höhe (Fig. 8), neben ihr nach der Unterseite zu ist manchmal durch eine weitere Furche die Andeutung eines »Anhangs« hervorgebracht. Etwas nach dem Aufhören der den horizontalen Boden der Blase bildenden Hypodermiswand beginnt nun auf der Unterseite ein durch eine Hypodermiswand abgegrenzter Kanal, der meistens mit Lumen versehen ist, hier und da aber stellenweise dasselbe entbehren kann. Während dieser Kanal der Kuppel sich nähert, kommt demselben von der Decke her eine Furche entgegen, welche einen schmalen unteren Streifen von der Endblase abtrennt. Dieser Streifen nun ist sehr verschieden stark ausgebildet, bald ist er nur als lumenloser Fortsatz des ebenfalls von der Blase losgetrennten Kanals nach hinten und distalwärts vorhanden und geht etwas weiter proximal in die Falte über, welche auf der Vorderseite durch den Hypodermiswandboden der Blase gebildet wird, bald hat der Striemen nach vorn zu ein mit der Blase zusammenhängendes Lumen (Fig. 22), welches sich mit dem des Kanals vereinigen kann, dann kann der Striemen eben so nach der anderen Seite sich fortsetzen, und auch dort kann derselbe ein Lumen haben, welches proximal in die Blase und distal in den Kanal übergehen kann. Dass der im Köpfchen angelegte neue

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kanal dem Kanal *II* der anderen Formen (Tipula, Leptis etc.) entspricht, scheint mir sehr wahrscheinlich.

Bei Musca domestica, welche ich ebenfalls untersuchte, fand ich keine erheblichen Unterschiede von Caliphora.

Was die Darstellung von Lee (20) betrifft, so ist dieselbe nur zum Theil zutreffend, die großen Schwankungen, die sich gerade in Beziehung auf die Bildung des Köpfchens unter den Exemplaren derselben Art finden, machen in diesem Fall die Untersuchung, die schon ohnehin bei Caliphora nicht gerade leicht ist, noch um ein Beträchtliches verwickelter. Lee ist der Ansicht, dass die in Fig. 21 abgebildete Hypodermiswand, welche den Boden der Endblase bildet, schneckenförmig gewunden ist, entsprechend der hinteren Furche in Fig. 8 und 9, und dass sie so das Innere der Endblase in zwei Kammern theilt. Bemerkt sei noch, dass die Behauptung Lee's (20, p. 368), nach welcher der Schwingernerv sich bei Caliphora vomitoria erst im Inneren des Schwingers theilen soll, meinen Beobachtungen an Caliphora erythrocephala widerspricht.

VII. Von dem Inhalt der Kanäle und der Endblase.

Im Inneren der Kanäle und in der Endblase befindet sich, abgesehen von den Nervenendapparaten (auf welche im nächsten Kapitel die Rede kommen wird), so lange das Thier lebt, Blutflüssigkeit; stirbt das Thier, so schrumpft die Endblase ziemlich schnell zusammen, wenn der Thorax nicht durch Zufuhr der nöthigen Flüssigkeitsmenge vor dem Vertrocknen geschützt wird (siehe Kapitel II). Das Blut enthält Blutkörperchen, welche etwas rundlich, bei Caliphora erythrocephala (Fig. 27) einen Durchmesser von 9 μ haben; der verhältnismäßig große rundliche Kern, in dessen Innerem Kernkörperchen zu sehen sind, hatte einen Durchmesser von 4,5 μ. Diese Blutkörperchen finden sich sowohl in der Endblase als in den Kanälen. Das Blut tritt ein durch die in den Kanälen trotz der Nervenstämmchen freibleibenden Wege, welche zu den Thoraxbluträumen führen.

Die kleinen Zellen, welche Lee (20, p. 390) im Inneren der von ihm so genannten unteren Kammer, welche dem unter dem Boden der Endblase befindlichen, also durch das Ende der Kanäle gebildeten Raume entspricht, scheinen mir hierher zu gehören, sie sind meistens einkernig isolirt, rundlich, auch der Größe nach (Lee, Fig. 18 und 21) stimmen sie wohl zu dieser naheliegenden Annahme. Die Lee'sche Auffassung, dass diese kleinen Zellen Embryonalstadien der in der oberen Kammer sich befindenden Zellen seien, scheint mir keine genügende Erklärung zu geben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die bis zum Boden der Endblase ziemlich starke Trachee geht in derselben, abgesehen von einigen kleinen Ästchen zur Hypodermis, welche ich quer durch die Endblase verlaufen sah (Leptis, Caliphora), in einen Haufen großer Zellen über, welcher bei und auch innerhalb der verschiedenen Arten sehr verschieden gestaltet ist. Bei Tipula bildet derselbe eine, frei in der im Köpfchen befindlichen Blutflüssigkeit liegende Hohlkugel mit verschieden vielen Öffnungen an verschiedenen Stellen. Bei schwacher Vergrößerung erinnert das Bild auf dem Querschnitt an ein von sehr großen Zellen gebildetes Epithel, dasselbe erweist sich aber bei starker Vergrößerung als ziemlich regellos an den verschiedenen Stellen aus einer, zwei oder mehr Schichten zusammengesetzt. Bald befindet sich dieser im Querschnitt einen unregelmäßigen häufig unterbrochenen Ring darstellende Haufen nur in der Blase, bald reicht er noch in den einen oder den anderen der Randkanäle herein (Fig. 14); bald auch löst sich die Hohlkugel in mehrere Klumpen auf; bald ist sie oben geschlossen, bald offen, kurz, sie kann fast jede Gestalt annehmen und auch ihre Größe ist sehr verschieden. Eben so unregelmäßig ist dieselbe bei Leptis (Fig. 18), Asilus u. a., nur ist die Ringform dort weniger häufig. Bei Musca, Caliphora (Fig. 22) endlich fehlt dieselbe fast gänzlich und es bleibt nichts übrig als ein regelloser Zellhaufen von sehr wechselnder Ausdehnung, welche mit der Größe der Trachee Hand in Hand geht, mit unregelmäßigen Lücken, in welchen sich manchmal Blutkörperchen befinden; auch in den sich von der Blase abtrennenden Kanal und die durch die Furche begrenzte Höhlung kann der Zellhaufen hereinreichen. Einige der Zellen können sogar noch durch die vordere oder hintere Öffnung (siehe oben in Kapitel VI) am Boden der Endblase in das Ende der Randkanäle hereinhängen.

Einmal, im Köpfchen einer Tipula paludosa (?) konnte ich von diesen Zellen keine Spur entdecken; die Trachee führte in diesem Fall zu der stark verdickten Hypodermis der Endblase.

Was nun die Zellen selbst betrifft, so sind sie vor Allem von sehr beträchtlicher Größe. Bei Tipula paludosa (?) (Fig. 23) betrug die Länge 28—46 μ, die Breite meist 23 μ, bei Leptis scolopacea (Fig. 24) waren die Zellen durchschnittlich 37 μ lang, die Breite betrug bis 32 μ, bei Caliphora erythrocephala (Fig. 26) betrug die Länge 32—44 μ, die Breite 23—28 μ, bei Asilus pallipes (Fig. 24) betrug die Länge sogar bis 103 μ bei einer Breite von bis zu 51 μ!

Bezeichnend für die Zellen ist ferner die deutlich hervortretende Zellhaut, die sie umgiebt und die sehr oft lebhaft gewellt ist (siehe bes. Fig. 24 und 25). Meistens sind diese Zellen einkernig, selten, so

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

z. B. bei Caliphora zweikernig. Zellen mit mehr als zwei Kernen sah ich nie, doch sollen die Kerne nach Lee (20, p. 390) bei Caliphora vomitoria bis zu zwölf und mehr in einer Zelle auftreten!

Der Kern ist umgeben, jedoch überall deutlich abgesetzt, von einer verschieden großen Menge von Protoplasma, welches aber nie, auch nicht bei den an Protoplasma verhältnismäßig sehr reichen Zellen von Asilus, die von der Zellhaut gebildeten Grenzen ausfüllt, sondern mehr oder weniger große Vacuolen, welche Lee (20, p. 390) für Caliphora vomitoria sehr gut beschreibt, übrig lässt, so dass im äußersten Fall (Caliphora, Fig. 26) nur noch einige zarte Protoplasmabrücken übrig bleiben, welche vom Kern zur Zellhaut führen und auch die Kerne unter sich verbinden. Der übrige Inhalt der Zelle ist glashell. Bei Tipula und Caliphora liegen die Kerne nicht der Wand der Zelle an und sind dem entsprechend rundlich; bei Caliphora liegen sie ungefähr in der Mitte, bei Tipula dem Rande ziemlich nahe. Bei Asilus und Leptis aber liegen die Kerne, und zwar beim ersteren immer, bei der letzteren fast immer der Zellhaut an und haben dem zufolge eine etwas andere Gestalt. Bei Asilus sind sie nämlich langgestreckt, während sie bei Leptis sehr häufig einer Einbuchtung der Wand anliegend (Fig. 24), dieser sich genau anschmiegen und dann nach innen auf dieser Stelle der Wand als Grundlinie einen mehr oder weniger abgestumpften Kegel bilden. Ihre Lage ist dabei nicht der freien, von Blut umgebenen Seite der Zelle, sondern der daneben liegenden Zelle zugekehrt, so dass man an eine Aufgabe der Kerne, die mit ihrer Lage am Rande in Zusammenhang stehen könnte, kaum denken darf. Der Durchmesser der Kerne betrug bei Tipula paludosa (?) 6—7 μ, bei Caliphora 8 μ, bei Leptis fand ich den Kern bis 9 μ lang, bei Asilus, dessen Zellen unter den von mir untersuchten die größten waren, sogar bis 16 μ.

Im Kern, dessen Chromatinbestandtheile sich mit Boraxkarmin stark färben, befindet sich ein, selten zwei rundliche Kernkörper; einmal, bei Asilus sah ich (Fig. 25) in dem Kern außerdem noch ein kleines homogen gefärbtes Bläschen. Das Kernkörperchen hatte bei Caliphora einen Durchmesser von 2,3 μ.

Bolles Lee, welcher die Zellen bei Caliphora (20, p. 389 ff.) ausführlich beschreibt, fand ebenfalls, dass dieselben aus den Tracheen hervorgehen, »an welchen sie gewissermaßen aufgehängt sind«, und führt dieselben wohl mit Recht auf die von Weismann (37) in der Larve der Dipteren beschriebenen »guirlandenförmigen Zellstränge« zurück. Auch die Wellenlinien, welche die Zellhaut bildet und die auffallende Anlagerung der Kerne an dieselbe bei Leptis weisen auf den Ursprung dieser Zellen aus Tracheen hin.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ob die Zellen selbst eine bestimmte Aufgabe haben, scheint mir in Anbetracht ihrer sehr verschieden starken Ausbildung, welche manchmal einen Blutumlauf im Köpfchen fast unmöglich macht, während das andere Mal nichts oder fast nichts von diesen Gebilden zu sehen ist, ferner in Erinnerung an ihre sehr verschiedene Gruppirung, eben so wie Bolles Lee, welcher der wohl richtigen Ansicht ist, dass sie in fetthaltige Zellen sich umwandeln, sehr unwahrscheinlich. Ob aber dieser Zellhaufen für den Schwinger nicht doch eine Bedeutung hat, darauf werden wir später zurückkommen.

Der Grund des Vorhandenseins dieses Zellhaufens liegt vielleicht in der im Vergleich zum Flügel sehr geringen Größe des Schwingers, welche ein Auswachsen der in denselben eintretenden Trachee, wie es im Flügel vor sich geht, unmöglich macht.

VIII. Von den Nervenendapparaten im Schwinger.

Bei der Besprechung der im Inneren des Schwingers vorhandenen Kanäle fanden wir, dass die Nerven an verschiedenen Stellen im Fuß desselben ihr Ende erreichen. Vier solcher Stellen, welche sich durch ihre bedeutendere Ausdehnung auszeichneten, haben wir besonders erwähnt, nämlich:

1) Eine Stelle, bei der die den Nervenendapparat nach außen abschließende Chitindecke nicht in bestimmter Weise gekennzeichnet ist, dieselbe befindet sich auf der Unterseite des Schwingers. Bei Musca und Eristalis (Fig. 7 und 9) ist es der mehr distal liegende Theil der Platte *b*; bei Tipula und Leptis auf Fig. 3 und 5 ist die Stelle durch das Zeichen X hervorgehoben, im Querschnitt ist die Stelle zu sehen auf Fig. 11, 15 und 19 *ch*.

2) Eine Stelle, welche bei der Ansicht von der Oberfläche durch bestimmte Bildungen der Chitindecke kenntlich ist, und an der Oberseite des Schwingers, nahe beim Grunde desselben, liegt, daher von Graber basale Platte genannt wurde; sie ist (in Kapitel V) als Platte *l* bezeichnet und auf Fig. 2, 4, 6, 8 in der Oberflächenansicht zu sehen. Auf Fig. 11 (Tipula), 15 (Leptis) und 19 (Caliphora) ist die Platte (*b.P*) im Querschnitt getroffen.

3) und 4) Zwei weitere Platten auf der Ober- und Unterseite etwas distal von der basalen Platte, daher von Graber skapale Platten genannt. Beide sind ebenfalls von außen durch Chitinbildungen bezeichnet. In der Oberflächenansicht sind sie zu sehen auf Fig. 2—9 *o.s.P* und *u.s.P*, und im Querschnitt, bei Leptis und Tipula jedoch nur auf der Unterseite, auf Fig. 11, 15 und 19 (*o.s.P* und *u.s.P*).

Außer diesen leicht zu findenden Stellen zeigen sich aber bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

genauer Prüfung noch die folgenden durch Chitinbildungen bezeichneten Stellen, zu welchen ebenfalls Fasern von den beiden Nervenstämmen sich begeben, und zwar:

5) Eine kleine Gruppe von Papillen auf der Oberseite, welche sich neben der basalen Platte befindet, jedoch von derselben getrennt ist. In Oberflächenansicht ist sie zu sehen auf Fig. 4, 6 und 8 (*o.H.P*) bei Leptis, Eristalis, Musca. Dieselbe scheint bei Tipula zu fehlen, auf dem Querschnitt ist die Gruppe auf Fig. 15 (*o.H.P*) bei Leptis getroffen und wurde im vorletzten Kapitel kurz erwähnt. Der Einzige, der sie meines Wissens bisher beobachtete, ist Hicks (13).

6) Eine kleine Anzahl einzelner Papillen, ebenfalls auf der Oberseite, in der Vertiefung zwischen der Vorderrandader und der skapalen Platte. Diese Gruppe reicht manchmal distal noch etwas über diese skapale Platte heraus, sie wurde bei Tipula in Kapitel VI erwähnt und ist zu sehen in Fig. 2 (Tipula). Auch diese Gruppe hat bisher nur Hicks, und zwar bei Tabanus erwähnt.

7) Eine kleine Gruppe nahe beisammen liegender Papillen, tief am Grunde der Unterseite am hinteren Rand des Stückes *c* gegen das Stück *b* hin; dieselbe wurde im vorigen Kapitel bei Tipula kurz erwähnt, sie ist in der Oberflächenansicht zu sehen auf Fig. 3 (*u.H.P*, Tipula). Hicks war wahrscheinlich auch diese Gruppe, und zwar bei Tipula, schon bekannt.

Von diesen sieben Stellen ist die erste auffallend durch das Fehlen jedweden äußeren Kennzeichens, ihre Untersuchung lässt klar erkennen, was Lee (20, p. 368 ff.) über sie sagt, nämlich, dass hier unter dem Chitin ein chordotonales mononematisches Organ verborgen liegt; eine genauere Untersuchung derselben habe ich nicht vorgenommen. Das Organ ist bei allen von mir untersuchten Arten, und zwar immer an der nämlichen Stelle, nämlich hinter dem in Kapitel VI erwähnten Gelenksack vorhanden. Die von Leydig (22) und Graber (12) bei den von ihnen untersuchten Dipteren (Musca, Eristalis etc.) gefundenen Hörstifte rühren von diesem Organ her.

Die sechs übrigen der erwähnten Stellen sind in ihrem feineren Bau zum Theil beträchtlich verschieden, und es scheint mir desshalb nöthig die verschiedenen Formen einzeln zu behandeln:

1) Die zwei skapalen Platten (Fig. 28, 30—32, 34, 35, 37 *o.s.P* und *u.s.P*) lösen sich bei mittlerer (etwa 300 facher) Vergrößerung in eine Anzahl einzelner kleiner Papillen auf, welche bei Tipula (Fig. 28 und 30) von einander vollständig getrennt, bei anderen Formen, so z. B. besonders bei den Musciden (Fig. 31 und 32), vollständig an ihren Seiten mit einander verwachsen sind. Die einzelnen Papillen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der beiden Platten eines Schwingers sind unter einander vollständig gleich.

Die Anzahl der Papillen betrug auf der Oberseite bei Tipula vernalis 55—70, bei Leptis vitripennis 172—173, bei Empis tesselata 135, bei Eristalis tenax 123—145, bei Leria serrata 49—59 (?); auf der Unterseite zählte ich bei Tipula 53—59, bei Eristalis tenax 112—116 Papillen.

Es ist also die Zahl der Papillen auf der nämlichen Seite, bei der nämlichen Art keine feste, sondern schwankt um ein Beträchtliches. Auch bei den beiden Schwingern einer und derselben Fliege ist, wie ich beobachtete, die Zahl der Papillen nicht ganz gleich. Eben so ist die Anzahl derselben an der Unterseite und Oberseite bei der nämlichen Art eine verschiedene, und zwar war in den Fällen, in welchen ich die Papillen auf beiden Seiten zählte (siehe die vorhergehenden Angaben), oder, weil dies aus einem weiter unten folgenden Grunde sehr schwer war, durch Abschätzen die Zahl der Papillen annähernd zu bestimmen suchte, auf der Oberseite die Zahl der Papillen etwas größer als auf der Unterseite. Am größten ist jedoch die Verschiedenheit der Papillenzahl bei den verschiedenen Arten; Leria z. B. hat auf der Oberseite nicht den dritten Theil der Papillen, welche bei Leptis dort zu finden sind. Jedenfalls ist die Ursache dieser Verschiedenheit nicht allein in den Größenunterschieden der Schwinger oder der verschiedenen Formen zu suchen; vielleicht hat die Größe, da ja z. B. Tipula und Leria auf der Oberseite etwa gleich viel Papillen besitzen, sogar hierbei fast gar nichts zu sagen.

Ein weiterer Unterschied scheint zwischen der Richtung der einzelnen Papillen, und zwar besonders denen der Oberseite zu bestehen, es befindet sich nämlich in der Mitte jeder Papille ein von parallelen Rändern begrenzter Spalt, und die Richtung dieses Spaltes ist es, welche bei den verschiedenen Papillen eines Schwingers verschieden zur Längsachse desselben gestellt erscheint. Während derselbe nämlich bei allen Papillen der Unterseite ziemlich die gleiche Richtung hat, und zwar ist er parallel zur Längsachse des Schwingers gestellt, scheint dies bei den Papillen der Oberseite nicht immer der Fall zu sein. Wir sehen nämlich den Spalt nur in den näher dem Stiel, d. h. mehr in der Höhe liegenden Papillen etwa gleich mit der Schwingerlängsachse laufen; bei den mehr in der Tiefe befindlichen Papillen aber scheint der Spalt, in der Oberflächenansicht gesehen, einen verschieden starken Winkel zu der Längsachse des Schwingers zu bilden. Bei Tipula (Fig. 28), wo alle Papillen von einander getrennt sind, liegen diese fast quer gerichteten, der Zahl nach

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(11—16) gegen die anderen (43—54) meist schwächeren Papillen in der Mitte, an einer steil abfallenden Wand zwischen zwei aus einander gehenden Schenkeln, welche von den anders gerichteten Papillen gebildet werden. Auch in diesen beiden Schenkeln sind die Spaltrichtungen beträchtlich von einander verschieden. Doch gehen die Richtungen in der Höhe, da, wo sich die beiden Schenkel vereinigen, in einander über (Fig. 28). Bei den Arten (Fig. 31, 35, Eristalis, Leria), bei welchen die Papillen in mehr oder weniger deutliche Reihen (siehe unten) geordnet sind, weichen ebenfalls die näher beim Grunde des Schwingers liegenden Reihen mit der Richtung ihrer Spalten beträchtlich von der Längsachse des Schwingers ab, und winden sich zugleich an ihrem Ende um die Ader, die sie trägt, herum (Fig. 31). In den höheren Reihen ist ein Abweichen der Spaltrichtungen von der Längsachse nicht zu bemerken.

Diese scheinbare Verschiedenheit in der Richtung der Papillen, bezw. ihrer Spaltöffnungen, hat ihren Grund darin, dass der Fuß des Schwingers nach dem Stiel zu an Durchmesser abnimmt, dadurch wird die Fläche, welche die Papillen trägt, zur Längsachse des Schwingers geneigt und die Höhenachse der einzelnen Papillen steht in Folge dessen nicht senkrecht zur Längsachse des Schwingers, sondern bildet nach der Tiefe zu einen spitzen Winkel mit derselben. Diese Thatsache hat nun bei den Papillen, welche in der Mitte eines solchen nach oben mit der Längsachse konvergirenden Feldes liegen, besonders wenn dieses, wie dies bei dem Papillenfelde der Unterseite der Fall ist, nicht sehr geneigt ist, für die Oberflächenansicht kaum eine sichtbare Wirkung. Sehr deutlich wird dieselbe aber, wenn, wie z. B. auf der Oberseite von Tipula (Fig. 28) die skapale Platte im Ganzen lebhaft geneigt ist, ferner, wenn die Papillen, wie bei Leptis, Eristalis, Leria (Fig. 31, 35, 37) auf der Oberseite am Grunde des skapalen Feldes zu sehen ist, auf die Seite der plötzlich viel stärker geneigten Platte treten, dann scheint die Richtung des Spaltes, besonders wenn, wie bei Kalilaugepräparaten, nach welchen Fig. 28—37 gezeichnet sind, der Schwinger etwas platt gedrückt ist, deutlich von der der Schwingerlängsachse abzuweichen; ähnlich ist das Verhalten der »quergestellten« Papillen bei Tipula (Fig. 28), auch dort liegen die Papillen an einer, diesmal sehr stark nach innen und nach der Tiefe geneigten Wand.

Eine andere Verschiedenheit unter den einzelnen Papillen entsteht dadurch, dass die Chitinplatte, in welche dieselben eingefügt sind, stark gewölbt ist (z. B. bei Leria Fig. 31), wie auch auf dem Querschnitt (Fig. 11, 15 und 19) zu sehen ist. Dies ist sowohl auf der Oberseite wie auf der Unterseite der Fall, und eine praktische Folge davon

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist, dass die Papillen, und zwar besonders die der Unterseite, sehr schwer zu zählen sind. In Folge dieser Wölbung des Chitins nun werden die Höhenachsen bei den einzelnen Papillen auf dem nämlichen Querschnitt nicht parallel laufen, sondern im Inneren des Schwingers unter verschiedenen Winkeln sich schneiden.

Die Platte der Oberseite fand ich bei Tipula vern. breit	76—84 μ u. lang	126—132 μ
Die Platte der Oberseite fand ich bei Leptis vitrip. breit	53 » » »	280—296 »
Die Platte der Oberseite fand ich bei Empis breit	53 » » »	210 »
Die Platte der Oberseite fand ich bei Eristalis breit	59—62 » » »	202—230 »
Die Platte der Oberseite fand ich bei Leria breit	28—36 » » »	77—83 »
Die Platte der Unterseite fand ich bei Tipula vern. breit	34—42 » » »	182—196 »
Die Platte der Unterseite fand ich bei Eristalis breit	45—50 » » »	174—190 »

Die Angaben über die Breite haben ziemlich wenig Werth, da die Wölbung der Chitinplatte bei den verschiedenen Arten eine verschieden starke ist. Bei Tipula ist die Platte der Unterseite (Fig. 30) gegenüber der der Oberseite auffallend schmal, die Länge ist, wenn sie auch häufig im Verhältnis der Anzahl der Papillen sich ändert, doch manchmal auch durch andere Ursachen beeinflusst, so z. B. bei Tipula, wo die geringere Zahl der Papillen der Unterseite auf eine viel größere Strecke vertheilt ist, als die größere der Oberseite, dann bei Leria, bei welcher fast die gleiche Zahl der Papillen wie auf der Oberseite von Tipula auf weniger als die Hälfte der Ausdehnung in die Länge zusammengerückt ist. Der Grund mag im letzten Fall zum Theil in der Kleinheit der Schwinger liegen.

Die Entfernung des Plattenanfanges am Grunde vom Anfang der Chitinplatte *c* auf der Unterseite, und *c'* auf der Oberseite, welche zwar etwas oberhalb des Anfangs des Schwingers liegt, aber doch bei einer solchen Messung sehr empfehlenswerth ist, besonders da sie von beiden Seiten zu sehen ist, und da sich der Schwingeranfang doch nicht auf eine bestimmte Stelle fixiren lässt, betrug

bei Tipula vern. auf der Oberseite	170—198 μ
bei Leptis vitrip. » » »	208 »
bei Empis » » »	189 »

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bei Eristalis	auf der	Oberseite		189 μ
bei Musca	»	»	»	113 »
bei Leria	»	»	»	94 »
bei Tipula vern.	»	»	Unterseite	76—94 »
bei Leptis vitrip.	»	»	»	208 »
bei Empis	»	»	»	189 »
bei Eristalis	»	»	»	189 »
bei Musca	»	»	»	113 »
bei Leria	»	»	»	94 »

Die Entfernung der Platte vom Schwingeranfang ist also, wie schon im Kapitel VII erwähnt wurde, meistens auf Ober- und Unterseite gleich groß; nur bei Tipula greifen die Papillen der Unterseite um ein Beträchtliches weiter herab als die der Oberseite, ein Grund hierfür ist ohne Weiteres nicht ersichtlich. Der Vergleich der bei den verschiedenen Formen erhaltenen Werthe unter einander ergiebt eine im Verhältnis zu den Schwankungen der Länge des Schwingers (siehe Kapitel IV) nur geringe Verschiedenheit, welche bei den verschiedenen Arten nicht viel über das Doppelte hinausgeht, und, wenn man die Frage, warum bei Tipula die Papillen der Unterseite tiefer herabgreifen, für sich behandelt, so ziemlich mit der Länge der Basis Hand in Hand geht.

Zwischen den Papillen befinden sich gleichmäßig vertheilt kleine Härchen (Fig. 28, 30—32, 34, 35, 37), doch nicht so, dass sie dieselben, wie Hicks und auch später Künkel (17) behaupten, paarweise überdecken würden.

Die Papillen selbst sind sehr verwickelt gebaut. Betrachten wir dieselben zuerst von oben, und zwar der Einfachheit halber bei einer Art, deren Papillen seitlich nicht verwachsen sind, so sehen wir bei oberster Einstellung des Tubus (Fig. 49, Tabanus) einen nach oben gewölbten Spalt mit parallelen Rändern, zwischen welchen wir fast gleichzeitig einen langgezogenen Strich bemerken. Bei etwas tieferer Einstellung erweitert sich der Spalt ein klein wenig (Fig. 50), der Strich (*H* in der Fig.) wird ein klein wenig breiter und länger und löst sich in zwei zarte aus Chitin bestehende Längsstreifen auf, die an den Enden durch etwas dickere Querstriche begrenzt werden. Zwischen diesen Längsstreifen sieht man bei Fig. 50, einem Präparat von Tabanus, welches mit Goldchlorid behandelt ist, einen dunkel gefärbten, langgezogenen, schmalen Strich, welcher sich bei noch tieferer Einstellung bald zu einem rundlichen dunklen Fleck zusammenzieht. Dieser Fleck nun ist umgeben von einem hellen Hof, welcher durch die aus einander weichenden und ein Oval oder einen Kreis bildenden Chitinstreifen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Fig. 50 gebildet wurde. Nach außen von diesem Ring sehen wir bei dieser Einstellung bei den nicht verwachsenen Papillen zwei bohnen- oder halbmondförmige Vorhöfe, welche dem Raum im Inneren der beiden, weiter unten zu besprechenden Duplikaturen, entsprechen. Der aus Chitin hergestellte Ring geht einerseits über in die beiden inneren Hälften der die eigentliche Papille bildenden Chitinduplikatur (vgl. Fig. 51 *D*), andererseits an den beiden Stellen, wo diese sich nicht finden, also an den beiden Enden des von jenen gebildeten Spaltes geht der Ring über in das allgemeine Körperchitin.

Nach oben zu, d. h. ins Innere des Papillenraumes, geht das den Ring hier vertretende Körperchitin an diesen Stellen über in die beiden dicken Querstücke, welche den zwischen den beiden Lippen der Duplikatur liegenden Längsstrich begrenzen und bei noch höherer Einstellung eben diesen Längsstrich auch bilden (Fig. 69). Auf Fig. 39, 45, 59, 62, 72, welche nach Kalilaugepräparaten von Tipula, Leptis, Eristalis, Sarcophaga, Leria gezeichnet sind, ist meistens noch eine Andeutung des dunklen Flecks vorhanden, bei Tipula fehlt sie aber. Deutlich sind ferner die beiden dicken queren Begrenzungen des Längsstrichs (*H*), welche zwar, da diese Figuren nicht einer bestimmten, sondern verschiedenen Einstellungen entstammen, streng genommen nicht gezeichnet werden dürften, weil der Längsstrich am Grunde in den Ring und das Körperchitin übergeht; der Verständlichkeit wegen aber wurden diese Theile doch wiedergegeben.

Betrachten wir die Papillen auf Schnitten, welche quer zur Längsachse des Schwingers gerichtet sind, so können wir Papillen finden, welche in der Richtung ihrer Höhenachse, senkrecht zum Spalt, getroffen sind (Fig. 38, 44, 51, 52, 56, 68). Auf denselben sehen wir wieder oben den Spalt zwischen den zwei Chitinduplikaturen. In den Raum zwischen der äußeren und inneren Wand jeder Duplikatur reicht Hypodermisgewebe hinein. Die beiden Duplikaturen (*D*), deren äußere Wand vom allgemeinen Körperchitin ausgeht, überwölben ein rundes Loch derart, dass oben nur der schmale, schon erwähnte Spalt zwischen beiden frei bleibt. Die beiden Lippen des Gewölbes laufen an ihren sich gegenüber stehenden Enden jedoch nicht spitz aus, sondern sind ziemlich breit, nur bei Tipula etwas schmal, so dass sich zwei Flächen, welche etwas nach oben zusammengeneigt sind, gegenüber stehen. In dem Spalt zwischen beiden Flächen liegt, nicht bis zu dessen oberflächlichem Rande reichend, ein aus Chitin gebildeter, viereckiger, ziemlich dicker Körper (*H*), an diesen fügt sich nach innen zu ein dunkler Strang an, welcher dem von oben gesehenen rundlichen dunklen Fleck entspricht; der Strang ist an seinem Ende unter dem Chitinstücke

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

oft etwas gekrümmt (Tipula), auch sonst nicht immer ganz gerade. Der Strang zieht sich durch die ganze rundliche Höhle hindurch, bis zu ihrem Boden. Auf Fig. 44 (Bibio) und Fig. 56 (Asilus), welche nach Schnitten, die mit Boraxkarmin gefärbt sind, gezeichnet sind, ist an diesem Strang, deutlicher als an Goldchloridpräparaten, eine Differenzirung, wie sie Lee (20, p. 381) beschreibt, wahrzunehmen; es befindet sich nämlich direkt unter dem Chitinviereck ein nach unten zu verschmälertes stark gefärbtes Endstück von 1,1 μ Länge, welches mit seinem verschmälerten inneren Ende auf dem ebenfalls etwas stärker gefärbten gleich langen Endstück des weiter zur Tiefe führenden Stranges, der innerhalb der Höhle noch die Länge von 2,3 μ hat, aufsitzt. Bei Asilus sah ich in diesem Endstück eine helle Linie verlaufen (Fig. 56). Am Boden der Höhle steht der Strang durch eine sehr zarte Fortsetzung der Hypodermis mit dieser in Zusammenhang und findet, wie ich bei Tipula (Fig. 38) deutlich sah, sein Ende in einem Trichter, welcher von der an dieser Stelle verdickten Nervenfaser gebildet wird. Bei anderen Arten (Tabanus, z. B. Fig. 51) konnte ich von einem Trichter nichts wahrnehmen, sondern sah nur eine Verdickung der Nervenfaser, da wo der Strang aus ihr hervorgeht. Die Nervenfaser führt zu einer bipolaren Ganglienzelle (*G*), deren anderer Fortsatz die zum Thoraxganglion verlaufende Nervenfaser ist.

Außer diesen Theilen ist nun aber auf besonders günstigen Schnitten der eben erwähnten Art noch eine weitere Bildung in der Papille wahrzunehmen: es geht nämlich auf beiden Seiten an der Stelle, wo die innere Wand der Duplikatur (*D*) nach dem Grunde zu in dem Ring aufhört, eine sehr feine Wand etwas nach außen gewölbt von diesem Ende der inneren Wand der Duplikatur aus in die Höhe und setzt oben an das viereckige Chitinstück an, bringt dieses also auf beiden Seiten mit dem Chitin der Papillen in Zusammenhang. Dass dieses viereckige Chitinstück sich bei sehr starker Vergrößerung in zwei schmale Lamellen auflöse, welche die eigentliche Nervenendigung, ein feines Härchen, zwischen sich nehmen, wie Lee (20, p. 379 ff.) behauptet, davon konnte ich bei keiner der von mir untersuchten Arten, obgleich ich große Mühe auf diesen Punkt verwendete, etwas wahrnehmen. Von einem eigentlichen Endhaar, wie Lee es beschreibt, sah ich nichts, ich sah vielmehr, wie schon oben (bei Tabanus, Fig. 50) erwähnt wurde, den in der Höhlung verlaufenden Strang sich gleichmäßig nach oben zu ausbreiten.

In Fig. 52, 65 (Laphira, Caliphora) sind Papillen abgebildet, bei welchen der Schnitt zwar ebenfalls senkrecht zum Spalt geführt ist, aber nicht durch die Höhenachse geht, sondern parallel zu derselben, und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Papillen unberührt lässt, so dass wir auf diesen Bildern also Papillen von der Seite sehen. Die Erklärung derselben macht keine weiteren Bemerkungen nöthig.

Betrachten wir nun die Papillen auf Schnitten, die in der Höhenachse und in der Richtung des Spaltes geführt sind (Fig. 53, 66), so erkennen wir zuerst wieder den vom zuführenden Nerven ausgehenden Achsenstrang, welcher an seinem Ende etwas verbreitert ansetzt an einem dicken etwa hufeisenförmigen Bogen (*H*), der an seinem Grunde sich sehr verdünnend und weniger lang als weiter oben, in das allgemeine Körperchitin übergeht, er entspricht dem viereckigen Chitinstück des Querschnittes und dem Strich der Oberflächenansicht; umschlossen wird dieser Bogen durch einen etwas weiter hervorragenden Halbkreis (*D*), dessen Rand eine ziemlich breite Fläche bildet, auf welcher der Bogen aufliegt. Springt der Bogen aus dem ihn festhaltenden Chitin heraus, so verbreitert er sich etwas, so dass man also annehmen muss, dass er sich eingespannt befindet, man sieht dann auch, dass die durch zwei koncentrische Kreise begrenzte Fläche, auf welcher er aufliegt, nicht bis zum Grunde der Papillen reicht, sondern bald der rundlichen Höhle Platz macht.

Während nun, wie schon oben erwähnt wurde, die Papillen bei Tipula vollständig einzeln liegen und gar nicht unter einander in Zusammenhang stehen, treten dieselben bei den höheren Formen in Zusammenhang, und zwar so, dass die äußere Wand der Duplikatur mit derjenigen der nächstliegenden Papille verwächst. Es müssen daher, wenn der Spalt der Papille ein längsgerichteter ist, Querreihen entstehen.

Die Verwachsung kann nun in verschieden starkem Grade auftreten, bei Leptis (Fig. 37) z. B. ist dieselbe noch eine sehr äußerliche, so dass man noch kaum von Reihen reden kann. Etwas mehr kommen die Reihen zum Ausdruck bei Culex (Graber [12, p. 576] behauptet von den Culiciden mit Unrecht das Gegentheil), eben so bei Empis etc. Viel stärker ausgebildet ist die Verwachsung und auch die Reihenbildung aber bei den Syrphiden und Musciden, nämlich bis zu dem Grade, dass die äußere Wand jeder Duplikatur (abgesehen von den zwei äußeren Wänden jeder Reihe, welche dieselbe auf beiden Seiten abschließen) vollständig verschwindet, und dass (Fig. 68, 65) die beiden inneren Wände zweier an einander liegender Papillen oben durch eine quere nur sehr wenig nach ihrer Mitte zu vertiefte Platte verbunden sind. Es entsteht so ein sehr festes Stück, welches also aus den Hälften zweier verschiedener Papillen gebildet wird; auch im Inneren dieser Bildung hat die Trennung der Vorhöfe der beiden Papillen aufgehört.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Es sehen schließlich, besonders bei den Musciden, die Reihen bei schwacher Vergrößerung aus, wie ganz regelmäßige Querleisten, nur selten findet sich eine kleine Unregelmäßigkeit, so z. B., dass eine am Ende der Reihe sitzende Papille um die Höhe einer halben Reihe nach oben oder nach unten verschoben ist, oder dass eine Reihe gegabelt ist (Eristalis). Zwischen den Reihen befinden sich dann, ebenfalls in regelmäßigen Reihen, die Härchen. Da, wo die Reihen aufhören, findet sich als Fortsatz derselben häufig noch ein Chitinfaltenpaar, eine Strecke weit die Breite der Reihe noch andeutend (Fig. 59, Leptis, Tabanus, Eristalis etc.).

Die Zahl der Reihen ist bei den einzelnen Arten, eben so wie die Zahl der Papillen in einer Reihe eine ziemlich bestimmte, so z. B. zählte ich bei Empis tesselata auf der Oberseite 23 Reihen, bei Eristalis tenax 20—24 Reihen auf der Oberseite, 18—22 Reihen auf der Unterseite, bei Musca 11—12 Reihen auf der Oberseite, 10—11 auf der Unterseite, bei Leria beiderseits 10 Reihen, bei Rhingia finden sich nach Hicks »ungefähr 20 Reihen«. Wie die Zahl der Reihen ist auch die Zahl der Papillen in einer Reihe innerhalb der einzelnen Art nur geringen Schwankungen unterworfen. Bei Eristalis war die größte Zahl in einer der mittleren Reihen der Oberseite acht Papillen, bei Caliphora in einer Reihe zehn Papillen. Die von Leydig (22) bei Eristalis erwähnte Ab- und Zunahme der Zahl der Papillen nach der Tiefe und nach der Höhe zu, findet sich nicht immer und fehlt z. B. auf der Unterseite von Musca nach der Höhe zu vollständig (Fig. 32).

Wir können uns nach allem Dem folgendes Bild von einer skapalen Papille machen: Zwei durch je eine Chitinduplikatur entstandene Lippen (*D*), welche mit einander eine halbkugelförmige Emporwölbung über das Körperchitin hervorbringen und eine etwas kleinere gleichartige Höhlung umschließen, reichen in ihrer Mitte nicht zusammen, sondern zwischen ihnen bleibt ein überall gleich breiter, übrigens schmaler Spalt übrig; die Enden der Lippen stehen sich dabei als ziemlich breite, durch zwei koncentrische Kreise begrenzte Flächen gegenüber. Die äußere Wand jeder Lippe geht an ihrem Grunde, wenn die Papillen nicht unter einander verwachsen sind, in das allgemeine Körperchitin über, sind die Papillen aber verwachsen, so wird sie mehr oder weniger zurückgebildet. Die innere Wand jeder der beiden Lippen geht an ihrem Grunde nur an den beiden Anfangsstellen der Duplikatur in das allgemeine Körperchitin über, mit ihrer Fläche aber geht sie in ein sehr zartes Chitinhäutchen über, welches, der inneren Wand der Papille nicht direkt anliegend, aber deren Gestalt ziemlich nachahmend nach oben strebt und daselbst in einer dicken Chitinleiste (*H*) sein Ende findet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Diese Chitinleiste liegt in dem Spalt zwischen den beiden Lippen, sie hat (Fig. 52, 66, 67) im Längsschnitt der Papille gesehen etwa Hufeisenform, ist zwischen die beiden schmalen, von der Duplikatur nicht überwölbten Stücke des Körperchitins eingespannt und an diesem ihrem Anfang sehr dünn; sie liegt frei zwischen den beiden Lippenflächen, doch nicht bis zu deren oberflächlichem Rande reichend. In dieses innerhalb des von den Lippen umschlossenen Raumes befindliche Gebilde tritt nun, nach einer dünnen Verbindung mit der Hypodermis, die Nervenfaser ein und verbreitert sich am Ende desselben. Außerdem befindet sich, besonders an den Seitenwänden des Hufeisens, noch eine dünne Hypodermisschicht. Die Verbindung der Nervenfaser mit der Hypodermis deutet wohl darauf hin, dass wir, eben so wie dies sonst bei den Sinnesorganen der Insekten der Fall ist, in dem distal von dieser Verbindungsstelle gelegenen Strang eine umgebildete Hypodermiszelle zu sehen haben, an welche der Nerv herantritt.

Es folgen nun einige Angaben über die Größenverhältnisse von skapalen Papillen verschiedener Formen:

Bei Tipula lateralis fand ich die Papillen 9,2 μ breit, bei Tipula vernalis von 8,2—8,4 μ; die Länge der Papillen und somit auch des Spaltes betrug bei Tipula oleracea 8 μ, bei Tipula vernalis 8,2—8,4 μ. Die Höhe der ganzen Papille betrug bei Tipula oleracea 6,9 μ, bei Tipula lateralis 7 μ. Der Spalt selbst hatte bei Tipula lateralis eine Breite von etwas über 2 μ, bei Tipula vernalis von 2,3 μ; die rundlich ovale Öffnung, die der Ring begrenzt, ist in der Größe ziemlich wechselnd. Ich fand denselben bei Tipula oleracea lang (die Längsachse dieses Ringes fällt mit der Richtung des Spaltes zusammen) von 4,6—7 μ, und breit von 3,5—5,7 μ. Der Ring liegt ein wenig tiefer als das Körperchitin. Die zarte Chitinhaut, welche vom Ring zum Hufeisen emporzieht, hat bei Tipula lateralis eine Höhe von 4,6 μ, die größte Breite des von ihr umschlossenen Raumes betrug ebenfalls 4,6 μ. Die Höhe des Hufeisens betrug im Ganzen bei Tipula oleracea 6,1 μ, seine Breite bei Tipula lateralis und vernalis 1,5 μ.

Der bei Tipula zarte Achsenstrang reicht nicht bis zum Ende des Hufeisens, sondern hört bei Tipula lateralis etwa 2 μ unter demselben auf. Wie viel von diesen 2 μ auf die jedenfalls beträchtliche Dicke des Hufeisens zu beziehen ist, konnte ich nicht bestimmt feststellen, jedenfalls der bei Weitem größte Theil. Der Achsenstrang hat bei Tipula lateralis eine Länge von 6,8—7,2 μ, dabei fällt aber das untere Dritttheil desselben, also etwa 2,3 μ, nicht mehr in die Papille, sondern liegt unter derselben und geht aus einem deutlichen (Fig. 38) Trichter, dessen Höhe bei Tipula lateralis 2,3 μ, dessen Breite 2 μ betrug,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hervor. Der Achsenstrang ist an diesem seinen Anfang auf dem Querschnitt der Papille sehr dünn, bei Tipula lateralis 0,23—0,3 μ, während er an seinem oberen Ende meistens beträchtlich dicker ist, bei Tipula lateralis 0,46—0,66 μ. Außerdem ist derselbe oft ein wenig gebogen oder gekrümmt, bald an seinem Grunde, bald an seinem Ende. Der zu einer bei Tipula lateralis z. B. 21 μ entfernten, bipolaren Ganglienzelle (s. den Schluss des Kapitels) führende Nerv hat bei derselben Art eine Breite von 1,5 μ, ist also schmäler als der Trichter.

Bei Bibio Marci (Fig. 44) ist die Deutung der beiden Duplikaturen als Ausstülpungen der Chitinoberfläche des Schwingers besonders anschaulich dadurch, dass scharfe Ecken, so z. B. an den Begrenzungsstellen des Spaltes nicht vorhanden sind. Die ganze Papille macht noch einen sehr ursprünglichen Eindruck, fast mehr als dies bei Tipula der Fall ist. Die Papillen liegen vollständig regellos, oft sind zwei mit ihrer äußeren Wand ein wenig verwachsen. Die Länge der Papillen fand ich 6,5—6,9 μ, die Breite 8,4 μ groß.

Bei Leptis vitripennis (Fig. 45) fand ich bei der einzelnen Papille als Länge 7,5 oder 8 μ, bei einer Breite von 9,4, ja 10,2 μ. Die Papillen sind also breiter als lang. Der Spalt hat eine Breite von 1,9 μ. Die den inneren Raum jeder Duplikatur bildenden Halbmonde fand ich 0,8—1,6 μ breit, bei einer Länge von 4,6 μ, dieselben liegen oft bei zwei Papillen derart hart beisammen, dass sie (cf. Graber, 12) zusammen ein Kreuz bilden, doch gehen sie nie in einander über. Von einer wirklichen Reihenbildung kann man noch nicht reden. Das Hufeisen fand ich 1,5 μ breit. Die Länge der Papillen ist also fast gleich wie bei Tipula, die Breite des Spaltes nur wenig geringer. Die Breite der Papillen hat wenig Bedeutung und wechselt je nachdem die Papillen mehr beisammen oder weit zerstreut liegen, beträchtlich. Einmal fand ich auf einem Schwinger eine einzelne skapale Papille neben der basalen Papillenplatte liegen (Fig. 37).

Bei Tabanus bovinus und tergestinus fand ich die einzelne Papille breit bis 11,5 μ, die Länge betrug bei tergestinus 9,2, bei bovinus 8 μ; bei Tabanus bovinus waren die Papillen hoch 11 μ. Der Spalt (Fig. 51) ist oben enger als unten, wo er mit einer scharfen Ecke sich von der Fläche in die gewölbte Wand der Höhle umbiegt. Seine Breite beträgt bei Tabanus bovinus an seinem oberflächlichen Rande 1,4 μ und da, wo er in die Höhle umbiegt, 2 μ. Dabei hat er bis zu jener Ecke eine Tiefe von 3,4 μ. Der Ring, in dem die innere Wand der beiden Duplikaturen in der Tiefe endet, ist rund mit einem Durchmesser von 4,6—5,9 μ, er reicht viel tiefer in den Schwinger herein als dies die auf gleicher Höhe mit dem allgemeinen Körperchitin

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beginnende äußere Wand thut, so dass also die innere Wand gewissermaßen in den Schwinger hineingestülpt erscheint. Deutlich ist zu sehen die Fortsetzung des Ringes nach oben zu in die dünnen Wände, welche am Hufeisen sich festsetzen. Das Hufeisen hat bei Tabanus tergestinus eine Breite von 1,5 μ, bleibt aber um 1,4 μ vom oberflächlichen Rande des Spaltes entfernt, so dass es also 2 μ weit in diesen hereinreicht. Der im Hufeisen sein Ende erreichende Achsenstrang ist an seinem stark verbreiterten oberen Ende nur noch 0,4—0,5 μ breit; am Grunde der Papille ist er cylindrisch mit einem Durchmesser von 2,3 μ. Einen Trichter konnte ich nicht wahrnehmen, wohl aber am unteren Ende des Achsenstranges, da wo er in den zur Ganglienzelle führenden Nerv übergeht, eine plötzliche sehr starke Dickenzunahme. Die Papillen sind großentheils, wenn auch unregelmäßig, verwachsen, wirkliche Reihen sind nicht vorhanden. Ein durch Verwachsung zweier Duplikaturen entstandenes Gebilde hatte an seinem Grunde eine Breite von 4,4 μ, in der Höhe eine solche von 8 μ.

Bei Laphria gilva (Fig. 52, 53) sind die Papillen schon so ziemlich in Reihen geordnet. Als Länge einer Papille fand ich 9,2 μ, die Höhe der ganzen Papille betrug 9,2 μ, auch 9,9 μ; der Spalt hatte eine Breite von 2 μ. Der Ring ist rund mit einem Durchmesser von etwa 5,7 μ. Das Hufeisen hatte an seiner längsten Stelle eine Länge von 7,2 μ, weiter in der Tiefe wird es, wie schon oben bemerkt, wieder kürzer, so dass es an seinem Anfang eine Weite von 4,6 μ im Lichten hatte, während die von den beiden Duplikaturen gebildete Höhlung (Fig. 53), welche das Hufeisen aufnimmt, etwas, aber nicht viel, weiter war; seine Breite betrug 1,5 μ, seine Dicke oben 1,1 μ, auch 1,7 μ, unten, da wo es in das umgebende Körperchitin übergeht, 0,5 μ. Der Achsenstrang innerhalb der Papille ist abgesetzt von der ableitenden Nervenfaser, jener ist dort nur 2,5 μ, diese außerhalb der Papille 3 μ dick.

Bei Asilus germanicus fand ich die einzelne Papille lang 7,7 μ. Die Höhe der ganzen Chitinbildung beträgt bei Asilus pallipes 7 μ. Der Spalt hat bei Asilus germanicus eine Breite von 1,9 μ, bei Asilus pallipes (Fig. 56) eine solche von 1,7 oder 1,8 μ. Das Hufeisen hatte bei Asilus germanicus eine Breite von 1,6 μ und bei Asilus pallipes eine Dicke von 1,1 μ, die Entfernung des oberen Endes des Spaltes vom Hufeisen beträgt bei Asilus pallipes 1,1 μ.

Bei Empis tesselata besaßen die in deutlichen Reihen geordneten Papillen eine Breite und Länge von 8,4 μ, den Spalt fand ich 2,3 μ breit.

Bei Eristalis tenax fand ich die in regelmäßige Reihen geordneten Papillen lang 8 μ, breit 8, auch 9,2 μ. Die Gesammthöhe der Papille

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

betrug 6,9 μ: der Spalt war breit 2,3 μ, aber an seinen beiden Enden, wie auch bei den anderen Arten, etwas schmäler. Das Hufeisen fand ich breit 1,5 μ, dick oben 1,1 μ. Die Länge eines losgesprungenen Hufeisens betrug 8 μ. Entsprechend der verschieden weit ausgebildeten Verwachsung zweier neben einander liegender Duplikaturen (die durchschnittliche Breite des durch sie gebildeten Chitinstückes ist oben 5,7 μ) ist die Gestalt der Doppelhalbmonde oft auf einen sehr engen Raum zusammengedrängt, oft auch, wenn mehr Platz da ist, ziemlich weit frei von einander. Die Länge eines Halbmondes fand ich 4,8 μ, die Breite bis zu 1,5 μ groß.

Bei Sarcophaga carnaria war die einzelne Papille lang 7,6—8 μ, die Gesammthöhe betrug 5,7 μ, der Spalt war breit 2, auch 1,7 μ, der rundliche Ring, der wie immer von den beiderseitigen Duplikaturen zum Theil verdeckt wurde, hatte einen Durchmesser von 3,4 μ.

Bei Caliphora erythrocephala (Fig. 65—69) hatte die Papille eine Länge von 8, auch 8,4 μ und eine Breite von 7 μ. Die Gesammthöhe betrug 6,9 μ. Die Breite des wie immer oben und an seinen beiden Enden schmäleren Spaltes war 2 μ, der Durchmesser des rundlichen Ringes betrug 3,4 μ. Das Hufeisen war an der weitesten Stelle 6,9 μ lang, an seinem Anfang hat es im Lichten 4,6 μ Weite, während die Papillenhöhle selbst dort 5,3 μ Weite besitzt. Die Höhe des Hufeisens betrug 5,7 μ, seine Breite 1,5 μ, seine Dicke oben 1,3, auch 1,7 μ, unten an seinem Anfang nur 0,5 μ. Ein herausgesprungenes Hufeisen, an dessen Grunde seitlich noch kleine Fortsätze aus Chitin zu sehen sind, und in dem noch das verbreiterte Achsenstrangende hängen geblieben ist, hatte eine Länge von 8 μ und eine Höhe von 4,8 μ. Zwei zusammengewachsene Duplikaturen fand ich oben breit 5,7 μ, in ihrem Inneren findet sich (cf. oben) nur noch ein Raum, der mit Hypodermis ausgefüllt ist. Bei Musca fand ich die Papillen lang 6,5 μ.

Bei Leria serrata fand ich die Papillen lang 6,1, auch 6,6 μ, breit 5,6 μ, den an den beiden Enden verschmälerten Spalt breit 2 μ. Das Hufeisen hatte eine Breite von 1,3 μ. Zwei zusammengewachsene Duplikaturen haben oben eine Breite von 3,8 μ, eine einzelne Duplikatur, wie sie sich an den beiden Enden jeder Reihe findet, war breit 2,3 μ.

Diese Angaben fallen freilich bei jeder neuen Messung ein klein wenig anders aus, sie sind aber doch ausreichend, um erkennen zu lassen, dass sich gewisse Theile der Papillen in auffallender Weise bei den verschiedenen Formen gleich bleiben; so ist die Länge der Papillen fast immer ziemlich gleich, betrug nie über 9,2 μ (Tipula, Tabanus, Laphria) und nie unter 6,1 μ (Leria), obgleich die Verschiedenheiten in der Größe der Schwinger ja viel beträchtlicher sind, ferner ist die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Breite des Spaltes, wie auch die des Hufeisens bei allen untersuchten Arten fast vollständig gleich. Es sind demnach diese Theile der Nervenendapparate durch Ursachen in ihrer Größe bestimmt, welche bei allen auch den verschiedenst gestalteten Schwingern gleich oder fast gleich sind.

Den Papillen der skapalen Platten schließen sich ihrem Bau nach zwei der oben aufgeführten kleinen Gruppen an, die fünfte und siebente, von welchen die fünfte auf der Oberseite, die siebente auf der Unterseite liegt. Für diese beiden Gruppen schlage ich, da eine Bezeichnung für dieselben fehlt, den Namen ihres ersten Beobachters vor, und werde in der Folge unter Hicks'schen Platten und Papillen diese beiden Gruppen und ihre Papillen verstehen.

Die eine der Gruppen liegt auf der Oberseite (*o.H.P*, Fig. 31, 33, 36, 37) in der Chitinplatte *l* nach vorn von dem basalen Papillenlager, doch noch in Kanal *II* (Fig. 8, 15 *o.H.P*). Die Papillen liegen also eben so, wie das Chitinstück *l* mehr beim Anfang des Schwingers, als die skapale Platte. Diese Gruppe scheint bei Tipula vollständig zu fehlen, bei Rhyphus fand ich an der Stelle dieser Papillen eine Gruppe von 39 skapalen Papillen, welche von den Papillen der skapalen Platte räumlich wohl gesondert waren, bei Bibio zählte ich 27 Papillen, bei Leptis vitripennis 18—22, bei Empis tesselata 9, bei E. argyreata 11, bei Eristalis tenax 12—14, bei Caliphora erythrocephala 17 in zwei Längsreihen, bei Musca domestica 12, bei Leria serrata an allen Exemplaren 4.

Die Gruppe der Unterseite (Fig. 30, 32, 34 *u.H.P*) liegt an dem gebogenen, stark nach hinten geneigten Rande der Platte *c*, im Querschnitt liegt sie in Kanal *I*, ich fand dieselbe bei allen untersuchten Arten. Bei Tipula vernalis betrug die Zahl ihrer Papillen 8—11, bei Bibio 7 (vielleicht mehr), bei Leptis vitripennis 10, bei Empis argyreata 6, bei Eristalis tenax 8—9, bei Caliphora erythrocephala 10, bei Musca domestica 7—9, bei Leria serrata 6—8.

Die Zahl der Papillen ist also im Vergleich zu derjenigen der skapalen Papillen bei den Hicks'schen Platten eine nur geringe. Auf der Unterseite ändert sich die Anzahl der Papillen bei den verschiedenen Arten nur wenig, dagegen ist dieselbe auf der Oberseite beträchtlichen Schwankungen unterworfen, und zwar auch innerhalb nahe verwandter Formen (Caliphora 17, Leria 4).

Die Ausdehnung der Gruppen in die Länge und Breite ist, entsprechend der kleinen Anzahl der Papillen nur eine geringe; ich erhielt auf der Oberseite bei:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Leptis vitripennis für die Länge 52,6—67,2 μ, für die Breite 32—39,2 μ,
Empis tesselata für die Länge 35,7 μ, für die Breite 13,2 μ,
Eristalis tenax für die Länge 56—67,2 μ, für die Breite 22,4—28 μ,
Caliphora erythrocephala für die Länge 69 μ,
Musca domestica für die Länge bis 41,4 μ, für die Breite bis 16,1 μ,
Leria serrata für die Länge 26,3—30,8 μ, für die Breite 11,3—13,2 μ.

Auf der Unterseite erhielt ich bei:
Tipula vernalis für die Länge 33,6—42 μ, für die Breite 14—19,6 μ,
Leptis vitripennis für die Länge 33,6—35,7 μ, für die Breite 18,8—21 μ,
Eristalis tenax für die Länge 28—36,4 μ, für die Breite 15,4—19,6 μ,
Musca domestica für die Länge 25,3 μ.

Die senkrechte Entfernung der Hicks'schen Platten vom Schwingeranfang, bezw. vom Anfang der Stücke *c* oder *c'*, ist nach dem oben Gesagten noch kleiner als die der skapalen Platten. Das Chitinstück, welches die Papillen enthält, ist eben so wenig wie das die skapalen Papillen tragende, platt, sondern es ist gewölbt, und zwar meistens, besonders an der Unterseite nach der Mitte des Schwingerfußes zu, steil abfallend, eine Thatsache, die für die Höhenachse der Papillen von Bedeutung ist, nebenbei auch das Zählen der Papillen sehr erschwert.

Die Papillen selbst, welche unter einander völlig gleich sind, sind meistens nicht verwachsen (ein wenig bei Musca) und besitzen, eben so wie die skapalen, in ihrer Mitte einen Längsspalt (s. unten), dessen Richtung in der Hauptsache mit der Längsachse des Schwingers zusammenfällt. Die Papillen sind in ihrem Bau den Papillen der skapalen Platten sehr ähnlich; bei Tipula (cf. oben), bei der die Hicks'schen Papillen nur auf der Unterseite vorzukommen scheinen, konnte ich keinen Unterschied zwischen den beiderlei Papillen wahrnehmen, eben so auch nicht bei Rhyphus. Dagegen zeichnen sich die Hicks-schen Papillen der anderen von mir untersuchten Formen, mit Ausnahme des kleinen Culex, bei welchem ich die Papillen nicht finden konnte, bei dem sie aber trotzdem vorhanden sein konnten, dadurch aus, dass bei ihnen die beiden von den zwei Duplikaturen (*D*) jeder Papille gebildeten Halbmonde nur sehr schmal angedeutet oder gar nicht mehr vorhanden sind. Dies kommt daher, dass die Papillen mehr oder weniger tief in den Schwinger hineinverlegt sind (bei Asilus pallipes z. B. so tief, dass an ihrer Stelle fast eine Vertiefung in der Oberfläche des Schwingers auftritt, wodurch die äußere der Duplikaturenwände immer mehr verschwinden muss. Damit hängt auch die oben im Voraus erwähnte Thatsache zusammen, dass zwei Papillen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hier fast nie mit zweien ihrer Außenwände verschmolzen sind. Außerdem haben diese Papillen noch eine sie von den skapalen Papillen wohl unterscheidende Eigenschaft, nämlich die, dass der Spalt sehr häufig (z. B. bei Bibio, Leptis, Empis, Eristalis etc.) nach dem Grunde des Schwingers zu sich verengert, auch das Hufeisen nimmt an dieser Verschmälerung Theil (Fig. 46, 58, 60 *H*).

Über einzelne Formen sei noch Folgendes erwähnt:

Bei Tipula vernalis fand ich die Papillen, eben so wie die skapalen lang und breit 8,4 μ; ich konnte, wie schon oben erwähnt, keinen Unterschied von den skapalen Papillen wahrnehmen.

Die bei Rhyphus fenestralis auf der Oberseite neben und distal von der basalen Platte vorhandenen Papillen sind ebenfalls von den skapalen Papillen nur durch ihre Lage unterschieden, ihre Richtung fällt gleichfalls mit der Längsachse des Schwingers zusammen. Bei Rhyphus fehlt die bei Tipula erwähnte bezeichnende Anordnung der skapalen Papillen der Oberseite in drei etwas gesonderte Theile, d. h. er entbehrt, wenn seine skapalen Platten auch ebenfalls regellos sind in der Lage der einzelnen Papillen, doch der Theilung der skapalen Platte der Oberseite in zwei Schenkel, die eine dritte kleinere Partie mit scheinbar fast quer gerichteten Spalten zwischen sich nehmen, vollständig. Dagegen führt die skapale Platte der Oberseite an ihrem Grunde die bei allen anderen Dipteren auftretende (s. oben) scheinbare Wendung der Platte und auch der Richtung nach vorn aus, ersetzt also damit die mittlere kleine Gruppe und auch den vorderen Schenkel. Es scheint mir desshalb naheliegend, dass wir Rhyphus mit diesen am Vorderrande neben und zugleich etwas distal von den basalen Papillen liegenden, eine eigene, die Hicks'sche, Gruppe bildenden skapalen Papillen, als Mittelform zu betrachten haben zwischen Tipula einerseits, bei welcher die Hicks'sche Platte in Gestalt des hinteren Schenkels der skapalen Platte der Oberseite, noch fast vollständig mit dieser eins ist, und zwischen Bibio und den anderen höheren Formen andererseits, bei welchen die Hicks'sche Platte nicht nur den Zusammenhang mit den skapalen Papillen, sondern auch die Gleichheit im Bau mit jenen verloren hat.

Bei Bibio fand ich die Länge der Papillen auf der Unterseite 6,3 μ, die Breite auf der Unterseite 4,7 μ. Der Spalt ist nach dem Köpfchen des Schwingers zu ein klein wenig verbreitert, die Halbmonde sind sichtbar.

Bei Leptis vitripennis (Fig. 46) fand ich die Länge der einzelnen Papillen 6—6,9 μ, die Breite betrug um 8 μ. Die Verbreiterung des Spaltes nach der Höhe zu ist eine beträchtliche und besonders

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

deutlich. Die beiderseitigen Halbmonde sind vorhanden, aber nur sehr schmal; nach dem Grunde des Schwingers zu, da, wo der Spalt schmäler ist, sind sie keulenförmig verbreitert.

Bei Empis argyreata betrug die Länge 6,9 μ, die Breite 6,2 μ, bei Empis tesselata war die Länge 7,5 μ, die Breite 6 μ. Die Verbreiterung des Spaltes nach der Höhe zu ist bei beiden Arten nur gering; die Halbmonde konnte ich nur bei Empis argyreata deutlich erkennen.

Bei Syrphus Ribesii (Fig. 58) fand ich die einzelne Papille lang 7,6 μ; die Verbreiterung des Spaltes nach der Höhe zu ist eine mäßige; die beiden Halbmonde sind nur sehr schwach vorhanden. Der innere Ring, welcher die unterste Stelle der inneren Papillenwand darstellt, ist ziemlich unregelmäßig, seine Länge betrug 5,7 μ, seine Breite 4,6 μ; in der Figur ist auch noch ein Rest des eintretenden Nervenstranges zu sehen.

Bei Eristalis tenax (Fig. 60) war die Länge der einzelnen Papille 7, auch 8 μ, die Breite 6,9, auch 7,6 μ, der Spalt ist nach der Höhe zu um ein Geringes verbreitert. Halbmonde konnte ich nur mit Mühe erkennen.

Bei Caliphora erythrocephala ragt die Papille zur Hälfte über das Körperchitin hervor, ihre Breite betrug 6,9 μ, die Länge über 9 μ. Der fast parallele Spalt hatte auf dem Querschnitt eine Breite von 2,3 μ; das Hufeisen, dessen oberes Ende ebenfalls, wie bei den skapalen Papillen, etwas unter dem äußeren oberflächlichen Ende der beiden Lippen zurückbleibt, ist dort von beträchtlicher Dicke, ich fand es 1,5 μ dick. Von einem Halbmond ist nichts zu sehen.

Bei Musca domestica fand ich die einzelne Papille lang 8 μ, den nach der Höhe des Schwingers zu nur sehr wenig verbreiterten Spalt breit um 2,3 μ; das Hufeisen war im Durchschnitt breit um 1,7 μ. Halbmonde sind nicht zu sehen.

Bei Leria serrata (Fig. 73) fand ich die Papille lang 7,6, auch 8 μ und von gleicher Breite; der fast parallele Spalt hatte eine Breite von 2,5 μ, das Hufeisen eine solche von 1,7 μ.

In dem Vorhergehenden sehen wir, dass die den Hicks'schen Platten bei den höheren Dipteren entsprechenden Papillengruppen sich auch bei den weniger hoch im System stehenden Fliegen, den Tipuliden und Verwandten finden; interessant ist dabei, dass die Papillen bei diesen Formen den skapalen Papillen noch vollständig gleich sind, ja in manchen Fällen (Tipula) noch e i n e Platte mit denselben bilden.

Wir haben also zweifellos in dem Auftreten unterscheidender Merkmale zwischen den Papillen der beiden Gruppen einen Fortschritt in der Ausbildung der betreffenden Organe zu sehen. Bemerkenswerth erscheint mir ferner, dass die Stellen, an welchen diese Papillengruppen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sich finden, bei den verschiedenen Familien sich immer gleich bleiben. Die Zahl der Papillen ist eine geringe, bei den niederen Formen auf der Oberseite etwas größer als bei den höheren, auf der Unterseite nur wenig sich ändernd. Die Größe, insbesondere die Länge der Papillen ist bei der Mehrzahl der Formen nicht beträchtlich verschieden von der der skapalen Papillen. Bei Leria und Musca, auch Caliphora, dagegen sind die Hicks'schen Papillen bedeutend größer als die skapalen.

Was diese Verschiedenheit und die Verschiedenheiten, die sonst besonders bei den höheren Formen im Bau der Hicks'schen Papillen den skapalen Papillen gegenüber zur Entfaltung kommen, betrifft, so ist es gewiss, dass dieselben bei der Frage nach der Aufgabe der Papillen im Allgemeinen und dieser Papillen speciell von besonderer Wichtigkeit sind, und es wird keine Erklärung, die diese Verschiedenheiten, welche sich besonders in der Gestalt des Spaltes zu erkennen geben, nicht begründen kann, Anspruch auf Richtigkeit machen können.

Etwas mehr als die Papillen der Hicks'schen Gruppen sind die Papillen der im Beginn des Kapitels als sechsten aufgeführten Gruppe von denen der skapalen Platte verschieden. Diese Papillen wurden bis jetzt ebenfalls wie die Hicks'schen Papillen nur von Hicks, und zwar bei Tabanus, erwähnt; ich schlage für dieselbe mit Rücksicht auf ihre Zahl und Anordnung (s. unten) den Namen der unbestimmten Gruppe vor. Diese Papillen befinden sich bei allen Dipteren nur auf der Oberseite (Fig. 28, 31, 35, 37 *u.P*) und liegen entweder am vorderen Abhang (Bibio, Eristalis, Musca etc.) des die skapalen Papillen der Oberseite tragenden Kanal *II*, oder in der Tiefe (Tipula) zwischen Kanal *II* und dem Vorderrandkanal *V*, immer aber gehören sie mit ihren Nerven noch zu Kanal *II*.

Die unbestimmten Papillen sind der Zahl nach wenige, bei Tipula oleracea 5, T. vernalis 4—5, Rhyphus 2—3, Bibio 3—6, Leptis vitripennis 6—8, Tabanus tergestinus 6, bei Empis tesselata 3, bei Eristalis tenax 1, bei Sarcophaga carnaria 1, Caliphora erythrocephala 1, Musca domestica 1, Leria serrata 1. Auch an den beiden Schwingern des nämlichen Individuums kommen eben so wie bei den bisher besprochenen Papillenformen Verschiedenheiten in der Zahl vor, so z. B. bei Tipula an einem Schwinger 5, am anderen 4.

Zwischen den einzelnen Papillen finden sich, im Gegensatz zu dem Verhalten bei den anderen Formen, häufig, z. B. bei Tipula und Verwandten, keine Haare (Fig. 28), es scheint dies aber weniger eine Folge der Anwesenheit von Papillen zu sein, denn es finden sich überall

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in der Rinne, in der die Papillen liegen, auch da wo die Papillen fehlen, keine Haare, als vielmehr eine Folge dessen, dass sich die beiden Adern in ihrer Lage gegen einander bei der Bewegung des Schwingers etwas verschieben, dem entspricht auch, dass zwischen den Papillen bei anderen Arten, z. B. Bibio, Leptis, kleine Haare sich finden (Fig. 35, 37). Die unbestimmten Papillen sind nie unter einander verwachsen, meistens sogar (wenn sie mehr als nur eine sind) sind sie ziemlich weit von einander getrennt und bilden zusammen eine nicht ganz gerade Reihe der Vorderrandader *V* entlang. Die Länge dieser Reihe betrug bei Tipula oleracea 51—71 μ, bei T. vernalis 59—87 μ, bei Bibio Marci 104—176 μ, bei Leptis vitripennis 146—182 μ, bei Empis tesselata 92 μ.

Die Längenausdehnung der Gruppe schwankt also sogar bei derselben Art bedeutend, und dabei ist noch zu bemerken, dass die Entfernung der einzelnen Papillen am Schwinger unter einander ebenfalls wechselt. So beträgt z. B. bei T. vernalis der Abstand zweier Papillen meistens 11,5—16,1 μ, es ist aber, wenn fünf Papillen vorhanden sind, gar nicht selten, dass zwei derselben sehr viel näher beisammen liegen, z. B. nur 4,6 μ von einander entfernt sind.

Die Papillen dieser Gruppe greifen häufig weit am Fuß des Schwingers in die Höhe, so z. B. bei Tipula, Rhyphus, Bibio, Leptis vitripennis, Tabanus. Häufig reichen bei diesen Formen die höchsten der Papillen noch über die skapalen Papillen heraus. Bei den Arten, bei welchen sich nur eine Papille dieser Gruppe fand, lag diese stets tiefer als das Ende der skapalen Platte, so schwankt z. B. bei Eristalis die Entfernung der einzigen vorhandenen Papille vom Ende der skapalen Platte zwischen 11 und 28 μ. Über die Breite der Gruppe sind, da ja nur eine Reihe von Papillen vorhanden ist, die weiter unten folgenden Angaben über die Breite der einzelnen Papillen zu vergleichen.

Wie bei den Hicks'schen, so ist auch bei diesen Papillen die Zusammengehörigkeit bei den verschiedenen Arten weniger durch den Bau der Papillen als durch die Lage derselben im Verhältnis zu ihrer Umgebung ausgesprochen. Während nämlich bei Bibio der Bau der unbestimmten Papillen sich nicht im geringsten von dem der skapalen Papillen unterscheidet, sind dieselben bei den anderen Formen (einschließlich Tipula und Rhyphus) dadurch ausgezeichnet, dass die beiderseitigen, den Spalt begrenzenden Duplikaturen an den beiden Enden des Spaltes zusammenhängen, so dass also eine einzige einen Ring bildende Duplikatur vorhanden ist (Fig. 40, 47, 54, 63 *D*). Dieser Ring nun umschließt die dem Spalt der skapalen Papillen ent-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sprechende Öffnung, und ist bald, wie bei Tipula, Sarcophaga rund (Fig. 40, 63), oder mehr oder weniger oval, und dies ist bei den meisten übrigen der untersuchten Formen, z. B. Rhyphus, Leptis, Laphria, Empis, Eristalis, Musca etc. der Fall. In der Papille befindet sich das in eine ebenfalls runde bis ovale, gewölbte Kuppel umgestaltete Hufeisen, welches in Folge des Vorhandenseins der Ringduplikatur jeden unmittelbaren Zusammenhang mit dem umgebenden Körperchitin verloren hat, und dem zufolge auch an keiner Stelle eine der Verbindung des Hufeisens mit dem umgebenden Chitin entsprechende eigenartige Bildung aufweist. Die Dicke des Chitins am äußeren Ende der Kuppel ist, eben so wie die des Hufeisens, an diesem Ort eine beträchtliche (Fig. 70), seitlich verdünnt sich das Chitin immer mehr und geht schließlich in der Tiefe in den von der inneren Wand der Ringduplikatur gebildeten Ring über. Bei den Papillen mit ovaler Mündung ist die Hauptachse derselben mit der Längsachse des Schwingers gleichlaufend. Über dem Ende des Achsenstranges in der Kuppel fand ich bei Caliphora und Sarcophaga eine helle Stelle in derselben.

Bei Tipula vernalis (Fig. 40) fand ich die Papillen mit hellem, unregelmäßigem, meist nach der Höhe und der Tiefe etwas ausgezogenem, den verwachsenen Halbmonden entsprechenden Hof. Den Durchmesser der Papillen fand ich 9,2, auch 10 μ groß; der Durchmesser der inneren Ringwand an ihrem Grunde betrug 8, auch 8,4 μ; der Durchmesser der äußeren Mündung war um 5 μ, der der Kuppel um 4 μ. Bei Rhyphus fand ich die Länge der ovalen Papillen 7 μ. Bei Bibio Marci ist die Größe der Papillen die nämliche, wie bei den skapalen Papillen (s. oben), ich fand eine Länge von 6,3 μ, eine Breite von 8,4 μ.

Bei Leptis vitripennis (Fig. 47) hatte die nur wenig ovale Papille einen Durchmesser von 10,3 μ, der Ring am Grunde der inneren Wand hatte einen Durchmesser von 7,2 μ, die Mündung einen Durchmesser von 4,6 μ.

Bei Laphria gilva (Fig. 54) ist zwar die Mündung ausgesprochen oval, trotzdem aber ist die Papille im Ganzen breiter als lang, ich fand sie breit 11,5 μ, lang 9,2 μ, die ovale Öffnung war breit 4 μ, lang 5,7 μ; die ebenfalls ovale Kuppel hatte eine Länge von 3,9 μ und eine Breite von 2,3 μ.

Bei Eristalis tenax fand ich die Papille lang 11,2, auch 11,5 μ, breit 9 μ, die Breite der Mündung betrug 5,7 μ.

Bei Sarcophaga carnaria (Fig. 63) fand ich den Durchmesser der runden Papille 10,3 μ, den der ebenfalls runden Mündung 7,2 μ, den der Kuppel, deren Oberfläche zart gekörnelt erscheint, 5,7 μ. Bei Caliphora erythrocephala (Fig. 70) fand ich die Papille lang 13 μ, breit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

11,5 μ. Die Höhe der ganzen Papille betrug 5,7 μ, die Kuppel war lang 8,9 μ, breit 6,9 μ, über die Mündung vergleiche die Figur. Bei Musca fand ich die Länge 10, auch 11 μ, die Breite 7 μ groß, die Länge der Mündung war 6,5 μ, bei Leria serrata betrug die Länge gegen 9 μ.

Wir sehen demnach zwar auch diesmal wie im vorhergehenden Fall, bei den beiden Hicks'schen Gruppen, die entsprechenden Gruppen so ziemlich an derselben Stelle wieder auftreten. Aber auch diese Papillen wie die Hicks'schen sind dabei bei den verschiedenen Dipterenarten von verschiedener Gestalt, wir haben wieder bei einer der niederen Formen, diesmal Bibio, nicht Tipula, ein einfacheres Verhalten, in welchem außer der Verschiedenheit in der Lage noch kein Unterschied der skapalen von den unbestimmten Papillen zu finden ist, dann kommt im Anschluss an diesen ersten Unterschied als zweiter ein solcher im Bau der einzelnen Papillen, wobei nochmals ein unterschiedliches Verhalten in der Form der Öffnung zu verzeichnen ist. Zu erwähnen ist außerdem, dass auch bei diesen Papillen, wie bei den Hicks'schen, die Größe bei den Musciden und auch, aber weniger, bei Eristalis im Vergleich zu der der skapalen Papillen zunimmt.

Wir kommen zu den Papillen der basalen Platte. Diese Platte (Fig. 29, 31, 33, 36 *b.P*) findet sich, wie die vorhergehende, nur an der Oberseite tiefer am Grunde als die skapale Platte (Fig. 2, 4, 6, 8, 37). Da diese beiden Platten aber auf Ober- und Unterseite gleichzeitig beginnen, so liegt das basale Papillenfeld auch proximal von der skapalen Platte der Unterseite. Bei Tipula dagegen ist im durchscheinenden Kalilaugepräparat in der Oberflächenansicht und auch im Querschnitt zu sehen, dass die skapale Platte der Unterseite längere Zeit gleichzeitig mit der basalen Platte besteht, doch reichen die basalen Papillen stets weiter am Schwinger herab.

Was die Zahl der Papillen betrifft, so zählte ich

bei Tipula vernalis	52—73	Papillen
» Leptis vitripennis	216—234	»
» Empis tesselata	138	»
» Empis argyreata	153	»
» Eristalis tenax	120—132	»
» Caliphora erythrocephala	115	»
» Leria serrata	54—68	»

Es ist also immer eine beträchtliche Anzahl, welche meist größer ist, als die der skapalen Platte der Oberseite, doch viel geringer als die aller skapalen Papillen eines Schwinger zusammengenommen. Die Papillen sind bei Tipula (Fig. 29), Bibio unregelmäßig angeordnet. Doch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kann man sie bei Tipula, wenn man will in zwei Partien scheiden, welche durch eine oben in der Mitte des Papillenfeldes befindliche, keine Papillen tragende kerbenförmige Stelle der Platte angedeutet werden. Bei den höheren Formen, auch schon so ziemlich bei Empis, besonders bei Eristalis, Musca, auch bei Culex treten die Papillen wie die skapalen immer mehr in Reihen ein; dazwischen bilden dann die Haare ebenfalls Reihen. Leptis vitripennis (Fig. 36) steht etwa in der Mitte, bei ihr ist nur die näher beim Grunde liegende Hälfte der Platte in annähernd regelmäßige Reihen geordnet, die entfernter vom Grunde liegende aber noch nicht. Die Reihen selbst entstehen nie durch Verwachsung der Papillen, diese bleiben vielmehr immer für sich; die Reihen sind ferner, abgesehen davon, dass die ganze Platte sowohl von vorn nach hinten als von der Höhe zur Tiefe gewölbt ist, nie gerade, sondern immer, freilich verschieden stark, gebogen. Die Richtung der Reihen ist, wie schon Hick's erkannte, eine mit der Längsachse der Schwinger gleichlaufende, weicht aber häufig ein wenig von derselben ab, z. B. bei Empis, Eristalis etc.

Die Zahl der Reihen bei Empis tesselata ist 10, bei Empis argyreata (Fig. 57) etwa 11, bei Eristalis tenax 10—11, bei Caliphora erythrocephala 11, bei Musca domestica 7, bei Leria serrata 8.

Die Länge (Höhe) der Platte fand ich:

bei T. vernalis	53—62 μ,	ihre größte Breite	81—95 μ
» Leptis vitripennis	126—155 μ,	» » »	109—118 μ
» Empis tesselata	112 μ,	» » »	104 μ
» Eristalis tenax	76 μ,	» » »	146—148 μ
» Leria serrata	45—48 μ,	» » »	53—62 μ

Die Zahl der Papillen in den einzelnen Reihen ist dabei nicht gleich, sondern nimmt nach dem Hinterrand zu ab (Fig. 31 u. 33 von Eristalis und Leria), so dass die ganze Platte einem Dreieck mit gebogenen Seiten manchmal ähnlich sieht. Die größte Zahl der Papillen findet sich fast nie in der ersten vordersten Reihe, sondern fast stets in einer folgenden. Bei einem Exemplar von Eristalis tenax folgte sich die Zahl der Papillen in den 11 Reihen folgendermaßen: *I* 13, *II* 13, *III* 13, *IV* 14, *V* 14, *VI* 15 und dazu eine etwas zur Seite liegende Papille, *VII* 12, *VIII* 10, *IX* 9, *X* 5, *XI* 5 und zum Schluss noch eine Papille (125 zusammen); bei einem anderen Exemplar: *I* 15, *II* 13, *III* 14, *IV* 14, *V* 16, *VI* 13, VII 11 und eine etwas zur Seite liegende Papille, *VIII* 9, *IX* 7, *X* 6, und zum Schluss noch eine Papille (120 zusammen); bei einem dritten Exemplar (Fig. 33) *I* 15, *II* 14, *III* 16, *IV* 15 und 3 etwas abseits liegende Papillen, *V* 15, *VI* 14, *VII* 12, *VIII* 10, *IX* 8, *X* 6 (128 zusammen). Beim ersten dieser Exemplare war die *IV*. Reihe die längste

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit 98 μ, beim zweiten waren die *I.* und *II.* Reihe die beiden längsten, beide waren lang 106 μ, bei dem dritten war die *III.* Reihe die längste mit 106 μ. Bei einem Exemplar von Empis argyreata (Fig. 57) betrug die Papillenzahl in Reihe *I* 15, *II* 16, *III* 15, *IV* 16, *V* 18 und dazu etwas bei Seite liegend 1 und 3 und 4 Papillen, *VI* 18 und eine vereinzelte Papille, *VII* 15, *VIII* 10, *IX* 7; die beiden letzten Reihen vereinigten sich in der Höhe, wobei noch 4 Papillen folgten, *X* 7, *XI* 3 (zusammen 153). Bei einem Exemplar von Caliphora erythrocephala betrug die Papillenzahl in Reihe *I* 13, *II* 16, *III* 14, *IV* 13, *V* 13, *VI* 12, *VII* 10, *VIII* 9, *IX* 7, *X* 5, *XI* 3 (zusammen 115). Bei Leria serrata zählte ich bei dem abgebildeten Exemplar (Fig. 31) in Reihe *I* 11, *II* 11, *III* 10, *IV* 10, *V* 9, *VI* 8, *VII* 6, *VIII* 3 Papillen (68 zusammen), die zweite Reihe war die längste, 53 μ lang, auch bei anderen Leria, die ich nach dieser Richtung untersuchte, war die zweite Reihe die längste, die Länge schwankte dabei zwischen 48 und 53 μ. Dass die oben für die ganze Platte angegebene Ausdehnung in der Richtung der Längsachse des Schwingers nicht gleich der Länge der längsten Reihe zu sein braucht, sondern kleiner sein kann, als diese, erklärt sich durch die oben erwähnte Schiefstellung der Reihen.

Die einzelnen etwas ovalen Papillen der basalen Platte sind bei allen Arten, welche ich untersuchte, ungleich groß (siehe Fig. 29, 31, 33, 36) und unterscheiden sich schon dadurch wesentlich von den drei bisher aufgeführten Papillenformen. Die größten der Papillen liegen am distalen Ende, die kleinen am proximalen und hinteren Ende der Platte, beide Arten gehen nach der Mitte zu in einander über.

Betrachten wir eine einzelne Papille etwas näher, so finden wir in der Oberflächenansicht bei einer mittleren etwa 300 fachen Vergrößerung von dem, bei den bisher genannten drei Papillenformen vorkommenden Spalt keine Spur, und erst bei höherer Vergrößerung gelingt es die im Inneren der Papille auftretenden Bildungen wahrzunehmen. Am besten wählen wir, um zuerst über die chitinigen Theile ins Klare zu kommen, einen Schwinger, dessen Weichtheile durch Kalilauge entfernt sind und der dann mit Eosin gefärbt ist (Fig. 41, 48, 57, 61, 74). An diesem sehen wir bei höchster Einstellung des Tubus nur eine zarte runde Kuppel, welche aber, wie Graber (17) sehr richtig erkannte, an keiner Stelle durchbrochen ist. Stellen wir ein ganz klein wenig tiefer ein, so zeigt sich in der Längsachse der nun meist etwas oval erscheinenden Kuppel ein langgezogenes sehr schmales Oval (*R*), ähnlich einem Spalt mit parallelen Rändern, welches manchmal auf den ersten Blick, auch wie ein einfacher, nicht zu schmaler Strich aussehen mag. Senken wir den Tubus wieder ein wenig, so verkürzt sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das Oval und wird dabei etwas breiter, bis es bald vollständig aufhört. Bei noch tieferer Einstellung sehen wir dann noch einen rundlichen Ring, welcher kleiner ist als die die eigentliche Papille bildende ovale Kuppel. Die Richtung des oben erwähnten langgezogenen Ovals erscheint bei den verschiedenen Papillen der basalen Platte als eine verschiedene, bei T. vernalis, oleracea ist, wie wir oben sahen, das Papillenlager andeutungsweise getheilt. Dem entsprechend finden wir dort zweierlei Hauptrichtungen, wir sehen nämlich in dem nach dem Vorderrand zu liegenden Theil der Gruppe die Spalte der Papillen von der Höhe, d. h. von dem mehr distal gelegenen Theil und der Mitte des Schwingers her nach vorn und der Tiefe, d. h. dem Grunde desselben gerichtet; in dem nach dem Hinterrand zu liegenden Theil der Gruppe aber sehen wir die Richtung der Spalte von mitten und der Höhe nach der Tiefe und hinten gehen. Zwischen diesen beiden Theilen der Gruppe in der Mitte liegen nun ebenfalls Papillen und in diesen ist die Richtung eine zwischen den beiden genannten allmählich vermittelnde, derart, dass die Richtung der am meisten in der Mitte und mehr dem Grunde zu liegenden Papillen eine horizontale, also zum Schwinger quer gestellte, wird.

Das nämliche Verhalten fand ich bei Rhyphus fenestralis, bei Bibio marci, bei Leptis vitripennis, bei denen besonders die Papillen mit horizontaler Richtung zahlreich vertreten sind. Wenn sich nun die verschiedenen Papillen der Richtung ihrer Spalte entsprechend, in Reihen ordnen, und diese Reihen dabei, weil die Spalten viel länger als breit sind, durch Aneinanderlegen der Längsseiten (und nicht der schmäleren Querseiten) des Spaltes bezw. der Papillen gebildet werden, so erhalten wir die in Fig. 33 und 57 abgebildeten, mehr oder minder von der Schwingerachse abweichenden Reihen.

Bei Empis argyreata (Fig. 57) sind diese Reihen so eingerichtet, dass die Spalten in der mittleren horizontal verlaufen und zwar bei sämmtlichen Papillen innerhalb einer Reihe unter einander vollständig parallel. Nach beiden Seiten von der Mitte, also nach dem Hinterrand und Vorderrand zu, sehen wir nun die Richtung der Spalte immer mehr eine schiefe werden, in der Weise, dass die Spaltrichtungen je zweier folgenden Reihen sich immer weiter außen am Stiel des Schwingers schneiden werden, wenn man dieselben verlängert denkt. An den beiden seitlichen Enden der Platte ist demnach wieder der oben bei Tipula beschriebene Zustand vorhanden, dass nämlich in der vordersten Reihe die Richtung der einzelnen Papillen von mitten und der Höhe schief nach vorn und der Tiefe und in der hintersten Reihe von mitten und der Höhe schief nach hinten und der Tiefe zeigt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wenn wir nun die schon oben erwähnte Wölbung von der Höhe zur Tiefe und von vorn nach hinten bei der die basalen Papillen tragenden Chitinplatte in Betracht ziehen, so können wir, da die Beobachtung unter dem Mikroskop in einem solchen Fall nicht genügende Sicherheit bietet, auf einen in seinen Wölbungen ähnlich gestalteten Gegenstand die Richtungen der einzelnen Papillen aufmalen. Wenn wir dann das Ergebnis betrachten, so sehen wir auch in diesem Falle, eben so wie dies oben bei den skapalen Papillen ausgeführt wurde, dass die Unterschiede in der Richtung nur die Folge der Projektion der Richtungen von einem Gewölbe bestimmter Art in eine Ebene (Fig. 57) sind. In Wirklichkeit haben sämmtliche basale Papillen ganz dieselbe und zwar die in der Mitte des Papillenfeldes auftretende horizontale, quer zur Längsachse des Schwingers stehende Richtung. Wir können somit die Richtung nicht mehr als unterscheidendes Merkmal zwischen den einzelnen Papillen ansehen. Dagegen haben wir als solche zu betrachten 1) die durch die Wölbung der Platte von der Höhe zur Tiefe erzeugte Neigung der Höhenachsen der einzelnen Papillen; alle diese Achsen konvergiren nach dem Grunde des Schwingers zu; 2) die durch die Wölbung der Platte von vorn nach hinten hervorgebrachte Konvergenz der einzelnen Höhenachsen nach der Mitte zu (s. Fig. 19 auch 15 und 11); 3) die innerhalb der einzelnen Reihe nach der Tiefe zu immer mehr abnehmende Größe der einzelnen Papillen (s. oben); eben so wie bei Empis ist die Anordnung der Reihen bei Syrphus, Eristalis, Musca, Leria etc.

Die Anordnung dieser basalen Papillen, wie die der skapalen in Reihen ist eine Folge der Richtung des in der einzelnen Papille vorhandenen Spaltes und nicht diese eine Folge der Richtung der Reihen, denn auch bei den Arten ohne Reihen ist die Richtung des Spaltes der Papillen schon gerade so, wie in denen mit Reihen. — Je nach der Richtung des Spaltes wird die Reihe sich in der einen oder anderen Form bilden, bei den basalen Papillen in der Längsrichtung bei den skapalen Papillen in der Querrichtung des Schwingers, sie ist also unwesentlich für die Erklärung des Organs, während die Richtung des Spaltes, welche sich bei allen Arten im Vergleich zu den Anfangs ganz fehlenden Reihen nur sehr wenig verändert, für das Organ wichtig zu sein scheint. Das Entstehen von Reihen überhaupt ist jedenfalls eine Folge des Zusammenrückens der Papillen, und dieses dürfte seinen naheliegenden Grund in der Abnahme der Größe des Schwingers, und somit des Platzes, der für die Papillen zur Verfügung steht, haben; damit würde auch das Verhalten von Culex, bei welchem bekanntlich basale und skapale Papillen in Reihen geordnet sind, wenn

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auch nur zum Theil, seine Erklärung finden; neben dem Platze spielt natürlich auch die Zahl und, etwas weniger, die Größe der Papillen eine große Rolle, und diese beiden Punkte hängen von der Aufgabe des Organs ab. Auch die Frage, warum die Papillen sich nicht, wenn der Schwinger kleiner wurde, verhältnismäßig weiter, z. B. am Stiel oder Köpfchen, zerstreuten, ist zu beantworten.

Betrachten wir eine einzelne Papille auf Schnitten, die durch die Höhenachse der Papille, sowohl in der Richtung als senkrecht zu der Richtung der Rinne gelegt sind, so fällt uns zuerst auf die große Dicke des allgemeinen Körperchitins, über das sich die Papillen nur sehr wenig erheben (Fig. 42, 43, 55, 71). In dieser Chitindecke befinden sich nahe der Oberfläche zwischen den einzelnen Papillen hohle Räume, über welchen die Haare stehen. Der in der Beschreibung der Oberflächenansicht erwähnte »innere Ring« entspricht der Stelle, an welcher diese Höhlen aufhören und eine der Hypodermis aufliegende dicke Chitinschicht Platz greift.

Die Verschiedenheit in der Größe der einzelnen Papillen haben wir schon erwähnt. Ein Zusammenhang der Papillen unter einander findet nirgends statt.

Bei Tipula ochreacea sehen wir auf einem Schnitt, der in der Richtung des Spaltes durch eine Papille geführt ist (Fig. 42), die, ganz eben so wie bei den bisher beschriebenen Papillenformen, von einer Ganglienzelle (*G*) kommende Nervenfaser an dem engen Anfang des später weiter werdenden Papillenraumes mit der Hypodermis in Verbindung treten; der rundliche Strang setzt sich bis über die Mitte der Papille fort und enthält schließlich in einem etwa trichterförmigen Ende einen Endstab (*E*), der überall gleich breit aus einem zarten Achsenfaden und einer feinen Cuticula besteht. An seinem Ende ist dieser Endstab frei, d. h. er ragt in eine Rinne (*R*) hinein, welche an dem aus Chitin gebildeten Dache der Papille hinläuft. Dieses Dach ist also an dieser Stelle zwar sehr verdünnt, aber es ist vorhanden; wir sahen desshalb in der Oberflächenansicht das langgestreckte Oval, denn dieses entspricht der Rinne, erst einen Moment nach der Kuppel selbst auftauchen. Die Rinne ist an ihren beiden Enden scharf abgeschnitten und hört eckig auf. Das die Rinne bildende Chitin setzt sich nach dem Inneren der Papille zu fort und bildet ein zugleich breiter und auch kürzer werdendes Oval, welches wir auch in der Ansicht von oben gesehen haben; schließlich noch weit oberhalb der Mitte der Papille hört dieses Oval auf (dies ist besonders an lange mit Kalilauge behandelten Präparaten zu sehen), es geht an dieser Stelle über in die, von der die Papille umgebenden Hypodermis eintretende und die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wände der Papille weit herauf auskleidende, ziemlich dicke Fortsetzung der Hypodermis.

In einem Schnitt senkrecht zur Richtung des Spaltes (Fig. 43, Pachyrhina pratensis) zeichnet sich der den Endstab aufnehmende Trichter durch auffallende Breite aus; in die schmale, an der Decke sichtbare Rinne reicht der Endstab noch ein wenig herein; die anderen Theile sind nicht von den soeben beschriebenen verschieden.

Bei Laphria gilva (Fig. 55) besteht ein Unterschied gegen das bisher erwähnte Verhalten darin, dass das Chitin der Rinne nach dem Inneren der Papille fast gar nicht mehr fortgesetzt ist; wohl im Zusammenhang mit dieser Änderung bleibt der in die Papille eintretende Hypodermisfortsatz, welcher bei Tipula an das an der Rinne nach innen hereinreichende Chitinoval ansetzt, so lange dem in die Papille eintretenden Nervenstrang angelegt, bis dieser aus seinem Endtrichter den Endstab hervorgehen lässt; doch ist es möglich, dass dieses erst ein klein wenig weiter oben stattfindet. Die Fortsetzung der Hypodermis setzt dann am oberen Ende der Papille direkt an die Ränder der Rinne an. Das Übrige ist im Wesentlichen gleich geblieben.

Bei Caliphora (Fig. 71) ist das Bild wieder etwas verändert: die zur Ganglienzelle führende Nervenfaser tritt frei in die Mitte des im allgemeinen Körperchitin befindlichen, den Anfang der Papille bildenden Loches ein. Die Wände der Papille begleitet, denselben ziemlich eng anliegend, eine zarte Hypodermisfortsetzung, welche sich, je nach der Dicke des Körperchitins, bald früher oder später, aber immer noch vor der Stelle, wo die Papille über dasselbe herausragt, mit dem Nerv zu einem Kissen verbindet. Aus diesem Kissen geht in der Mitte ein scharf begrenzter Stab (*E*) hervor; vom Rande des Kissens setzt sich eine sehr zarte Haut nach oben, sich trichterförmig ausbreitend, fort, bis sie an dem Chitin der Kuppe sich befestigt. Diese Kuppe der Papille enthält, wie sich bei gelungenen Schnitten scharf erkennen lässt, eine Rinne (*R*), welche aber nicht nach außen durchbrochen, sondern verschlossen ist. Die inneren Ränder dieser Rinne sind es, an welche die oben erwähnte zarte Haut ansetzt, während der Stift in die Rinne hineinreicht. Die ganze Stelle der Papillenkuppe, unter welcher sich die Rinne befindet, ist meistens etwas erhöht, durch einen kleinen Absatz von dem übrigen Kuppenchitin unterschieden. An beiden Enden der Rinne befindet sich je ein scharfes, deutliches Eck. Die zwischen den Papillen liegenden Haare sind verhältnismäßig groß.

Wenn wir die drei Beispiele vergleichen, so erkennen wir, dass der bei Caliphora beschriebene Zustand aufzufassen ist als die Folge der Weiterbildung des bei Laphria beschriebenen Verhaltens: Der bei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tipula vorhandene Strang zwischen dem Zusammentritt der Hypodermis mit dem Nerv und zwischen dem Trichter ist verschwunden, und beide Begrenzungsstellen dieses Stranges finden sich in dem Kissen vereinigt; in Folge dessen reicht der Nerv frei sehr weit in die Papille herein und die vom Kissen ausgehende zur Rinne führende Hypodermis hat im Vergleich zu Tipula eine ganz andere Form angenommen, wozu, wie vielleicht zu der ganzen Änderung in dem Bau der Papille, die allmähliche Abnahme bezw. das Fehlen der Chitinfortsetzung der Rinne ins Innere der Höhle die Ursache war. Gleich bleibt sich dagegen bei allen Papillen die Rinne und der feste Endstab, welcher in dieselbe hineinreicht. Auch bei den basalen Papillen darf wohl, wie bei den skapalen, der distal von der Verbindung der Nervenfaser mit der Hypodermis gelegene Endapparat als aus dieser hervorgegangen zu betrachten sein.

Dass Lee bei Caliphora vomitoria diese Papillen (20) für offen erklärt, hängt vielleicht damit zusammen, dass er sie nicht von oben, sondern von der Seite betrachtete, vielleicht auch damit, dass er nie die Papillen an Schwingern, die mit Kalilauge behandelt waren, beobachtet zu haben scheint. Die Rinne erkannte er in Folge dessen nicht. Die von demselben beschriebenen langen aus der Öffnung der Papille hervorstehenden Haare sind wohl gewöhnliche Haare, die unter der Papille liegen und leicht zu einer Täuschung führen (z. B. bei Hicks und Künkel, 13 und 17).

Auf Fig. 48, 61, 64, 74, welche nach Kalilaugepräparaten von Eristalis, Sarcophaga, Leria, auch Leptis gezeichnet sind, zeigt sich, dass die nur bei Tipula (Fig. 41) als aus Chitin bestehend beschriebene Fortsetzung der Rinne im Inneren der Papille noch vorhanden ist, es ist aber wohl anzunehmen, dass dies, eben so wie in den auf gleiche Weise behandelten skapalen und Hicks'schen Papillen (Sarcophaga, Syrphus) häufig noch eine Andeutung des in das Hufeisen eintretenden Nervenstranges zu sehen war, so zu erklären sei, dass die Einwirkung der Kalilauge, welcher der Zutritt in die Papillen an dem ohnehin nur an einer Stelle, und da nicht sehr weit zugänglichen Schwinger, nicht gerade leicht gemacht wird, keine genügende gewesen sei. Dem entspricht auch das, wohl auf eine theilweise Beeinflussung durch Kalilauge zurückzuführende Bild von Sarcophaga (Fig. 64), in welchem übrigens die Rinne nicht gezeichnet ist.

Was die Entstehung dieser Papillen betrifft, so ist dieselbe nicht so einfach zu durchschauen, wie die der skapalen Papillen und ihrer Verwandten. Die Fortsetzung, welche die Rinne bei Tipula und ihr nahestehenden Formen ins Innere besitzt, und welche in Gestalt eines

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

verhältnismäßig breiten Ovals (Fig. 42, 43) ihr Ende erreicht, scheint mir aber darauf hinzudeuten, dass wir auch hier, wie bei den skapalen Papillen, von zwei Duplikaturen ausgehen müssen, deren Spalt außen, aber nur sehr dünn, verwachsen ist, es erklärt sich dann, warum die Hypodermis bei Tipula so weit in die Papille hineinreicht, um mit dem aus der Rinne hervorgehenden Oval in Zusammenhang zu treten. Die Rinne und das Oval wären demnach als der sehr verkleinerte Rest der inneren Wand jener ursprünglichen beiden Duplikaturen anzusehen. Über die weitere Veränderung im Bau der Papille, welche bei den höheren Dipteren zu finden sind, haben wir oben schon gesprochen.

Der Stoff, der sich in der Höhle, innerhalb des eigentlichen Papillenraumes befindet, welcher ja bei den basalen Papillen von der Außenwelt abgeschlossen ist, scheint Luft zu sein, wenigstens keine Flüssigkeit, denn es war nie ein Gerinnsel zu sehen, der Raum blieb bei den verschiedenartigen Färbungen immer vollständig durchsichtig. Der Inhalt der zwischen den Papillen befindlichen Hohlräume dagegen scheint eine Flüssigkeit zu sein, dieselbe färbte sich mit Boraxkarmin bei Asilus stark und gleichmäßig roth.

Im Folgenden sind noch einige Angaben, vornehmlich über die Größenverhältnisse der Papillen bei verschiedenen Formen zusammengestellt.

Bei Tipula oleracea betrug die Länge 7—8,4 μ, bei T. vernalis (Fig. 41) 5,6—8,4 μ. Die Breite betrug bei T. oleracea 4,2—5,6 μ, bei T. vernalis 4,2—7 μ. Die Gesammthöhe fand ich bei T. ochreacea (Fig. 42) 11,5 μ, die Länge des Endstabes 4,4 μ, die Länge der Rinne 4,6 μ groß. Bei T. vernalis fand ich die Rinne lang 4,6—5,3 μ bei einer Breite von 0,6 μ. Bei Pachyrhina pratensis (Fig. 43) betrug die Gesammthöhe ebenfalls 11,5 μ, die Länge des Endstabes und die Breite der Rinne fand ich wie bei T. vernalis.

Bei Leptis vitripennis (Fig. 48) fand ich die Papillen im Ganzen lang 3,8—6,9 μ, breit 2,8—4,7 μ, also wie auch Fig. 36 zeigt, klein im Verhältnis zu den basalen Papillen anderer Arten (Fig. 33). Die Länge der Rinne betrug 3,4—3,8 μ, ihre Breite 0,6 μ (?). Bei Laphria gilva (Fig. 55) fand ich die Rinne hoch (tief) 0,8 μ, lang 5,3 μ. Bei Asilus pallipes betrug die Gesammthöhe 9,2—11,5 μ. Bei Empis tesselata fand ich die Papillen lang 3,8—7,5 μ. Bei Eristalis tenax betrug die Länge der Papillen 7,2 μ, die Breite 5,7 μ. Die Rinne war lang 3,7 μ, breit 0,6 μ.

Bei Sarcophaga betrug die Länge einer Papille 6,9 μ, bei einer Breite von etwa 4,6 μ. Bei Caliphora erythrocephala (Fig. 71) betrug die Gesammthöhe der Papille zwischen 6,9 und 13,8 μ, wovon auf

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das umgebende Chitin 4,6—10,3 μ kommen und für die Endkuppe 2,3—3,5 μ übrig bleiben. Die Rinne hatte eine Länge von 4,6—6,9 μ, eine Tiefe von etwa 1 μ; der Endstab hatte eine Länge von 1,7—2,5 μ, eine Breite von 0,6—0,8 μ. Das Kissen ist in der Richtung der Rinne länger als senkrecht zu derselben. Der abführende Nerv hatte eine Breite von 1,5 μ, bei einem passenden Schnitt zeigt sich die Größen-Ab- und Zunahme in vollständiger Regelmäßigkeit, allmählich fortschreitend, dabei nehmen alle Theile ziemlich gleichmäßig zu. Die starken Haare ragen weit über die Papille heraus. Bei Leria serrata (Fig. 74) war die Papille lang 5,7 μ, breit 5,4 μ. Die Rinne war lang 4,6 μ, breit 0,8 μ.

Die Nervenfaser jeder Papille befindet sich eingeschlossen in einem Kanal (Fig. 38, 42, 65), dessen zellhaltiges Gewebe einerseits mit der Hypodermis, und andererseits mit dem die Ganglienzelle umhüllenden Bindegewebe in Zusammenhang steht. Die bipolaren Ganglienzellen, aus welchen die zu den Papillen tretenden Nervenfasern hervorgehen, sind meist nur wenig proximal von ihren Papillen gelegen, so dass man auf Querschnitten durch den Schwinger manchmal, wenn auch selten, den ganzen Verlauf der Nervenfaser von den Papillen bis zu einer Ganglienzelle verfolgen kann, aus jeder dieser Ganglienzellen tritt eine zum Thoraxganglion führende Nervenfaser aus, welche sich sogleich nach der Tiefe des Schwingers zieht; desshalb sind diese Nervenfasern auf dem Bild (Fig. 65) von Caliphora nicht zu sehen. Jede Ganglienzelle steht nur mit einer Papille in Verbindung. Dass mehrere Ganglienzellen nur eine Nervenendigung aus sich hervorgehen lassen, wie vom Rath (31) als das bei Insekten häufigere Vorkommen beschreibt, ist jedenfalls bei dem Schwinger-Nervenendapparat nicht der Fall, die Künckel'sche[1] Auffassung trifft hier vollständig zu. Unter einander fand ich die Ganglienzellen der verschiedenen Papillenformen bei der nämlichen Art vollständig gleich. Die Ganglienzellen sind, wie schon Lee (20) bemerkt, durch nichts besonders auffallend, meist etwas oval- bis langgestreckt, mit scharf umschriebenem Kern, der einen oder mehrere Kernkörper enthält, getrennt sind sie von einander durch kernhaltiges Bindegewebe (Neurilemm).

Die Größe der Ganglienzellen bei verschiedenen Arten ist ziemlich verschieden. Die Länge betrug bei Tipula lateralis 9,5—13,8 μ, die Breite 6,1—8 μ, den ovalen Kern fand ich lang 6,4 μ, breit 3 μ. Bei Tabanus bovinus fand ich die Ganglienzelle lang bis zu 30 μ, breit bis 18 μ, der Kern

[1] In: Compt. Rendus. Paris 1881.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hatte dabei eine Länge von bis zu 12 μ, eine Breite bis zu 9,5 μ; bei Laphria gilva waren die Ganglienzellen lang 23—37 μ, breit 13—16 μ, der Kern lang 9—12 μ, breit 4—7,5 μ. Bei Caliphora erythrocephala fand ich die Ganglienzelle lang bis 14 μ, breit 9—11,5 μ, den Kern lang 7—7,6 μ, breit 4,6—5,7 μ.

Anhang. Dass ähnliche Bildungen, wie die hier beschriebenen, auch auf dem Flügel der Dipteren und anderer Insekten auftreten, war schon Hicks bekannt; auch Graber (12) hat dieselben in neuerer Zeit bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die chordotonalen Sinnesorgane bearbeitet und betrachtet dieselben als zu derartigen Sinnesorganen gehörend. So weit ich diese Bildungen genauer untersuchte, was freilich nur bei einigen (Empis [Fig. 10], Hippobosca equina) Fliegen der Fall war, scheinen sie mir den hier beschriebenen Papillen ziemlich nahe zu stehen. Die Länge einer Papille vom Flügel von Hippobosca equina (Fig. 75) betrug gegen 12 μ, ihre Breite 17,2 μ. Derartige Papillen finden sich am Grunde der Ober- und Unterseite des Flügels in Gruppen, welche jedoch ziemlich regelmäßig bei den verschiedenen Formen (Bibio, Leptis, Tabanus, Asilus, Empis, Hippobosca) wiederkehren. Auf Fig. 10 sind die sämmtlichen Papillen eines Flügels von Empis argyreata wiedergegeben. Der Flügel ist von oben gesehen. Die Papillen der Unterseite sind desshalb der Unterscheidung halber punktirt.

Auf der Oberseite waren es meist vier Gruppen, deren äußerste stets nur von wenigen oder einer (Empis, Hippobosca) Papille gebildet wird. Ich zählte auf der Oberseite von Leptis vitripennis 114—159, bei Tabanus tergestinus 168, bei Asilus pallipes 168, bei Empis tesselata 122, bei E. argyreata 86—97, bei Hippobosca equina 70—73 Papillen.

Auf der Unterseite ließen sich meistens drei Gruppen unterscheiden, ich fand bei Bibio Marci 60, bei Leptis vitripennis 56—72, bei Tabanus tergestinus 99, bei Asilus pallipes 47, bei Empis tesselata 56, bei E. argyreata 43—61, bei Hippobosca equina 24—28 Papillen. Demnach befinden sich auf der Unterseite immer weniger Papillen als auf der Oberseite, Ähnliches war (s. oben) bei den skapalen Papillen des Schwingers der Fall. Auf die Papillen an den Flügeln der anderen Insekten, besonders der Hymenopteren und Lepidopteren, bin ich nicht eingegangen.

IX. Von der Bewegung des Schwingers am lebenden Thier.

Wir haben in Kap. V von den Chitinbildungen, die den Schwinger mit dem Thorax in Verbindung setzen, in Kap. VI von den Muskeln, die vom Thorax zum Schwinger gelangen, von den Gelenksäckchen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und auch von einem Muskel, der innerhalb des Schwingers seine beiden Ansatzstellen hat, gehört. Befestigen wir nun den Thorax einer frisch getödteten Fliege in der in Kapitel II angegebenen Weise unter dem Mikroskop, so können wir genau die Bewegungen des Schwingers beobachten. Wir erkennen dabei zwei Bewegungsarten: Für die eine ist die Drehungsachse (auf Fig. 2—9 die Linie *u-u*) in der Ebene des Papiers gelegen und die bewegliche Chitinblase zwischen dem Thoraxstück *a*, welches unbewegt bleibt, und den Stücken *b*, *c*, *g* auf der Unterseite und dem Kamme *i* auf der Oberseite, bei derselben thätig. In diesem Fall bewegt sich der Schwinger von oben nach unten und umgekehrt. Das Ende seiner Bewegung nach unten bestimmt das Anstoßen von dem Chitinstück *b* bezw. *c* an das nicht bewegte Stück *a*; das Ende seiner Bewegung nach oben das Angespanntsein der zwischen *b* resp. *c* und *a* vorhandenen im Ruhezustande (s. oben, Kap. V) etwas gefalteten Chitinverbindung, so dass also die Bahn eine begrenzte ist.

Für die zweite Art der Bewegung steht die Drehungsachse senkrecht zur Ebene des Papiers (in Fig. 2—9). Der Schwinger bewegt sich also in der Ebene desselben, die Achse, die durch diese Bewegung ihre Richtung ändert ist durch eine von *O* zu *O* verlaufende Linie in Fig. 2—9 angedeutet. Dieses Mal verschiebt sich die Firste *f* gegen die Chitinstücke *e* und *e'*, welche dieselbe zwischen sich fassen. Die Ausdehnungsfähigkeit der Bewegung wird noch dadurch vergrößert, dass bald, wie bei Tipula, Leptis die Stücke *e* und *e'* ebenfalls zusammengebogen werden können, während bei den höheren Formen z. B. Eristalis, Musca nur noch *e'* biegsam ist, zugleich aber das distal von *e* und *e'* liegende Chitinstück *d* sich zusammenpressen lässt. Das Ende der Rückwärtsbewegung ist da, wenn alle Theile möglichst zusammengedrückt, das der Vorwärtsbewegung, wenn alle Theile möglichst gedehnt sind.

Es ist nun die Frage, welche der Muskeln, Gelenksäckchen und Gelenkstücke bei der einen oder anderen der beiden Bewegungsarten in Gebrauch kommen. Wenn wir nun bedenken, dass die Bewegung von oben nach unten nur durch die ganz am Grunde derselben befindliche, die Verbindung mit dem Thorax herstellende Chitinblase begleitet wird, dass aber alle über derselben befindlichen Chitinstücke von derselben in ihrer Lage zu einander unbeeinflusst bleiben und wenn wir außerdem (s. Kap. VI) uns erinnern, dass von den vier vom Thorax kommenden Muskeln nur zwei direkt und auch diese sehr tief unten am Schwingerchitin ansetzen, so ist die Annahme wohl berechtigt, dass diese Thoraxmuskeln die Bewegung des Schwingers an seinem Grunde erzeugen.

Wenn wir nun die von Marey (28) beobachtete Thatsache, dass die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Längsachse der vom Flügel durchlaufenen Bahn in ihrer Stellung zum Thorax sich bei demselben Insekt gar nicht verändert, dass also die Bewegung des Flügels am Thorax keine willkürliche, sondern eindeutig bestimmt ist, und nur in ihrer Ausdehnung (Amplitude) wechseln kann, so liegt die freilich unbewiesene Annahme nahe, dass auch die Bewegung des Schwingers an seinem Grunde immer gleichartig (in der Hauptsache von oben nach unten) sei und nur in der Geschwindigkeit und auch der Ausdehnung des zurückgelegten Weges sich ändern könne, im letzteren Fall würde die im Beginn des Kapitels erwähnte Grenze der Bahn nach oben und unten nicht immer bei der Schwingerbewegung erreicht werden. Wäre eine Mehrzahl von Möglichkeiten für die Bewegung des Schwingers schon am Grunde desselben vorhanden, so wäre nicht einzusehen, aus welchem Grunde sich weiter oben am Fuß desselben noch ein zweites Gelenk befindet.

Es bleiben somit für die Bewegung des Schwingers in der horizontalen Ebene (Fig. 2—9) der im Fuße des Schwingers befindliche Muskel und die drei Gelenksäckchen, von welchen besonders das hintere auf der Oberseite neben der basalen Platte gelegene, hervorzuheben ist. Der Muskel (s. Kapitel VI) liegt im hinteren Theil von Kanal II (Fig. 15, 19 *M*) näher dem Hinter- als dem Vorderrand des Schwingers und läuft von der Oberseite und von dem Grunde des Schwingers nach der Unterseite und distal in die Höhe, den Kanal II auf diese Weise durchquerend. Wenn sich der Muskel nun zusammenzieht, so wird die Folge sein, dass der hintere Theil des Schwingers zusammengedrückt wird und zwar wird, da der Muskel zu dem vom Grunde distal in die Höhe führt, die Wölbung der zusammengepressten Chitinstücke sich besonders in der Längsrichtung des Schwingers vermehren, jedoch auch von der Ober- nach der Unterseite, es wird dann zugleich durch den Zug des Muskels das in dem großen Gelenksacke, welcher neben den basalen Papillen liegt, endende Chitinstück *l*, oder, falls eine etwas abgegrenzte Platte (s. Eristalis Fig. 6 *m*) an dieser Stelle liegt, diese, tiefer in den Gelenksack hineingetrieben werden, während der Pfeiler, welcher am Vorderrand des Schwingers zwischen den beiden Gelenksäckchen liegt, in Folge der Zusammenziehung des Muskels, mehr aus derselben heraus ans Freie treten wird. Wenn sich nun aber die am Hinterrand des Schwingerfußes liegenden Chitinstücke, welche bewegliches, etwas federndes Chitin besitzen, in der Längsrichtung des Schwingers stärker wölben, so ist die Folge davon eine Verkürzung des Schwingerfußes an seinem Hinterrand oder eine Bewegung des Schwingers nach hinten. Diese Bewegung wird bei den größeren Schwingern (Tipula, Leptis) begleitet von einem Heraustreten des am

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vorderrand befindlichen Pfeilers aus den in der Tiefe ein verbundenes Gelenksäckchen (Tipula) darstellenden beiden vorderen Gelenksäckchen.

Was die Chitinstücke, welche durch diese Zusammenziehung des Muskels betroffen werden, angeht, so sind es, wie oben erwähnt wurde, bei Eristalis und Musca die Stücke *e'* und *d*, welche bei der mit dem Pinsel hervorgebrachten Vorwärtsbewegung der Schwinger straff gestreckt, bei der Rückwärtsbewegung stark gewölbt werden. Das bei Eristalis neben der Platte *l* liegende Stück *m* verschwindet bei der Zusammenziehung (Rückwärtsbewegung) unter *e'*, wird also wohl, wie das oben als zu erwarten beschrieben war, in den großen Gelenksack, neben dem es liegt, hineingedrängt werden. Das bei der Beobachtung unter dem Mikroskop wahrzunehmende sich Hineinschieben der Rippe *f* zwischen *e* und *e'* erklärt sich aus der Zunahme der Wölbung von *e* und *e'* bez. von *e'* allein. Eine andere Frage ist, warum die beiden Säckchen am Grunde der Vorderrandader *V* von den niederen zu den höheren Dipteren immer mehr abnehmen, bis sie bei Caliphora nicht mehr zu sehen sind. Als Grund hierfür dürfte, da ja die sonstigen bei der Vor- und Rückwärtsbewegung in Thätigkeit tretenden Theile vollständig vorhanden sind, jedenfalls eine Verminderung dieser Bewegung nicht angeführt werden. Dem widerspricht auch der oben angeführte Versuch mit dem Pinsel; vielleicht ist aber in dem Abnehmen der Größe des Schwingers, welches bei den höheren Formen sich findet und besonders in dem viel gedrungeren im Querschnitt mehr rundlichen Bau des Schwingerfußes (Fig. 19), im Gegensatz zu der langgestreckten Form desselben z. B. bei Tipula (Fig. 11) der Grund für dieses Abnehmen (Fig. 15 Leptis) und Verschwinden der vorderen beiden Gelenksäckchen, zu sehen. Denn je geringer die Breite des Schwingers wird, desto geringer wird auch, bei gleich bleibender Größe der Rückwärtsbewegung, die der Bewegung auf der Hinterseite entsprechende Bewegung am Vorderrande werden. Desshalb dürfte vielleicht bei Caliphora, wo ja (Fig. 19) der Fuß fast rund im Querschnitt ist, die Entstehung einer eigenen jenem Zweck dienenden Bildung von zwei Gelenksäckchen nicht mehr nöthig sein.

Wenn nun die Bewegung des Schwingers von vorn nach hinten in der oben angeführten Weise stattfindet, so ist noch einiger Vortheile zu gedenken, welche eine solche Art der Bewegung für den Schwinger und die Fliege hat. Als erste Wirkung scheint mir wichtig, dass auf diese Weise ein einziger Muskel hinreicht, um die ganze Bewegung auszuführen, ohne dass zu befürchten wäre, dass, wenn derselbe seine Thätigkeit einstellt, der Schwinger nicht mehr fest und unbeweglich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit seinem Grundstück, welches die Auf- und Abwärtsbewegung vermittelt, verbunden ist; dies wird erreicht dadurch, dass, sobald der Muskel aufhört die verschiedenen Chitinstücke zu beeinflussen, diese die ihnen normale Stellung wieder einnehmen. Ein anderer Vortheil liegt darin, dass der Muskel nicht, wie man vielleicht zuerst erwarten mag, von vorn nach hinten, sondern von der Oberseite nach der Unterseite sich ausdehnt; die Folge ist, dass die Thätigkeit einen, durch das allmähliche Zusammenpressen der Chitingewölbe ganz gleichmäßigen ruhigen Verlauf nimmt, im anderen Fall wäre der Widerstand leicht zu klein und die Bewegung dann sprungweise und ungenau.

Was nun die Antheilnahme der beiden eben dargelegten Bewegungsweisen des Schwingers an seiner Bewegung am lebenden Thier betrifft, so dürfte es schwer halten darüber Beobachtungen herbeizubringen; einmal glaube ich bei einer frisch getödteten und in der öfters erwähnten Weise befestigten Eristalis die Bewegung des Schwingers nach hinten freiwillig vom Thier ausgeführt, ohne Zusammenhang mit einer anderen Bewegung, wahrgenommen zu haben, auch bewegte sich der Schwinger nicht, wie dies sonst der Fall zu sein pflegt, wieder zurück, sondern er blieb in der nach hinten gebogenen Stellung, diese Stellung des Schwingers ist auch zu sehen in der Fig. 2, welche einen Schwinger von Tipula, von der Oberseite gesehen, darstellt; auch die Beobachtung, dass eine Caliphora, Eristalis, Musca, deren Schwinger berührt wird, denselben plötzlich, wie mir scheint nach hinten versteckt, mag hierher gehören. Vielleicht ist es aber möglich, aus anderen Punkten bei der Zusammenwirkung der beiden Bewegungen auf das obwaltende Verhältnis wenn auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit zu schließen.

Wir stehen hier, wenn wir von dem sicherlich möglichen Fall, dass überhaupt nur das eine der beiden Gelenke in Thätigkeit ist, seiner Einfachheit halber absehen, vor zwei Möglichkeiten: Im einen Fall findet bei jeder durch die Wechselwirkung der vier Thoraxmuskeln im unteren ersten Gelenk hervorgerufenen Auf- und Abbewegung des Schwingers ebenfalls eine Bewegung in dem höheren, zweiten Gelenk statt, die Bewegung an den beiden Gelenkstellen des Schwingers wiederholt sich also in gleicher Häufigkeit; es bleiben dabei verschiedene Möglichkeiten für die Art der entstehenden Gesammtbewegung, je nach der Weise, wie die Zusammenziehung des Schwingermuskels erfolgt und je nach der Geschwindigkeit im ersten Gelenk, wird der Schwinger die Bewegung in einer Ebene beibehalten, oder eine gewölbte Fläche beschreiben. Diese Ebene wird aber mit derjenigen, welche bei der einfachen Auf- und Abbewegung des Schwingers von diesem eingehalten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wird, nur einen Punkt, den Bewegungsmittelpunkt des Schwingers, gemeinsam haben und im Übrigen wird ihre Richtung in verschieden starkem Grade von oben und außen nach unten und innen gehen. Die andere Möglichkeit ist die, dass die Zusammenziehung des eigentlichen Schwingermuskels nur von Zeit zu Zeit stattfindet, und dass sich die Stellung des Schwingers im zweiten Gelenk dann für eine Reihe von Auf- und Abbewegungen gleich bleibt, es wird also, wie im ersten Fall, obgleich die vier Thoraxmuskeln die nämliche Bewegung wie vorher ausführen, doch der Schwinger in einer anderen Ebene sich bewegen als vorher. Es werden aber alle diese letzteren Ebenen die wesentliche Eigenschaft haben, dass bei allen die Richtung von oben nach unten vollständig gleich ist mit derjenigen, welche die Bewegung des Schwingers einschlägt, wenn nur das erste Gelenk thätig ist, während die Ebenen, welche bei der sich immer wiederholenden Zusammenwirkung der beiden Gelenke entstehen, zu dieser Richtung einen Winkel bilden müssen. Alle Ebenen und natürlich auch die möglicherweise von dem Schwinger beschriebenen gewölbten Flächen, haben einen Punkt mit einander gemeinsam, den Bewegungsmittelpunkt des Schwingers.

Diese große Mannigfaltigkeit in den Bewegungen verdankt der Schwinger besonders der vollständigen Unabhängigkeit der beiden Gelenke von einander und es scheint mir mit Rücksicht auf den beträchtlichen Aufwand, der zur Erreichung dieses Zieles gemacht wird, aus dieser Thatsache hervorzugehen, dass dieser Reichthum an Bewegungsarten, der von dem beim Flügel der Insekten zu beobachtenden Verhalten sehr abweicht (Marey 28), kein grundloser sei, sondern dass derselbe gebraucht werde und für die Fliege nothwendig sei. Bemerkenswerth ist ferner, dass Genauigkeit in der Bewegung des Schwingers nöthig zu sein scheint, was aus der im Vergleich zu anderen Insektenflügeln beträchtlichen Zahl der Schwingermuskeln (cf. Lucks, 27) hervorgeht.

Über die Anzahl der Bewegungen eines Schwingers in einer Sekunde kann ich nichts sagen, jedenfalls ist dieselbe eine sehr bedeutende, doch sah ich den Schwinger sich (z. B. bei Tipula) manchmal auch langsamer bewegen. Näheres siehe die Versuche im nächsten Kapitel.

X. Von den Versuchen über die Thätigkeit des Schwingers am lebenden Thier.

Da schon eine Reihe von Arbeiten und in neuerer Zeit eine sehr ausführliche Abhandlung von Jousset (16) über diesen Punkt erschienen ist, so theile ich meine Beobachtungen, so weit sie sich mit jenen von Jousset decken, nur in ihren Ergebnissen mit, ohne auf die Einzelheiten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

näher einzugehen. Meine Versuche machte ich vornehmlich an Tipuliden, Syrphiden, Musciden.

Die Bewegung des Schwingers findet meistens gleichzeitig mit der des Flügels statt und ist dann sehr schnell (s. verschiedene Autoren der Einleitung); sie kann derselben vorangehen, wie ich z. B. bei Sarcophaga, Eristalis, Tipula sah. Schneidet man (Sarcophaga) einen Flügel des lebenden Thieres ab, so kann man sehen, dass wenn eine Bewegung des anderen noch vorhandenen Flügels stattfindet, nicht nur dessen Schwinger, sondern auch der der Gegenseite sich bewegt. Bei frisch getödteten Eristalis, Caliphora, Sarcophaga hat ein Zug nach oben am Flügel eine Bewegung des gleichseitigen Schwingers manchmal auch des gegenseitigen Flügels und Schwingers zur Folge; eben so hat Druck auf das Chitin in der Nähe des Schwingeransatzes Bewegung des Schwingers zur Folge. Auch ohne Betheiligung des Flügels kann sich der Schwinger bewegen, so z. B. (Musca) gleichzeitig mit den Beinen, wenn es sich um das Aufstehen aus der Rückenlage handelt, oder wenn das Thier (Musca) an einem Bein festgehalten wird. Doch ist die Geschwindigkeit dabei im Vergleich zu der, wenn der Schwinger sich zugleich mit dem Flügel bewegt, eine geringe. Bei Tipula (lateralis) treten, wenn es sich um die Veränderung der Stellung zur Wiedererlangung der Gleichgewichtslage handelt, vor dem Flügel die Schwinger in Thätigkeit, dann, wenn dies nicht hilft, suchen jene nachzuhelfen; am besten ist dies zu sehen bei einer Tipula, welche nicht mehr alle Beine besitzt, denn im anderen Fall sind es diese in erster Linie, welche die Gleichgewichtslage wieder herzustellen bemüht sind. Dass diese Bewegung der Schwinger und Flügel aber eine so zu sagen zufällige und auf einen anderen als den angeführten Grund zurückzuführen sei, lässt sich am leichtesten bei der langsamen Tipula widerlegen, welche gewöhnlich, wenn von außen kein direkter Grund zum Handeln gegeben wird, unbeweglich dasitzt und nun plötzlich bei der Drehung und Schiefstellung ihres Behälters diese Bewegungen ausführt; sie führt dieselben aber nicht aus, wenn der Behälter nur verschoben wird und ihre Lage im Gleichgewicht nicht gestört wird. Musca ist in dieser Beziehung ein weniger sicheres Versuchsthier[1]. Bewegung der umgebenden Luft setzt den Schwinger von Tipula in leichte Bewegung, eben so die Flügel und Fühler.

[1] Der Sitz der Gleichgewichtsempfindung liegt jedenfalls nicht in der Empfindung, welche die Beine von dem auf sie ausgeübten Druck des Körpers haben. Verlust eines oder zweier, ja eventuell von noch mehr Beinen, hebt diese Wahrnehmung des Thieres nicht im geringsten auf. Vgl. Loeb (24), welcher dieselbe mit den Augen in Verbindung bringt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Endblase des Schwingers ist (siehe Kapitel VII) mit Blut gefüllt, der Füllungsgrad ist bei dem lebenden Thier, z. B. Eristalis, mäßig und nach dem Tode schrumpft das Köpfchen allmählich (im Verlauf weniger Stunden) zusammen; vielleicht ist die Ansicht Schelver's (siehe Einleitung, 33), das Köpfchen bestehe aus sich öffnenden und schließenden Blättchen, hierauf zurückzuführen. Dabei bilden sich die durch Schrumpfung erzeugten Falten nicht als Vergrößerung der schon bestehenden Furchen, sondern diese bleiben unverändert und neben ihnen entstehen neue (Musca); bei einer Eristalis, die noch nicht lange todt war, beobachtete ich einmal eine Vergrößerung des Köpfchens, als ich an die Abtrennungsstelle des Köpfchens etwas 0,5 %ige Kochsalzlösung brachte, und als ich diese durch eine wässrige Lösung von Methylgrün ersetzte, konnte ich dieses nach einiger Zeit in dem durchsichtigen Stiel durchschimmern sehen. Vielleicht hängt mit dieser Thatsache die Lee'sche Angabe von Pulsationen, welche am Köpfchen gewisser Fliegen (von wem?) beobachtet seien, zusammen. Jedenfalls ist der Blutgehalt des Köpfchens von dem des Thorax abhängig und es ist wohl möglich, dass auch am Köpfchen die Pulsationen der Bewegung des Blutes im Thorax erkennbar sind, möglich ist auch, dass die rhythmischen Zusammenziehungen des Thorax bei der Flügelbewegung die Ursache dazu abgegeben haben (cf. Graber, 11).

Der vollständige Verlust beider Schwinger hat zur Folge, dass die Fliege nur noch sehr langsam abwärts fliegen kann, oft auch direkt nach abwärts fällt (Eristalis, Caliphora). Meist findet dies zu Boden Sinken, besonders wenn die Höhe eine beträchtliche ist, in ziemlich senkrechter Linie statt, die Fliege fällt, am Boden angekommen, oft auf den Rücken und hat manchmal (Musca) Mühe wieder auf die Beine zu kommen; sie (Eristalis, Musca) macht sich mit den Beinen viel an der Stelle der Schwinger zu schaffen, wohl um dort, wie sie auch sonst zu thun pflegt, zu tasten und das in Unordnung Gekommene wieder in Ordnung zu bringen; sie ist nach einigen vergeblichen Flugversuchen meistens nur schwer zu einem neuen Versuch zu bringen, springt selbst vom bewegten Finger nur ungern ab (Musca, Caliphora) und pflegt beim Gehen ihre Beine etwas breiter als sonst aus einander zu spreitzen (z. B. Eristalis, Musca), ist in Folge dessen mit ihrem Leib der Erde etwas näher als gewöhnlich. Oft ist das Gehen auch etwas langsamer. Im Übrigen benimmt sich die Fliege (Caliphora), so lange sie nicht fliegt, so, als ob ihr im Vergleich mit den anderen nichts fehlte. Sie stellt sich mit dem Kopf gegen den Wind, frisst, läuft sogar senkrecht am Glas, bleibt im Gleichgewicht etc. (Näheres siehe Jousset und die anderen in der Einleitung erwähnten Beobachter!) Individuen von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Eristalis oder Caliphora, welche der Schwinger beraubt waren, wurden, wenn sie im Freien losgelassen wurden, durch den leichtesten Wind fortgetragen, ohne auf den Boden zu fallen, vergleichbar dem Samen mancher Pflanzen (Compositen). Dieselben Folgen, wie der Verlust beider Schwinger hat der Verlust der beiden Köpfchen (Autoren der Einleitung!). Hier und da bleibt (Jousset bei Volucella), wenn der am Köpfchen bleibende Stiel besonders lang ist, noch ein kleiner Rest von Flugfähigkeit zurück, auch ich fand bei Tipula und Eristalis in diesem Fall noch ein kleines Flugvermögen. Eine Caliphora, welcher beide Köpfchen fehlten, konnte sich noch auf Strecken von 2 bis 3 m in der Luft halten. Waren die am Thorax zurückbleibenden Stiele verschieden lang, so war eine Kreiselbewegung der Fliege das Resultat (Robineau, Jousset etc.). Dieselbe ist als höchste Ausbildung eines spiraligen Fluges zu betrachten, welcher bei annähernd gleicher Länge der Schwingerreste erfolgt.

Eine Anzahl frisch ausgeschlüpfter Caliphora, welchen beide Schwingerköpfchen entfernt waren, wurde am 2. Juli in einem Käfig, welcher mit Glas und Gaze verschlossen war, untergebracht. Die Nahrung bestand in Zuckerwasser, Wasser und etwas zartem Brot. Die letzte derselben starb am 5. August, hatte also 35 Tage lang gelebt. Eine Anzahl Musca domestica, welchen ebenfalls beide Schwingerköpfchen fehlten, wurde vom 29. Juni ab unter denselben Bedingungen, wie die oben erwähnten Caliphora gehalten, die letzte derselben starb am 11. August, hatte also 44 Tage in der Gefangenschaft gelebt; wie lange sie vorher gelebt hatte, ist dabei nicht zu sagen. Bei vielen der Individuen waren die Flügel nach einiger Zeit in Folge des häufigen Fallens ganz zerstoßen und zerbrochen. Das Benehmen der Fliegen blieb immer das nämliche, seitdem die Operation stattgefunden hatte.

Die Angaben von Paul Bert (Notes d'Anat. et Physiol. comp. Extr. des Mem. Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux. Paris 1867. p. 32—33) konnte ich nicht vergleichen, die Inhaltsangaben darüber bei Künckel und Jousset sind so kurz, dass nicht einmal daraus zu sehen ist, welche Arten Bert beobachtete. Auch die Zeitdauer ist nur sehr ungenau angegeben.

Der Verlust eines Schwingers macht (Musca, Caliphora, Eristalis) nicht vollständig unfähig zu fliegen, sondern hebt nur die Fluggeschicklichkeit auf. Das Thier fliegt schlecht, unsicher, schwankend und ist leicht zu fangen, die gewandten schnellen Wendungen z. B. von Musca sind verloren. Dagegen durchfliegt die Fliege besonders große Strecken, in welchen kein Hindernis eine Wendung nöthig macht, z. B. im Freien, noch gut (Eristalis); Musca domestica lässt nach einigen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

missglückten Versuchen das Fliegen meistens bleiben und beginnt statt dessen zu gehen. Individuen von Musca sah ich, wenn ein Schwinger fehlte, mehrmals gleich nach der Operation, längere Zeit schief stehen, derart, dass die eine Seite höher lag als die andere. Dieselben Erscheinungen unter Ausschluss der bei Musca erwähnten Schiefstellung, aber häufig unter schwacher Kreiselbewegung des Thieres (Jousset) treten auf, wenn an einem Schwinger das Endköpfchen fehlt und der andere vollständig ist (Autoren der Einleitung) (Eristalis, Musca, Caliphora); es schien mir bei Eristalis, als ob in diesem Fall der Flug sogar noch schlechter von statten ginge, als wenn der verstümmelte Schwinger vollständig entfernt wurde.

Eine Anzahl frisch ausgeschlüpfter Caliphora, die eines Schwingerköpfchens beraubt waren, wurde unter den oben beschriebenen Bedingungen eingesperrt am 2. Juli; die letzte starb am 30. Juli, also nach 28 Tagen. Am 2. Juli wurden eingefangene Exemplare von Musca domestica ebenfalls eines Köpfchens beraubt und in einen Käfig gesetzt. Das letzte derselben starb am 6. August, also nach 35 Tagen. Wie lange vor der Gefangenschaft die Muscas ausgeschlüpft waren, und ihre eigentliche Lebensdauer ist aus dieser Thatsache nicht abzusehen; eine Caliphora, welche nicht verstümmelt war und gleich nach dem Ausschlüpfen zu den anderen gesetzt wurde, lebte vom 3. bis 31. Juli, also 28 Tage. Demnach würde die durchschnittliche Lebensdauer die in den Versuchen bei Caliphora und Musca erhaltene Zeit kaum überschreiten.

Ist nur noch ein Schwingerstiel vorhanden, so ist die Folge dieselbe, wie wenn beide Schwinger vollständig fehlten, nur tritt häufig Kreiselbewegung hinzu (Volucella, Jousset).

Dass das Gesumme durch die Entfernung der Schwinger abnehme, behauptet Landois (18); ich konnte davon nichts wahrnehmen, auch nichts davon, dass der eine der erzeugten Töne sich um eine Terz tiefer, und die Schwingungszahl des Flügels also ein klein wenig abnehmen soll, wie Jousset (16) behauptet (meine Versuchsthiere waren Eristalis und Musca, während Jousset Volucella beobachtete).

Die Entfernung der Schüppchen auf beiden Seiten (Eristalis, Musca) oder auf einer Seite (Musca, Caliphora) bringt gar keine Veränderung im Flugvermögen hervor. Wendungen und dergleichen werden mit derselben Geschicklichkeit ausgeführt, wie vorher, auch das Gesumme ändert sich nicht, der Zweck des Schüppchens muss also anderswo gesucht werden. Auch die Entfernung des Afterläppchens (Musca, Eristalis) an beiden Flügeln, wobei man sich aber vor einer Verletzung des Flügels oder einer Ader desselben sehr in Acht nehmen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

muss, hat für den Flug gar keine Folgen: die Fliege fliegt noch so gut wie vorher.

Festbinden oder Festkleben der beiden Schwinger, so dass dadurch ihre Bewegung unmöglich wird, ist für das Flugvermögen von den nämlichen Wirkungen begleitet, wie vollständige Entfernung der Schwinger (Jousset bei Volucella).

Anhängen eines kleinen Gewichts an das Abdomen einer schwingerlosen Fliege (Caliphora) stellt nach Jousset die Flugfähigkeit fast vollständig wieder her; meine Versuche (Caliphora) ergaben ebenfalls eine, wenn auch nicht bedeutende, Verbesserung der Flugfähigkeit.

Färbung des Schwingerköpfchens mit Cadmiumgelb brachte nach Jousset bei Volucella die Färbung einer kleinen Stelle des Afterläppchens am Flügel hervor, meine gleichartigen Versuche bei Caliphora mit Tusche ergaben, aber nicht immer, einen kleinen Fleck an der Unterseite des Schüppchens.

Fliegen ohne Beine oder mit halbem Leib fliegen nach Gleichen (7) noch davon; auch ich sah eine Fliege (Musca), der das Abdomen zu zwei Dritttheilen abgeschnitten war, noch fliegen, so geschickt wie vorher (nach oben, horizontal und nach unten, wie sie wollte). Dasselbe war der Fall bei einer Caliphora, welcher sämmtliche Beine abgeschnitten waren, oder welcher die Fühlerendglieder genommen waren. Während des Fluges sind die Beine bei den meisten Dipteren an den Leib angezogen, bei Bibio jedoch sind die Hinterbeine, während des schwerfälligen, nur langsam zur Höhe führenden Fluges nach unten ausgestreckt (Meigen, 29).

Eine Eristalis tenax, welche geköpft war, flog, nachdem sie erst einmal den Flug begonnen hatte, noch vollständig gut, unter Beibehaltung einer bestimmten Richtung, auch Caliphora flog noch besser als ohne Schwinger.

Verdünnung der Luft bis zu dem Grade, dass die Quecksilbersäule im Barometer um 300 mm sinkt, hat bei Musca noch keinen merklichen Einfluss auf das Fliegen.

Der Stiel des Schwingers ist sehr fest und elastisch, wird er aber geknickt, so hat dies dieselben Folgen, wie Entfernung des ganzen Schwingers. Mit Kalilauge behandelte Schwinger verlieren ihre Elasticität, und dem entsprechend ihre Gestalt nicht im geringsten, während der Flügel seine Festigkeit durch diese Behandlung sehr einbüßt, doch kann die geringe Größe des Schwingers im Vergleich zum Flügel dabei auch viel ausmachen. Zerquetschung des Köpfchens allein schadet nichts (Goureau, Jousset etc.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

XI. Von den bisher ausgesprochenen Ansichten über die Aufgaben des Schwingers.

Die Ansicht (Derham, Gleichen, Robineau, auch Pagenstecher, 30, Bd. IV, p. 391), dass die Schwinger der Erhaltung des Gleichgewichts im Fluge dienen, und das Thier am Schwanken von einer Seite zur anderen hindern, widerlegte schon Schelver (33) dadurch, dass er bemerkte, dass die Fliege auch mit einem Schwinger noch fliegt, ein Stück weit, dass sie zwar nicht so geschickt ist, wie früher, dass ihr aber das Gleichgewicht erhalten bleibt. Zur Erhaltung des Gleichgewichts dienen nach Girard die lang ausgestreckten Beine, wenigstens bei den Tipuliden, doch sah ich Tipuliden und auch Schnaken (Culex), denen ein oder zwei Beine fehlten, noch gut fliegen, eine Caliphora flog noch gut (siehe voriges Kapitel), obgleich ihr sämmtliche Beine fehlten; daraus folgt, dass für den Flug die Gleichgewichtslage auf andere Weise erhalten wird.

Die sich hieran bei Derham anschließende Annahme, dass das Köpfchen zu vergleichen sei mit den am Ende beschwerten Balancierstangen der Seiltänzer, ist, so weit es sich auf die Schwere bezieht, richtig, denn wir hatten oben gesehen, dass das Köpfchen mit Blut gefüllt, und also verhältnismäßig schwer ist. Dagegen ist die Meinung Gleichen's und Schelver's, dass das Köpfchen Luft enthalte, und die hieraus folgende Erklärung des schnellen Einfallens derselben nach dem Tode falsch.

Auch die von Gleichen gedachte Art der Schallerzeugung (siehe Einleitung) durch Anschlagen des Schwingers an die Schüppchen muss wohl geleugnet werden, einerseits weil Fehlen von Schüppchen und Schwinger das Gesumme nicht aufhebt, andererseits auch wohl, weil die überall vorhandene Bekleidung des Schwingers und Schüppchens, bezw. dessen Stellvertreters, des Afterläppchens der Flügel, mit kleinen Härchen einer solchen Thätigkeit sehr hinderlich wäre. Schelver ließ das Gesumme durch die Schüppchen ohne Betheiligung der Schwinger erzeugt werden. Die von Landois (18) beschriebene Beeinflussung des die tonerzeugenden Plättchen tragenden Brummringes bei Eristalis durch einen am Grunde des Schwingers befindlichen Hebelarm konnte ich, obgleich ich Eristalis ebenfalls untersuchte, nicht bestätigen. Landois selbst beschreibt den Zusammenhang nur bei Eristalis, und das von ihm gegebene Bild konnte meine Zweifel auch nicht zerstreuen; es scheint mir nicht unmöglich, dass Landois das eine oder das andere der in Kapitel V aufgeführten Gelenkstücke für diesen Hebelarm hielt; noch vermehrt wurde mein Misstrauen durch die schon in der Einleitung mitgetheilte Beschreibung einer Spiralfeder, welche, wie Graber (12) nachweist, in Wirklichkeit den an der Basis

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Schwinger auftretenden Papillenplatten entspricht. Ob aber die Bewegung des Schwingers nicht doch, wenn auch freilich nur schwach, die Chitintheile des Stigmas beeinflusst, scheint mir nicht unwahrscheinlich in Anbetracht dessen, dass beim frisch getödteten Thier die Bewegung des Schwingers durch Druck auf die in der Nähe liegenden Chitinplatten erzeugt werden kann, also bei seiner Bewegung diese Chitinstücke jedenfalls auch ein klein wenig in Bewegung gerathen, eine Annahme, die bestätigt wird dadurch, dass sich bei den Dipteren die starken, während des Fluges arbeitenden Muskeln sich nicht am Flügel resp. Schwinger selbst ansetzen, sondern in der Nähe derselben, an der Thoraxwand. Auch Landois giebt übrigens zu, dass der Schwinger nur eine Verstärkung des Brummtones herbeiführen könne, der Ton entstehe auch bei fehlendem Schwinger, so dass die Frage am Ende eine ziemlich nebensächliche wird.

Dass die Schwinger bei der Respiration vortheilhaft wirken, nehmen in etwas verschiedener Weise mehrere Beobachter an. Latreille dachte sich das Endbläschen als einen Luftbehälter, der mit dem nahen Stigma im Verbindung stehe; ähnlich dachte wohl Chabrier; die Unrichtigkeit dieser Annahme ist besonders in Kapitel VII erwiesen. Loew meint, die Schwinger könnten dazu dienen, bei energischem Athmen durch ihre Hin- und Herbewegung das Eindringen von Fremdkörpern in die Stigmen zu verhindern. Dazu ist unter Anderem zu bemerken, dass die das Stigma nach außen schützenden Haare diesem Zweck für kleine Gegenstände viel dienlicher sind, und dass große Gegenstände kaum an jene verborgene Stelle gelangen können. Landois dachte die Schwinger könnten in zweiter Linie durch Bewegung der Brummringe auf die Respiration und auf die Flugfähigkeit einwirken, jedenfalls könnte dann aber die Wirkung nur eine minimale sein.

Jousset (siehe Einleitung) geht von der in Kapitel IX erwähnten Beobachtung Marey's (28) aus, nach welcher die Achse der vom Flügel durchlaufenen Bahn im Vergleich zur Thoraxachse innerhalb derselben Insektengruppe fast gar nicht wechselt. Es kann demnach die Bewegung des Flügels nur in ihrer Längenausdehnung wechseln. Bei den Dipteren ist der Winkel, den beide Achsen mit einander bilden, sehr klein. Jousset ist nun der Ansicht, dass der Flügel durch das Anschlagen seines Afterläppchens, auf welches schon Schelver aufmerksam gemacht hatte, an dem ihm entgegen bewegten Schwinger je nach der Größe der von diesem durchlaufenen Bahn in seiner Bewegung nach hinten entweder weiter vorn oder weiter hinten aufgehalten werde; das vordere Ende der Flügelbahn bleibe sich dagegen bei einem und demselben Thier immer gleich, die Folge sei 1) dass die vom Flügel

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durchlaufene Bahn eine verschieden große sein könne, und 2) dass, da diese Verschiedenheit in der Bahnlänge nicht gleichmäßig vorn und hinten, sondern nur hinten an derselben zum Ausdruck komme, der Unterstützungspunkt des Leibes bald vor, bald unter, bald hinter den (bei den Dipteren) immer feststehenden, im hinteren Abschnitt des Thorax befindlichen, Schwerpunkt der Fliege gerückt werde, oder vielmehr dass, da jene beiden Punkte immer senkrecht über einander stehen müssen, die Stellung der Längsachse des Körpers eine verschiedene werden müsse, dem entsprechend müsse der Flug bald nach oben, bald horizontal, bald, wenn der Schwinger gar nicht thätig sei und in Folge dessen die Schwingungszahl des Flügels ein klein wenig abnehme, nach unten seine Richtung nehmen. Wendungen nach der Seite werden durch Ungleichheit der von den Schwingern durchlaufenen beiderseitigen Bahnen und mithin auch der Bahnen der Flügel erzeugt.

Gegen diese Ansicht sprechen jedoch mehrere wichtige Punkte. Es ist nämlich 1) die Hauptbewegung des Schwingers nicht von vorn nach hinten, sondern von oben nach unten gerichtet, also der Flügelbewegung nicht entgegengesetzt, beide Schwingerbewegungen sind zudem nur sehr klein; 2) ist es bei der Mehrzahl der Musciden, z. B. Musca domestica, vollständig unmöglich, dass der Schwinger an das Afterläppchen des Flügels anschlägt; der Schwinger könnte in diesem Falle nur an das Schüppchen anschlagen, und dieses ist unbewegt, feststehend; 3) ist die überall vorhandene Behaarung des Schwingers oder gar die Dornen an seinem Ende (Tipula) oder die Beschuppung (Culex) einer solchen Thätigkeit sehr unzuträglich; 4) dürfte eher in Beziehung auf die gegenseitige Beeinflussung von Schwinger und Flügel das Umgekehrte der Jousset'schen Ansicht der Fall sein, nämlich, dass der Flügel den Schwinger an seiner Exkursion verhindert, als dass der kleine Schwinger den großen Flügel aufhalten sollte; 5) schadet die Entfernung des Afterläppchen bei Musca nichts; 6) ist bei den Culiciden, bei welchen nach Jousset's Theorie der Schwinger sehr lang sein sollte, derselbe sehr kurz im Gegensatz zu den Tipuliden; 7) bleibt die Langsamkeit, mit der die schwingerlosen Fliegen auch den Flug zur Tiefe bewerkstelligen, unerklärt.

Was den Schwerpunkt betrifft, so ist derselbe wohl, im Vergleich zu den mit beweglichem Abdomen versehenen Hymenopteren z. B., wenig veränderlich, doch dürfte, da ich bei Tipula, eben so wie auch bei Musca, kleine Bewegungen des Hinterleibes beobachtete, auch dieser nicht unbedingt fest sein; auch die im Hinterleib bei den Weibchen enthaltenen Eier werden von Einfluss auf den Schwerpunkt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sein. Auf die am Grunde des Schwingers befindlichen Papillen kommt Joussset nur sehr oberflächlich zu sprechen.

Den Ansichten von dem Zweck der Schwinger im Ganzen stehen fast vollständig unvermittelt die Ansichten über die am Grunde derselben befindlichen Papillen und Sinnesorgane gegenüber.

Hicks, der als der Erste die Papillenfelder beschrieb, hält dieselben, wie alle folgenden Beobachter, für Sinnesorgane, und zwar erklärt er dieselben für Geruchsorgane; etwa dieselbe Auffassung scheint Lee von ihrer Aufgabe zu haben. Derselbe hält bei den skapalen Papillen das Hufeisen und dessen dünnchitinige Seitenwände für die eigentlichen den basalen Papillen entsprechenden Papillen, die beiden Duplikaturen nur für eine Art Bedeckung, er spricht zuerst von einem »aëroskopischen Organ«, welches er dann als »chemisches Organ« näher bestimmt. Dieser Annahme widerspricht aber, wie schon Loew (25) ausführte, ihre Lage, welche sehr entfernt ist von den zur Aufnahme der Nahrung dienenden Werkzeugen, ferner das Vorhandensein von Sinnesorganen an den Antennen, welche allgemein für Geruchsorgane gehalten werden; dann ihre während des Nichtfliegens oft sehr versteckte Lage; es sei bei dieser Gelegenheit auch an den Fall erinnert, in dem bei Caliphora (Fig. 19) der tiefer gelegene Theil des skapalen Organs der Oberseite (siehe Kapitel VI) vollständig von Chitin umschlossen ist. Auch in dem histologischen Bau der Papillen ist nichts zu erkennen, das auf eine solche Thätigkeit hinweisen könnte.

Leydig und Graber halten das Organ für ein Organ zum Hören, weil sie sich die ebenfalls im Grunde des Schwingers vorhandenen Hörstifte mit den Chitinbildungen im Zusammenhang stehend dachten; da aber dieser Zusammenhang nicht besteht, scheint diese Annahme nicht mehr gerechtfertigt, denn es wäre doch sehr auffallend, wenn an dem nämlichen Thier die Hörorgane auf so verschiedene Weise, z. B. bald offen, bald geschlossen gebaut wären. Zudem ist die Lage keineswegs eine für ein Hörorgan zweckmäßige, denn 1) ist der Schwinger während des Fluges in sehr schneller Bewegung, und also als Unterlage für ein Gehörorgan wenig passend, auch würde das Organ vor Allem die eigenen Flugtöne und das Gesumme, nicht aber fremde Töne hören (Loew); 2) ist der Schwinger während der Ruhe oft sehr versteckt, und dies ist ebenfalls für ein Gehörorgan wenig vortheilhaft. Der Bau der Papillen, z. B. Richtung und Gestalt des Spaltes, ist auch für diesen Zweck nicht verständlich.

In Bezug auf das chordotonale Organ ist, mit Rücksicht darauf, dass es als Gehörorgan zu betrachten sei, dasselbe wie bei den eben erwähnten Papillenplatten zu bemerken, besonders der Abschluss von

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Außenwelt durch eine dickwandige Chitinkapsel auf der einen und auf der anderen Seite durch einen, bei Bewegungen des Schwingers in Gebrauch kommenden Gelenksack scheint mir für Schallwahrnehmung nicht gerade sehr geeignet.

XII. Versuch einer Ergänzung der Lücken, die in der Beobachtung geblieben sind.

Wenn wir die in den Kapiteln II—X über den Schwinger aufgezählten Thatsachen überblicken, so sind es besonders zwei große Lücken, welche durch die Beobachtung nicht ausgefüllt werden. An Stelle der einen tritt die Frage, welches die Aufgabe des Schwingers sei, sowohl wenn er sich für sich bewegt, als wenn er mit dem Flügel zugleich in Thätigkeit ist, also welches die Folge der Bewegung des Schwingers für die Fliege sei. Die andere Frage betrifft die am Grunde des Schwingers auftretenden Papillenplatten und das chordotonale Organ. Ehe ich auf die zweite Frage eingehen kann, scheint es mir nöthig, dass ich die erste, welche uns auch über die Gründe der Gestalt des Schwingers und Ähnliches Aufschluss geben dürfte, zu beantworten versuche, denn es ist ja wohl möglich, dass für jene Organe auf Grund der dort erhaltenen Ergebnisse, eine Erklärung sich finden ließe. Wir sehen demnach bis auf Weiteres vollständig von den Papillenplatten und dem chordotonalen Organe am Grunde des Schwingers ab.

Dass der Schwinger eine Aufgabe hat, geht, wenn auch nicht mit zwingender Nothwendigkeit, aus seinem Vorhandensein bei sämmtlichen 40,000 Dipterenarten, welche fliegen können, hervor. Bei Epidapus, welches wahrscheinlich das Weibchen von einer Sciara-Art ist, fehlt sowohl Flügel wie Schwinger (siehe Schiner 34). Andererseits wäre nicht einzusehen, warum der Hinterflügel bei den Fliegen nicht, eben so gut wie bei Termiten und Ameisen beide Flügelpaare, vollständig verschwindet.

Vergleiche zwischen dem Schwinger und Extremitäten, welche in der Rückbildung begriffen sind, wie z. B. den mesothorakalen Flügeln der männlichen Strepsipteren (Pagenstecher, 30, Bd. IV, p. 391), oder dem ersten Abdominalbeinpaar der Blatta-Embryonen (Cholodkowsky, 3, p. 94), oder den missgebildeten Hinterflügeln eines Procrustes coriaceus (Eckstein, 5) dürften uns über den Zweck des Schwingers kaum belehren. Dagegen berechtigen die Versuche über die Entfernung der Schwinger und besonders der Jousset'sche Versuch (siehe Kap. X) über die Folge des Festbindens der beiden Schwinger, zu dem Schluss, dass die Aufgabe des Schwingers mit seiner Bewegung zusammenhänge.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wenn wir jeden der beiden Schwinger einer Fliege als eine gestielte mit Blut gefüllte und also ziemlich schwere Blase auffassen, welche seitlich mit dem hinteren Ende des Thorax verbunden ist, in einer Weise, welche ihr große Beweglichkeit verschafft, so wird die Bewegung des Schwingers einen Zug nach unten auf den hinteren Theil des Thorax, an den der Schwinger befestigt ist, ausüben, denselben also, wenn sich keine Gegenwirkung durch die Beine, wie dies während des Stehens und Laufens der Fall ist, entgegensetzt, also z. B. während des Fliegens, etwas nach der Tiefe zu ziehen suchen, d. h. also den Schwerpunkt der Fliege, welcher sich (wie aus der Ansatzstelle der Beine zu sehen ist) nach vorn von der Befestigungsstelle der Schwinger befindet, etwas weiter nach hinten zu rücken streben. Der Rückstoß, der dabei durch die Bewegung des Schwingers auf den Körper ausgeübt wird, würde nun die Wirkung der Schwingerbewegung illusorisch machen, da diese Wirkung nicht wie die des Flügels auf dem Widerstand der Luft beruht; dieser Rückstoß wird aber dadurch aufgehoben, dass sich der Schwinger nicht in gleicher, sondern in entgegengesetzter Richtung mit dem Flügel bewegt, was wir z. B. beobachten können, wenn wir den Flügel nach oben ziehen, wobei eine gleichzeitige Bewegung des Schwingers nach unten erfolgt (Musca, Sarcophaga, Eristalis etc.) Wenn sich diese Bewegung nun wiederholt und zwar sehr schnell, so wird der Zug, der auf das Hinterende des Thorax ausgeübt wird, das Unzusammenhängende, das bei einer langsamen Wiederholung nicht zu vermeiden wäre, immer mehr verlieren und zu einem gleichmäßigen, fortgesetzten Zug werden, dessen Richtung in gleichem Schritt mit der Zunahme der Geschwindigkeit sich der Mittellinie der vom Schwinger durchlaufenen Bahn nähern wird, vorausgesetzt, dass die Geschwindigkeit an jeder Stelle der Bahn die gleiche ist. Es ist nun aber (siehe Kap. IX) beim Schwinger nicht nur eine Ebene, in der er sich bewegen kann, vorhanden, wie beim Flügel, sondern mehrere in Folge des Daseins eines zweiten Gelenkes am Grunde desselben.

Im einfachsten Falle, wenn nur das eine, tiefere Gelenk in Thätigkeit ist, ist die Richtung der Ebene eine senkrechte, von oben nach unten; die Ebenen beider Schwinger laufen aber (vgl. Kap. III) nicht parallel mit einander, sondern konvergiren der Stellung des Schwingers am Thorax gemäß, und werden sich — verlängert — ungefähr unter einem rechten Winkel im Thorax schneiden (Tipula, Eristalis, Caliphora). Die Richtung des Zuges ist dabei von vorn und innen nach hinten und außen, zugleich aber wird dieselbe nicht mit der Längsachse des Thorax zusammenfallen, sondern nach unten einen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

spitzen Winkel zu derselben bilden, weil, wie ich durch die Beobachtung mit Bestimmtheit zu erkennen glaubte, die Ausdehnung der Schwingerbahn nach unten eine beträchtlichere ist, als nach oben, so dass diese Bahn also durch die Längsachse oder durch eine Parallele zu derselben in einen größeren unteren und kleineren oberen Abschnitt zerlegt würde.

Als zweiten Fall können wir den betrachten, dass sich der eigentliche Schwingermuskel auf die Dauer zusammenzieht; je nach dem Grade der Zusammenziehung dieses Muskels der beiden Schwinger wird der Winkel, den die beiden senkrechten Ebenen, in welchen die beiden Schwinger sich hin- und herbewegen, mit einander bilden, immer spitzer werden, bis beide Ebenen schließlich mit einander parallel laufen. Die Richtung des Zuges wird dabei, entsprechend der Wendung der Bahn von außen nach innen bezw. hinten, immer mehr nach unten und hinten gerichtet sein.

Als dritten Fall wollen wir den betrachten, in dem beide Gelenke gleichzeitig in Thätigkeit sind und die Schwingerbahn zugleich eine Ebene durchläuft; jede dieser Ebenen, deren es wohl ebenfalls mehrere für jeden Schwinger giebt, ist von oben außen nach unten innen gerichtet. Die Ebenen beider Schwinger einer Fliege konvergiren also nach vorn und unten. Die Richtung des Zuges wird sich von der im vorhergehenden Fall zu erwartenden nicht unterscheiden, es ist also wohl wahrscheinlich, dass entweder nur die eine oder nur die andere dieser beiden Bewegungsmöglichkeiten zur Ausführung kommt.

Dieser Fall leitet über zum vierten Fall, in dem der Schwinger eine gewölbte Fläche beschreibt. Es scheint mir dabei wahrscheinlich, dass der entstehende Bogen nicht einen Kreis oder Ellipse bildet, in welchem Fall er bei der Auf- und Abwärtsbewegung entgegengesetzt gewölbt sein müsste, sondern dass die Wölbung bei Ab- und Aufwärtsbewegung dieselbe ist, so dass die Schwingerbahn also nur die Hälfte eines Kreises oder einer Ellipse beschreiben würde; im anderen Fall wäre 1) die Drehung, die der Schwinger am oberen und unteren Ende seiner Bahn auszuführen hätte, eine sehr beträchtliche, während sie auf diese Weise ganz wegfällt, 2) wäre der hervorgebrachte Zug nicht verschieden von dem der beiden vorigen Fälle, wenn nicht die Ellipse oder der Kreis eine unregelmäßige werden würde, und in diesem Falle würde nur die Differenz zur Verwerthung kommen. Nun ist aber der Zug nach unten schon in den bisher erwähnten drei Fällen die Folge der Schwingerbewegung, und es ist fürs Erste nicht einzusehen, welchen Zweck die weitere Möglichkeit eines Zuges nach unten für die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fliege haben könnte. Dagegen kann ein Bogen nach oben, je nach dem Grade seiner Krümmung einen horizontalen oder sogar einen nach der Höhe gerichteten Zug hervorbringen, und dieses dürfte für die Fliege wohl verwerthbar sein.

Was die Geschwindigkeit aller dieser Bewegungen und besonders die des ersten und dritten Falles betrifft, so wird der Zug in der erwähnten Richtung um so stärker sein, je schneller dieselbe ist.

Ehe wir nun die Schwingerthätigkeit und die fast immer gleichzeitig (siehe Kap. IX) mit ihr stattfindende Thätigkeit des Flügels im Zusammenhang mit einander betrachten können, haben wir uns einige Thatsachen über die Bewegung des Flügels zu vergegenwärtigen. Nach Pettigrew und Marey hat die Bahn, die der Flügel durchläuft, die Gestalt einer flach gedrückten liegenden 8 und der Winkel, den die Ebene dieser Bahn mit der Längsachse des Thorax bildet, wechselt bei dem nämlichen Thier nicht. Da ferner, wie auch Jousset für die Insekten (mit Ausnahme der Dipteren, siehe voriges Kapitel!) zugiebt, die Bahn des Flügels zwar verschieden groß sein kann, dabei aber die Vergrößerung oder Verkürzung derselben nicht einseitig, nur vorn oder nur hinten, sondern immer in gleichem Maße vorn und hinten stattfindet, so kann sich auch eine Linie nicht verrücken, welche die Mittelpunkte der zwei Bahnen, welche die beiden Flügel eines Thieres durchlaufen, verbindet, d. h. der Unterstützungspunkt des Thieres bleibt sich gleich. Außerdem hat die schnelle Bewegung des Flügels zur Folge, dass derselbe, ganz abgesehen von der auf der umgebenden Luft beruhenden Vorwärtsbewegung, einen Zug auf seine Befestigungsstelle am Thorax ausübt, die Richtung dieses Zuges geht durch die Mitte der Bahn des Flügels; der Zug hat das Bestreben dem Thorax eine gewisse Stellung beizubringen und das Zusammenwirken dieses Zuges beider Flügel hat, wenn die Richtung des Zuges auf beiden Seiten symmetrisch ist, die Horizontalstellung der Querachse des Thorax zur Folge[1]. Wird die Kraft des Zuges auf beiden Seiten ungleich und liegen dabei die beiden Flügelbahnen nicht in einer Ebene, so wird eine gewisse bestimmte Schiefstellung des Thorax eintreten. In Anbetracht der Größe des Flügels ist dieser Zug ein sehr beträchtlicher und ihm ver-

[1] Hierauf scheint mir die Thatsache im Flug der Insekten, dass sie immer ohne irgend welches Schwanken im Gleichgewicht bleiben (indem nämlich der sehr schnell bewegte Flügel, vergleichbar einem um seine Achse rotirenden Kreisel, seine Rotationsachse beizubehalten bestrebt ist), zurückzuführen zu sein, nicht auf den von Graber (11, p. 215) angegebenen Grund, den ich nicht einzusehen vermochte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dankt also die Fliege ihre horizontale Stellung, d. h. ihre Lage im Gleichgewicht während des Fluges.

Betrachten wir nun Flügel und Schwinger in ihrem Zusammenwirken! Wir sahen, dass die horizontale Stellung der Querachse der Fliege durch eine im Verhältnis zur Kraft der Schwinger große Kraft hervorgebracht und erhalten wird, es wird also der Theil eines jeden von einem Schwinger ausgeübten Zuges, welcher diese Achse schief zu stellen bestrebt sein würde, wirkungslos und desshalb zu vernachlässigen sein. Hierbei ist übrigens noch zu bedenken, dass solch ein Zug nur dann auftreten kann, wenn die Bewegung der beiden Schwinger eine ungleiche ist, andernfalls haben sie ja dieselbe Wirkung wie die gleichartige Flügelbewegung. Der erste, zweite und dritte der oben aufgeführten Fälle haben das gemeinsam, dass der Zug der Schwinger ein nach abwärts gerichteter ist, es wird also, wenn beide Schwinger gleichartig arbeiten, der Zug ein nur nach abwärts gerichteter sein, und zwar um so stärker, je schneller die Schwinger sich hin- und herbewegen. Die Folge davon wird sein, dass der Schwerpunkt der Fliege etwas weiter nach hinten verlegt werden wird, und da dieser in einer vertikalen Linie mit dem Unterstützungspunkt stehen muss, so wird eine Drehung der Längsachse der Fliege, welche ja (siehe Kap. XI) bei den Dipteren in ihrem Verhältnis zu der Längsachse des Thorax nicht wechselt, wie z. B. bei den Hymenopteren, erfolgen müssen. Diese Drehung wird derart sein, dass der Kopf etwas höher, der Hinterleib etwas tiefer liegen wird, als vorher, d. h. die Fliege wird in die Höhe fliegen und zwar je nach der Geschwindigkeit der Schwingerbewegung unter einem verschieden großen Winkel zur horizontalen Ebene. Der Zug nach hinten, welchen beide Schwinger dabei ausüben, wird durch die von den Flügeln hervorgebrachte Vorwärtsbewegung ohne Mühe aufgehoben, besonders leicht im ersten Fall, in dem die Bahn beider Schwinger nicht parallel läuft, sondern sich unter einem etwa rechten Winkel schneidet. Die vierte der oben aufgeführten Bewegungsformen des Schwingers hat, wenn beide Schwinger in gleicher Weise thätig sind, ebenfalls eine Drehung der Längsachse in der vertikalen Ebene in verschieden starkem Grade zur Folge; dieselbe wird nämlich, wenn der Bogen nur schwach nach oben gewölbt ist, etwas horizontal, je größer die Wölbung desselben ist, um so mehr mit dem vorderen Ende nach abwärts gerichtet sein. Die Fliege wird also mit bestimmter Richtung, welche sie je nach ihrem Wunsch regeln kann, herabzufliegen vermögen, dies ist ein Punkt, der besonders bei den Raubfliegen (Asiliden), welche sich auf ihre Beute herabstürzen, bei welchen dem entsprechend auch der Muskel im Schwinger gut ausgebildet ist (siehe Kapitel VI),

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eben so wie bei der verwandten Leptis, aber auch bei den anderen Fliegen von Bedeutung sein dürfte.

Wir kommen nun an die Möglichkeit, dass die Bewegung der beiden Schwinger eine ungleiche sei, sie kann verschieden sein 1) an Geschwindigkeit bei gleichbleibender Art der Bewegung, 2) in der Art der Bewegung bei gleichbleibender Geschwindigkeit, 3) ist auch eine Vereinigung dieser beiden Ungleichheiten denkbar. Wenn sich nun die Geschwindigkeit der Bewegung ändert, so wird die Folge für die Zeit des Fliegens, da durch die Verschiedenheit in der Stärke des Zuges der beiden Schwinger eine Verschiebung der Querachse aus ihrer horizontalen Lage (siehe oben!) nicht eintreten kann, nur die, dass die Verschiebung des Schwerpunktes keine so ausgiebige sein wird, als wenn beide Schwinger gleich schnell sich bewegen würden. Wenn sich (Kap. IX) ein Schwinger während des Nichtfluges bewegt, so kann sein einseitiger Zug vollständig zur Wirkung kommen, so weit demselben durch die Beine nicht entgegengewirkt wird. Wenn sich die Art der Bewegung ändert, wird die Folge eine etwas andere sein. Wenn wir im ersten Falle (siehe oben), in dem sich das zweite obere Gelenk an der Bewegung gar nicht betheiligt, bei dem einen der beiden Schwinger plötzlich das zweite Gelenk ebenfalls an der Bewegung Theil nehmend denken, und zwar in der Art, wie sie im dritten Falle (siehe oben) beschrieben wurde, so wird dadurch der Zug nach außen, welcher bisher bei beiden Schwingern der gleiche war und in Folge dessen nicht zur Wirkung kam, auf beiden Seiten ein verschiedener werden, wenn wir jetzt die horizontalen und zugleich senkrecht zur Längsachse des Thieres stehenden Komponenten der zwei durch die beiden Schwingerbewegungen hervorgebrachten, an beiden Seiten der Thoraxenden ansetzenden Zugkräfte von einander abziehen, so bleibt, da die Ebenen dieser beiden Bewegungen sich nicht in der Mittellinie des Thieres schneiden, auf der einen Seite, und zwar auf der, welche die größere der beiden Kräfte geliefert hatte, ein Überzug nach außen bestehen. Dies ist aber (siehe oben!) die Seite, deren Schwinger die Bewegung im zweiten Gelenk nicht ausgeführt hatte. Durch den Überzug wird die Querachse des Thieres in der horizontalen Ebene etwas verschoben werden, in der Weise, dass der Kopf der Fliege eine Wendung nach der, dem den Überzug nach außen ausübenden Schwinger, entgegengesetzten Seite macht, also nach der Seite, auf welcher das zweite Gelenk sich an der Bewegung des Schwingers betheiligt hat; dies Letztere hat seinen Grund darin, dass der Schwinger hinter dem Unterstützungspunkt seine Befestigungsstelle am Thorax hat. Ein Einwurf, der darin bestände, dass (siehe oben!) die beide Flügelanfangsstellen verbindende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Querachse des Thorax geringe Neigung habe, sich in der horizontalen Ebene zu drehen, kommt, wie mir scheint, nicht in Betracht, weil der Durchmesser, welchen die vom Flügel durchlaufene Bahn in der Richtung von oben nach unten hat (siehe oben), ein im Vergleich zu dem von vorn nach hinten sehr kleiner ist; demnach steht eine sehr viel geringere Kraft der Wendung nach der Seite entgegen, als der Ablenkung der Querachse aus ihrer horizontalen Ebene. Dass die im zweiten Fall (siehe oben) erwähnte Bewegung derjenigen des ersten Falles gegenübertrete, um eine Wendung der Fliege zu bewerkstelligen, scheint mir mit Rücksicht darauf, dass eine plötzliche und dann einige Zeit anhaltende Zusammenziehung des Schwingermuskels, wenn sie zwischen die sonstige Bewegung des Schwingers hineinfällt, eher Unregelmäßigkeiten hervorrufen dürfte, als die im dritten Fall angenommene, unwahrscheinlich. Die Möglichkeit, dass die Bewegung der Schwinger eine derartig verschiedene sei, dass der Zug, der in der vertikalen Richtung auf den Thorax ausgeübt wird, ein verschiedener werde, also wenn z. B. Bewegungen des ersten und vierten Falles (siehe oben) sich gegenübertreten, könnte, da eine Schiefstellung der horizontalen Querachse nicht möglich ist (siehe oben), keine andere Wirkung haben als eine Verschiedenheit in der Geschwindigkeit der Bewegung des Schwingers bei gleichbleibender Bewegungsart.

Die Frage, ob bei jeder Art der Bewegung des Flügels eine Schwingerbewegung nöthig sei, um die Richtung der Längsachse der Fliege fest zu bestimmen, scheint mir mit Rücksicht darauf, dass nicht zwei sondern nur ein Paar Flügel am Thorax sitzen, zu bejahen zu sein, da ja z. B. jeder Wind, jede Fußbewegung, eine Drehung der Fliege um ihre horizontale Querachse bewirken kann.

In Folge der verschiedenen Stellung der Längsachse des Thorax in der vertikalen Ebene muss, da die Flügelebene ihre Stellung zu jener nicht ändern kann, die Bewegung von dieser in ihrem Verhältnis zur umgebenden Luft eine verschiedene werden.

Wir haben nun zu untersuchen, wie sich die oben ausgesprochene Ansicht zu den im Früheren erwähnten Thatsachen verhält.

Wenn der Schwinger dazu dient, durch seine Bewegungen den Schwerpunkt des Körpers zu verlegen, so wird derselbe nicht nur während des Fluges zu verwerthen sein, sondern auch bei anderen Gelegenheiten, besonders wenn der Körper eine ungewöhnliche, seiner sonst üblichen Gleichgewichtsstellung widersprechende Lage einnimmt und desshalb das Thier dieselbe ändern will; ein solcher Fall scheint mir z. B. vorzuliegen bei der in Kapitel IX erwähnten Tipula, welche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht mehr alle Beine besaß und sich in Folge dessen leicht auf die Seite neigte, auch bei der eben dort erwähnten Musca. Die von verschiedenen Forschern beschriebenen Bewegungen des Schwingers ohne Betheiligung der Flügel werden wohl meistens auf diesen Grund zurückzuführen sein.

Da es für die Gleichmäßigkeit in der (Vorwärts-) Bewegung der fliegenden Fliege vortheilhaft ist, dass der Zug am Thorax ein möglichst fortdauernd gleichmäßiger nicht stoßweiser sei, so wird es nützlich sein, wenn die einzelnen Bewegungen sich mit möglichst großer Geschwindigkeit folgen. Da aber dadurch die Größe der vom Schwingerende in der Zeiteinheit zu durchlaufenden Bahn zunimmt, so ist es wünschenswerth, um möglichst große Geschwindigkeit ohne Gefahr für den Schwinger, dessen schweres Endköpfchen hierbei besonders zu berücksichtigen ist, zu erreichen, dass die vom Ende des Schwingers zu durchlaufende Bahn möglichst verkleinert würde, d. h. dass der Schwinger möglichst kurz gemacht werde. Dem zufolge wird der Stiel verkürzt und um (bei gleichbleibendem Körpergewicht) das nämliche Ergebnis wie früher zu erhalten, das am Ende des Schwingers befindliche Gewicht etwas vergrößert werden müssen, obgleich die vermehrte Geschwindigkeit viel von der durch die Verkürzung verlorenen Kraft ersetzt. Wenn wir nun die erste in Kapitel IV befindliche Tabelle wieder betrachten, so sehen wir, dass die Schwingerlänge im Verhältnis zur Flügellänge gerade bei den besten Fliegern Musca, Culex, die beide fortwährend der Verfolgung ausgesetzt sind, die geringste ist und die zweite Tabelle in Kapitel IV zeigt uns des Näheren, dass diese Verkürzung vor Allem auf Kosten des Stieles stattgefunden hat, während das Köpfchen, wenn es auch bei Culex z. B. unbedingt kleiner ist, als bei der großen Tipula, welche bekanntlich schlecht fliegt und sich vom Winde treiben lässt, im Verhältnis doch größer erscheint als bei Tipula. Das Köpfchen der sehr selten fliegenden Anapera ist auffallend klein. Bis zu welchem Grade die verschiedene Länge des Stieles auf die Verschiedenheit in der Körpergröße, abgesehen von der Flugfertigkeit, zurückzuführen sei, ist kaum zu bestimmen, doch ist es wahrscheinlich, dass auch das Körpergewicht die Länge des Stieles beeinflusst, besonders da das Köpfchen in seiner Größe keine sehr bedeutenden Schwankungen macht. Die große Elasticität und Festigkeit des Stieles finden wohl in der Geschwindigkeit der Bewegung, welche, wenn sie auch nur so schnell ist, wie die des Flügels bei der gewöhnlichen Stubenfliege, nach Marey (28) 330 Schwingungen in der Sekunde beträgt, eine Erklärung; dabei hat der dünne Stiel des Schwingers im Gegensatz zum Flügel an seinem Ende noch das verhältnismäßig schwere Köpfchen zu tragen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dass das Zerquetschen des Köpfchens keinen Schaden bringt, wohl aber das Knicken des Stieles ist leicht erklärlich.

Die von Loew (25) gemachte Bemerkung, dass das Gewicht des Köpfchens doch ein zu geringes sei, besonders bei den guten Fliegern unter den Dipteren, scheint mir nicht berechtigt, denn es ist immer ein großer Theil, so besonders, wenn auch nicht immer, das Abdomen der Fliege lufthaltig und vergrößert also unsere Meinung vom Gewicht derselben. Exemplare von Eristalis tenax wogen z. B. 0,06—0,08 g; wenn nun auch die beiden Schwinger zusammen weniger als 1 mg wiegen, so wird dadurch doch ein Einfluss dieses Gewichtes, besonders wenn es in der oben beschriebenen Weise zur Verwerthung kommt, keineswegs gegenstandslos.

Dass von dem zum Schwinger umgebildeten Hinterflügel nur der äußerste Theil in der Gestalt des Köpfchens und auch der nur mangelhaft erhalten bleibt, und dass der zwischen diesem und dem Körper befindliche Theil als Stiel auf das für einen solchen Nothwendigste zusammenschrumpft, ist wohl eine Folge davon, dass das Gewicht beim Gebrauch einen je größeren Werth ergiebt, je weiter außen am Stiel es sitzt, ohne dabei, wie im Falle eines größeren, weiter innen am Stiel befindlichen Gewichtes, oder wenn der Stiel überall den Umfang des Köpfchens besäße, zu bedenken wäre, während seines Nichtgebrauchs eine größere Last für die Fliege zu sein. Wir könnten also die Form und Gestalt des Schwingers als eine kraftsparende bezeichnen. Dass die Aufgabe der Schwinger eine gleiche sei, wie die der Flügel, wird wohl Niemand behaupten.

Ein anderer Punkt, der im Anschluss an die Größen- und Gestaltverhältnisse zu erwähnen ist, besteht darin, dass bei den höheren Dipteren das Köpfchen an Rundung zunimmt und sich immer mehr der Kugelgestalt nähert (Musca); während es z. B. bei Tipula (Fig. 14) noch ziemlich oval ist, ist dasselbe bei Musca oder Caliphora (Fig. 22) fast rund im Querschnitt; auch die an seiner Seite hinlaufenden Kanäle verschwinden, als bei der Thätigkeit unnöthig, besonders seitdem die Endblase durch das Schüppchen wohl geschützt ist, immer mehr.

Die Annahme (vgl. Graber, 11), dass die durch die rhythmischen Thoraxzusammenziehungen, welche die Flugbewegung begleiten, hervorgerufene Bewegung des Blutes im Thorax, dasselbe abwechselnd in die Extremitäten treibe und wieder zurücksauge, dürfte wohl auch für den Schwinger zutreffen. Dabei ist zu bemerken, dass dieselbe besonders für die Endblase von Bedeutung sein kann: in Folge der Thoraxzusammenziehungen wird das Blut in den Schwinger getrieben, und in diesem durch seine schnelle Eigenbewegung nach dem Köpfchen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu gedrängt, das Blut füllt dieses auf solche Weise möglichst voll. Dabei ist aber an einen Rückfluss des Blutes, so lange der Schwinger bewegt wird, bei dem im Verhältnis zur Endblase geringen Durchmesser der Kanäle, welche das Blut zuführen, kaum zu denken; auch der Zellhaufen im Inneren der Endblase (Kapitel VII) dürfte das Blut wie ein Schwamm aufsaugen und am Rückfluss verhindern. Es ist wohl möglich, dass je nach der Geschwindigkeit, mit der sich der Schwinger bewegt, der Füllungsgrad seiner Endblase ein verschiedener ist; am größten wäre derselbe dann bei der schnellsten Bewegung. Doch sind die hierdurch erzeugten Verschiedenheiten wohl kaum beträchtliche. Es scheint mir nicht ausgeschlossen, dass ein Theil der vom Schwinger ohne Begleitung des Flügels gemachten Schwingungen, nämlich diejenigen, welche einer Flügelbewegung kurz vorausgehen (siehe die in Kapitel X bei Tipula, Eristalis, Caliphora erwähnten Bewegungen), den Zweck haben können, die Endblase, aus welcher die Stellung des Schwingers während seiner Nichtbewegung das Blut allmählich abzufließen veranlasst, vor Beginn der eigentlichen Schwingerthätigkeit wieder genügend mit Blut zu füllen, damit ihr Gewicht ein genügendes sei. Auch die Entstehung der Endblase als Erweiterung der Kanäle an ihrem Ende ließe sich wohl am einfachsten auf diesem Wege denken, etwa so, dass das in dem Schwinger befindliche durch seine (des Schwingers) Eigenbewegung nach seinem Ende gedrängte Blut allmählich eine Erweiterung dieses Endes bewirkt. Der einseitigen Lage des Köpfchens nach hinten vom Stiel entspricht die gleichfalls nur nach hinten auftretende Verlängerung des Schwingerfußes. Dass geringe Schwankungen in dem Gewicht einzelner Theile, besonders des Abdomens vom Schwinger überwunden werden können, zeigt einerseits die Thatsache, dass eine Fliege mit Eiern im Hinterleib, und eine solche, bei der das Abdomen größtentheils abgeschnitten ist, keine wirkliche Ungeschicklichkeit an den Tag legen. Jousset gelang es durch Beschwerung des Abdomens einer schwingerlosen Fliege (Caliphora) dieser das Fliegen wieder zu ermöglichen. Vielleicht liegt in der Verschiedenheit des Gewichtes des Abdomens der Grund dafür, dass Lacordaire[1], dessen Werk ich übrigens nicht kenne, die in Kapitel X aufgezählten Folgen der Entfernung der Schwinger bestritt.

Über die Verlegung des Schwerpunktes durch Bewegung des Abdomens bei den Dipteren im Gegensatz zu den Hymenopteren ist im vorigen Kapitel gesprochen worden.

Dass der Schwinger besonders bei den höheren Formen immer

[1] Introduction à l'Entomologie. T. I. 1834.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mehr sich versteckt, bis er zuletzt von dem Schüppchen vollständig bedeckt wird, ist nützlich, weil er dadurch vor Allem gegen Verletzungen geschützt wird, ferner schützt es ihn dagegen, dass er durch Regen oder durch Staubkörnchen oder an ihn sich festklebende Gegenstände in seinem Gewicht verändert oder gar in seiner Bewegung gehindert würde; auch die starken abstehenden Randhaare des Schüppchens lassen sich so erklären; dass der Schwinger häufig, so besonders bei Tipula, bei welcher er sehr frei gelegen ist, an seinem Stiel und auch am Köpfchen starke Dornen trägt, stimmt ebenfalls zu dieser Annahme.

Die in Kapitel X angegebenen Ergebnisse der vollständigen oder theilweisen Entfernung des Schwingers dürften sich so deuten lassen, dass einerseits das Abnehmen der Geschicklichkeit im Fliegen auf ein nicht mehr für alle Fälle genügendes Leistungsvermögen der in Thätigkeit gesetzten Schwinger zu beziehen wäre, besonders bei der Ausführung von Wendungen, wo auf den Unterschied in den Bahnen, welche die beiden Schwinger beschrieben, Alles ankommt, würde demnach bei nur theilweiser Verstümmelung eine Ungeschicklichkeit eintreten, während die Fähigkeit nach der Höhe oder horizontal zu fliegen fürs Erste bei nur schwachen Eingriffen, z. B. dem Entfernen des halben Köpfchens (Joussset) keine oder fast keine Wirkung hat, bis schließlich die vollständige Entfernung der beiden Schwinger oder ihrer wichtigsten Theile, der beiden Endgewichte, jedes eigentliche Fliegen mit Beibehaltung einer bestimmten Körperrichtung unmöglich macht, und das Thier trotz aller Flügelbewegungen allmählich zu Boden sinkt. Etwas verwickelt werden diese Erscheinungen dadurch, dass sich als Begleiterscheinung der Ungeschicklichkeit häufig noch plötzliche, wie man durch die Beobachtung wahrnimmt, von der Fliege nicht gewünschte Wendungen und Drehungen, z. B. Zickzack-, Spiral-, Kreiselbewegung hinzugesellen. Es ist dies, wie Joussset erkennt, die Folge der Ungleichheit der beiden Schwingerreste; am deutlichsten ist es, wenn der Fliege an einem Schwinger nur das Köpfchen, am anderen auch noch ein großer Theil des Stieles fehlt, die Folge ist dann eine Kreiselbewegung, welche mit der Fallbewegung sich verbindet. Doch findet diese Wirbelbewegung nicht immer statt, wenn beide Schwinger nicht in vollständig gleicher Weise verstümmelt sind, man kann zwar in diesem Falle immer ungeregelte Wendungen beobachten, aber dieselben treten oft sehr zurück und vereiteln, z. B. wenn nur noch ein Schwinger vorhanden ist, das Geradeausfliegen gar nicht. Zur Erklärung dieser Erscheinung dient wohl das weiter oben über die Entstehung von Wendungen Gesagte, so lange der eine noch vor-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

handene Schwinger keinen Zug nach außen ausübt, also wenn er sich z. B. in der Bewegungsart des dritten Falles bethätigt, wirkt sein Zug noch immer in vertikaler Richtung. Was die Entstehung der Kreiselbewegung, bei Vorhandensein ungleich langer Schwingerreste betrifft, so erklärt sich dieselbe als Folge des verschieden starken Zuges beider Reste nach außen, wenn sie eine Bewegung, wie die im ersten Falle (s. oben) beschriebene, ausführen.

Der im Kapitel X erwähnte Fall, dass eine Fliege mit einem Schwinger besser flog, als wenn sie außerdem noch den Rest des anderen hatte, gehört wohl auch hierher. Dass eine Wirbelbewegung noch auf andere Weise erzeugt werden kann, hat Jousset gezeigt, indem er bei einer Volucella, den einen Flügel längs, den anderen quer in zwei Theile theilte; die Erklärung liegt wohl darin, dass einerseits der Zug, der auf die Querachse der Fliege von beiden Seiten ausgeübt wird, ein verschiedener wird, und dies hat (siehe oben), wenn sich beide Flügel nicht in einer Ebene bewegten, eine geringe Schiefstellung der horizontalen Querachse des Thorax zur Folge gehabt, die aber bei der Bewegung des Thieres nicht sichtbar zu sein brauchte, andererseits darin, dass diese Bewegung, welche zwar gleich ist an beiden Flügeln, bei welcher aber die bewegten Flügel nicht gleich sind, eine horizontale Drehung der Querachse erzeugt.

Es scheint mir also, wenn wir das Vorhergehende kurz zusammenfassen wollen, die Frage nach den Folgen, welche die Bewegung des Schwingers für die Fliege hat, ungefähr folgendermaßen zu beantworten zu sein für die Fälle, dass sich die Schwinger gleichzeitig mit den Flügeln bewegen, dass das Thier also fliegt:

1) Die gleichartige Bewegung der beiden Schwinger, gleichgültig ob die Geschwindigkeit der beiden Schwinger dieselbe ist oder nicht, bewirkt je nach der Art und der Geschwindigkeit der Bewegung die Richtung, welche der Flug in der vertikalen Ebene nimmt. Es scheint mir aus dem Grunde der Einfachheit wahrscheinlich, dass zu diesem Zweck nur der erste und vierte der im Beginn des Kapitels aufgeführten Fälle von Bewegungsmöglichkeiten des Schwingers herbeigezogen wird. Ob bei der Flugrichtung in der vertikalen Ebene auch außer dem Schwinger noch andere Theile der Fliege eine bestimmte Aufgabe haben, scheint mir auf Grund der in Kapitel X erwähnten Versuche über das Fliegen verstümmelter Dipteren im Allgemeinen unwahrscheinlich, möglich aber wäre, dass z. B. bei Bibio, bei welchem (s. dasselbe Kapitel) die Hinterbeine während des sehr schwer von statten gehenden Hochfluges nach unten ausge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

streckt werden, auch diese zu der Verlegung des Schwerpunktes nach hinten auf diese Weise mitzuwirken suchten, besonders da das Schwingerköpfchen von Bibio bei den von mir untersuchten Exemplaren nur sehr geringe Dicke besaß.

2) Ungleichartige Bewegung der beiden Schwinger, welche nur einen Sinn hat, wenn sie die Gleichgewichtslage der Fliege nicht zu stören sucht, bewirkt die Wendung in der horizontalen Ebene und zwar immer nach der Seite, auf welcher die Verringerung des Zuges hervorgebracht wurde, nur der erste und der dritte oder zweite Fall der Bewegungsmöglichkeiten sind zu dieser Leistung fähig.

Dass die Fliege zu einem ihrer Zwecke nöthig habe, Unterschiede in der Weite der vom Schwinger durchlaufenen Bahn zu machen, glaube ich nicht. Dass die Fliege durch ihre Flügel ebenfalls Wendungen ausführen könnte, beweist der oben angeführte Versuch von Jousset. Es scheint mir aber nicht wahrscheinlich, dass es die Regel ist, weil die dabei nothwendige, wenn auch geringe Schiefstellung der horizontalen Querachse ja eben durch die Thätigkeit der Schwinger vermieden werden kann, und dies ist sicherlich als ein Fortschritt zu betrachten. Dass die auf diese Weise erreichte Trennung von Steuerung und Erhaltung des Schwebens in der Luft große Vortheile hat, im Vergleich zu dem Fall, dass dieses Beides durch ein Organ besorgt werden muss, ist einleuchtend.

Eine Frage, die offen bleibt, ist die nach der Weise, auf welche die Syrphiden ihr Schweben an einem Ort bewirken, dass der Schwinger dabei eine unbestimmte Aufgabe habe, außer der, dass er die Richtung des Körpers erhält, scheint mir unwahrscheinlich, wenn es auch möglich ist, dass er der Längsachse der Fliege eine bestimmte Richtung beibringen könnte, durch welche die Flügelbewegung derartig zur umgebenden Luft gestellt würde, dass die Vorwärtsbewegung ausfällt. (Vergleiche Lendenfeld [21], nach dem es bei den Libellen die beiden Basaltheile der Flügel sind, welche das Schweben ermöglichen.)

Wenn der eine oder beide Schwinger ohne Flügelbegleitung arbeiten, so ist der Grund dabei eine Verschiebung der Gleichgewichtslage und die Fliege sucht durch diese Bewegung wieder ins Gleichgewicht zu kommen.

Wir kommen zur zweiten Frage nach der Aufgabe der Papillenplatten und des chordotonalen Organs[1], welche sich beide am Fuße über dem zweiten Gelenk des Schwingers befinden.

[1] Was das chordotonale Organ betrifft, so scheint es mir, obgleich ich dasselbe

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Weit umfangreicher als das chordotonale Organ sind die am Schwinger auftretenden Papillengruppen.

Ehe wir auf dieselben einzeln zu sprechen kommen, seien einige einleitende Bemerkungen vorausgeschickt. Der in Kapitel VIII beschriebene Bau der einzelnen Papillen lässt uns bei jeder derselben eine zu einem mehr oder weniger umgestalteten Hypodermisgebilde tretende Nervenfaser erkennen, welche nach dem Inneren des Schwingers zu, zu einer bipolaren Ganglienzelle führt, es wird desshalb nicht zu bestreiten sein, dass wir es mit Sinnesorganen zu thun haben.

Wenn wir uns nun sagen, dass der im Luftballon befindliche Mensch nur durch ausgeworfene Papierschnitzel merkt, ob er fällt oder steigt, während ihm, so lange er die festen Punkte der Erde sieht, über eine Veränderung der Richtung sein Auge Aufschluss giebt, dass er aber, wenn er über den Wolken sich befindet, trotzdem, ohne dass die Augen

nicht näher untersucht habe und auch für eine endgültige Beantwortung der Frage nach seiner Thätigkeit eine Untersuchung des Organs bei den Orthopteren für erfolgversprechender halte, als dieselbe bei den Schwingern zu erwarten ist, in welchen das Organ so zu sagen nur nebenbei auftritt, doch nicht überflüssig, einige Worte über dasselbe auszusprechen. Mit Rücksicht auf die von der Außenwelt abgeschlossene Lage des Organs im Schwinger scheint es mir unwahrscheinlich, dass es zur Wahrnehmung eines, außerhalb der Fliege sich abspielenden Vorganges gebraucht werde, ich halte es vielmehr im Hinblick auf seine Lage auf der Hinterseite des Schwingers zwischen dem großen Gelenksack und einer festen Chitinwand, also an der Stelle, in welcher die in Kapitel IX besprochene Bewegung des Schwingers in der Richtung nach vorn und hinten durch Zusammenpressen der verschiedenen beweglichen Chitintheile ihre Wirkung ausübt, nicht für unmöglich, dass dieses Organ, dessen Sinnesorgannatur Niemand bezweifeln wird, die Empfindung der verschiedenen Stärke der Zusammenpressung, welche der verschiedenen Weite der Bewegung des Schwingers nach hinten entspricht, vermitteln könnte. Auch die Thatsache, dass der dieses Organ aufnehmende Kanal *IV* kein freies Lumen besitzt, sondern gleichzeitig mit dem Organ seinen endgültigen Abschluss findet, ließe sich hiermit in Zusammenhang bringen. Mit dieser Auffassung vom chordotonalen Organ als einem Organ um verschiedene Zug- und Spannungsverhältnisse wahrzunehmen, ließe sich ohne Zwang sein Auftreten in den Chordotonalligamenten z. B. von der Corethralarve (Weismann, 35, Graber, 12) vereinigen, indem das Organ bei diesen Thieren die Bewegung der einzelnen Theile des Leibes zu einander, also besonders Drehung, Biegung und Wendung empfinden würde (bekanntlich ist ja Corethra von großer Gewandtheit in ihren Bewegungen im Wasser). Loeb (23) bringt das chordotonale Organ in Beziehung zu der Empfindung des Gleichgewichts, eine Annahme, welche sich mit der eben vorgetragenen wohl verbinden ließe. Auch die in Kapitel X von Musca erwähnte Schiefstellung des Thieres nach Verlust eines Schwingers ließe sich aus dem Gesagten erklären, durch die Annahme, dass dieses Organ, wie dies zweifellos bei jedem Sinn für die Beobachtung der Eigenbewegung des Körpers oder seiner Theile der Fall sein muss, auf die Regelung der die Stellung des Thieres und seine Erhaltung im Gleichgewicht bestimmenden Muskeln von Einfluss sei.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

irgend wie verwerthet werden können, die Thatsache und sogar auch die Richtung einer Drehung des Ballons um seine senkrechte Achse empfindet, so weist dies bei den Menschen darauf hin, dass es nicht das Auge allein ist, welches diese Empfindung für die Lage im Raum vermittelt, sondern dass hierfür noch ein Organ besteht, und wir werden nicht fehl gehen, wenn wir mit Goltz (8) dasselbe in den Otolithensäckchen und in den Bogengängen zu erkennen glauben.

Es scheint mir desshalb die Frage berechtigt: wie merkt die in der Luft befindliche Fliege die Veränderung, welche sie während des Fliegens in wagerechter und senkrechter Richtung und in der Geschwindigkeit des Fluges ausführt? Die Annahme, dass das Auge diesem Zwecke genügt, ist nicht wahrscheinlich. Die Geschwindigkeit, mit der sich das Thier fortbewegt, hat zur Folge, dass sein Auge für die Nähe, — eben so wie das menschliche Auge bei der Fahrt im Eisenbahnzug für die ganz in der Nähe desselben befindlichen nicht bewegten Gegenstände, z. B. Blumen und Steine des Dammes — wenig brauchbar ist, da es dieselben nicht einzeln, sondern in Bändern sieht. Im Falle, dass sich das Thier in großer Höhe bewegt, kann es zwar wohl noch die Erde selbst, die Bäume und ähnliche große Gegenstände sehen, aber es kann nicht bemerken, ob es sich der Erde nähert oder sich von ihr entfernt.

Der Einwurf, dass die Bewegung der Insekten keine genügend schnelle sei, scheint nicht berechtigt. Graber erzählt (11), dass eine Bremse (Tabanus) ein im stärksten Galopp befindliches Pferd noch ohne Mühe begleitet, also in der Sekunde mindestens 6—8 m durcheilt. Nach Carlett (1) kamen bei einem Wettfliegen zwischen Bienen und Brieftauben die ersteren ein klein wenig früher an; ähnliche Beispiele sind noch in ziemlicher Menge vorhanden; auch diese Geschwindigkeit kann jedenfalls wechseln und ist durch das Auge des fliegenden Thieres in auch nur annähernd genauer Weise kaum wahrzunehmen. Dass es aber für das Thier während seines Schwebens in der Luft von sehr großem Werth ist, genau zu wissen, wie schnell es sich bewegt, ob es sich nach oben oder nach unten bewegt, ob die Bahn dabei eine sehr schiefe oder nur eine geneigte ist, ob die einmal eingeschlagene Richtung eingehalten wird oder sich ändert, ob der Erfolg einer Änderung in der Muskelbewegung, welche die Flugart bestimmt, die gewünschte Wendung hervorbringe etc. ist gewiss; wir können uns leicht davon überzeugen, wenn wir eine verfolgte Stubenfliege beobachten.

Nachdem wir nun sowohl die Brauchbarkeit als die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines Sinnes für die Wahrnehmung der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Unterschiede in der Bewegung während des Fliegens, welche sich sowohl auf die Geschwindigkeit als die Richtung des Fluges beziehen, erkannt haben, können wir uns die Frage vorlegen, wie empfindet die Fliege diese Unterschiede in der Richtung und Geschwindigkeit ihres Fluges.

Es scheint mir nun, dass wir zum Zweck der Beantwortung zuerst die Organe, durch welche der Flug und dessen Richtung und Geschwindigkeit bestimmt und hervorgebracht wird, in Betracht ziehen müssen, also, wenn der erste Theil dieses Kapitels der Wahrheit entspricht, bei den Fliegen vor Allem die Schwinger und dann auch die Flügel; doch wollen wir diese fürs Erste bei Seite lassen.

An den Schwingern fanden wir (s. Kapitel VIII) abgesehen vom chordotonalen Organ, eine Anzahl von Papillen, die meist in Gruppen zusammen lagen und jedenfalls als Sinnesorgane thätig sind. Diese Papillen sind ihrer Hauptmasse nach besonders bei den höheren Formen, in verschieden gerichtete Reihen geordnet, welche mehrere Platten bilden; diese Reihen sind aber nicht das Wesentliche an den Papillen, sondern sie sind, wie in Kapitel VIII ausgeführt wurde, als Wirkung des aus bestimmten, zum Theil noch unberührten Gründen erfolgten Zusammenrückens der Papillen anzusehen, wobei sich dieselben entsprechend der Richtung des in ihnen vorhandenen Spaltes, denn ein solcher fand sich in jeder Papille, anordneten. Dieser Spalt bezw. seine Richtung ist das Ursprüngliche, sich mit sehr geringen Abweichungen bei allen Dipteren Gleichbleibende, während jene Reihen nur nebensächliche Bedeutung haben.

Sämmtliche Papillen liegen auf der Oberseite und Unterseite am Grunde des Schwingers, doch alle distal von dem zweiten Gelenk desselben, ihre Entfernung vom ersten unteren Gelenk drehte sich um $^1/_{10}$ mm bis $^2/_{10}$ mm, selten betrug sie etwas mehr.

Die Richtung des Spaltes oder, wenn die Papillen oberflächlich verschlossen waren, der an ihrer Decke hinlaufenden Rinne, war eine verschiedene, doch bei derselben Papillengruppe immer bei den verschiedenen Arten die nämliche. Die Höhenachse der Papillen wechselte, da dieselben von gewölbtem Chitin getragen wurden. Die Ränder des Spaltes selbst waren bald (meistens) parallel, bald nach der Höhe aus einander gehend, bald oval, bald rund. Die Rinne an der Decke der verschlossenen Papillen hatte immer parallele Ränder und war von verschiedener Länge.

Diese Eigenschaften der erwähnten Papillen, denen wir noch andere hinzufügen könnten, lassen sich gar wohl mit einem Sinnesorgan zur

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Messung der Bewegungsarten des Schwingers vereinigen und berechtigen uns, dieselben mit Rücksicht hierauf näher zu betrachten.

Wir haben im ersten Theil des Kapitels als wahrscheinlich erkannt, dass am Schwinger 3 oder 4 Bewegungsarten auftreten, deren erste eine in der Hauptsache von oben nach unten und zugleich nach hinten und außen gerichtet ist und bei dem Flug nach der Höhe, durch ihre Schnelligkeit, welche wechseln kann, zur Verwerthung kommt. Es handelt sich nun darum nach dem Mittel zu suchen, wie die Verschiedenheit in der Geschwindigkeit der Schwingerbewegung und diese selbst wahrgenommen werden können. Zur Wahrnehmung der Geschwindigkeit einer Bewegung des Schwingers von oben nach unten dürften nun vielleicht Papillen dienen, bei welchen der Spalt in der Längsrichtung des Schwingers gestellt ist, und deren Höhenachse zugleich mit der Ebene, in der der Schwinger sich auf- und abbewegt, zusammenfällt. Längsgerichtete Papillen finden sich nun auf der Oberseite und auf der Unterseite des Schwingers und zwar in großer Zahl vor Allem in den beiden skapalen Platten, auf welche wir desshalb etwas näher eingehen wollen. Diese Papillen besitzen einen nach außen offenen Spalt, zwischen dessen Rändern ein die Gestalt des Spaltes in etwas kleinerem Maßstabe wiederholendes, an seinem äußeren Ende aus sehr dickem Chitin bestehendes hufeisenförmiges Gebilde frei hineinragt: nach innen, da wo das Hufeisen mit dem übrigen Chitin der Körperoberfläche in Verbindung tritt, nimmt die Dicke des Chitins des Hufeisens sehr stark ab, bis es an der eigentlichen Übergangsstelle in das umgebende Chitin sehr dünn wird.

Es lässt sich nun wohl denken, dass bei der Bewegung des Schwingers dieses Hufeisen in Hin- und Herschwankungen versetzt wird in der Spalte, in der es zwischen den beiden Lippen liegt, die sich nicht zugespitzt sondern, besonders bei den höheren Formen, wie zwei parallele Flächen gegenüberstehen. Das Hin- und Herschwanken könnte in der Weise geschehen, dass das Hufeisen sich in der Längsrichtung des Spaltes, welche ja mit der Längsachse des Schwingers zusammenfällt, hin- und herbewegt (siehe die punktirte Linie des Holzschnittes!). Als Anhaltspunkte für die genauere Bestimmung der Bewegung des Hufeisens in seiner Papille dürften zu betrachten sein 1) die starke Dickenzunahme des Chitins in der Mitte des Hufeisens, 2) die Verdünnung desselben an seinen beiden Enden, da wo dasselbe am Grunde der Papille in das allgemeine Körperchitin übergeht, 3) die Beobachtung (Kap. VIII), dass das Hufeisen etwas federnd an seinen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beiden Enden zwischen das allgemeine Körperchitin eingespannt ist. Bei der Bewegung des Schwingers wird nun das Hufeisen durch die Centrifugalkraft in distaler Richtung geschleudert werden (siehe die Figur!), doch dürfte eine solche Bewegung des Hufeisens in Folge seiner eben erwähnten Befestigung erst bei verhältnismäßig schneller Bewegung des Schwingers auftreten, wogegen diese starke Befestigung wohl in der schnellen Bewegung ihren Grund hat. Betrachten wir jetzt ein Hufeisen der Oberseite, so wird dasselbe bei der Abwärtsbewegung des Schwingers eine andere Bewegung machen als bei der Aufwärtsbewegung desselben; es wird nämlich zwar die das Hufeisen in distaler Richtung nach außen schleudernde Centrifugalkraft sich gleich bleiben, aber die durch die Einspannung des Hufeisens erzeugte Federkraft wird im ersten Fall zusammen mit der Trägheit des Hufeisens der Centrifugalbewegung desselben entgegenwirken, im anderen Fall aber, bei der Aufwärtsbewegung, wird die Trägheit in gleichem Sinn mit der Centrifugalkraft wirken und nur die Federkraft dürfte ihr entgegenwirken. Die Folge davon dürfte, wenn, wie dies (s. Kapitel VIII) der Fall zu sein scheint, das Hufeisen sehr stark eingespannt ist, die sein, dass dasselbe, wenn es auf der Oberseite des Schwingers befestigt ist, nur bei der Aufwärtsbewegung distalwärts geschleudert wird (s. d. Fig.), bei der Abwärtsbewegung aber so ziemlich in der Ruhestellung verharrt, während, wie aus dem eben Gesagten direkt hervorgeht, für ein Hufeisen der Unterseite das Umgekehrte der Fall ist, so dass also für die Wahrnehmung von Auf- und Abwärtsbewegung das Vorhandensein von Hufeisen auf der Oberseite und Unterseite des Schwingers nöthig ist.

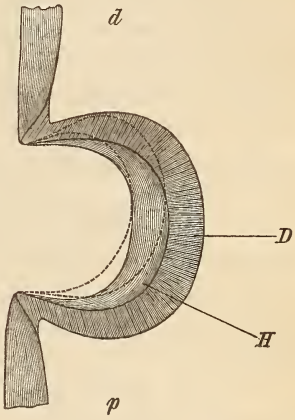


Fig. I.

Schematisches Bild einer skapalen Papille; Schnitt in der Längsrichtung des Spaltes (nur die chitinösen Bestandtheile sind gezeichnet). Die eine Duplikatur *D* und das Hufeisen *H* sind zu sehen; *d*, distale, *p*, proximale Richtung am Schwinger. Die Stellung des Hufeisens im Augenblick, in dem es ungefähr das Ende seiner Bahn in distaler Richtung erreicht hat, wird durch die beiden punktirten Linien angegeben.

Es handelt sich nun um die Wahrnehmung von Unterschieden in der Geschwindigkeit; dies lässt sich einfach auf die Weise erzielen, dass sich eine Anzahl von gleich gebauten Papillen in einer Längsreihe über einander am Fuße des Schwingers aufreiht. Denn da es klar ist, dass bei gleichbleibender Geschwindigkeit der Bewegung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

des Schwingers eine Stelle an demselben, je weiter nach außen am Schwinger sie sich befindet, eine um so größere Bahn zurücklegt, und eine um so kleinere, je näher sie dem Grunde des Schwingers, in welchem der Mittelpunkt der Bewegung zu suchen ist (s. unten), liegt, so wird dem entsprechend eine verhältnismäßig langsame Bewegung eine weiter außen am Schwinger liegende Papille eher zur Thätigkeit bringen, als eine Papille, welche am Grunde desselben liegt, wo nur eine sehr schnelle Bewegung denselben Erfolg haben würde. Dabei darf man wohl annehmen, dass wenn eine Papille in Thätigkeit tritt, die distal von ihr gelegenen, je weiter sie von ihr entfernt sind, um so weniger eine regelmäßige Bewegung ausführen; da die Bahn des Hufeisens durch seinen Bau und durch den der Papille (s. Kap. VIII) eine begrenzte sein dürfte und das Hufeisen seine Bahn in zu kurzer Zeit durchlaufen würde, müssten mancherlei Stockungen in der Hin- und Herbewegung entstehen, welche sich im Verlauf der Bewegung desjenigen Hufeisens, welches durch seine Lage der jeweils auftretenden Geschwindigkeit der Schwingerbewegung entspricht, nicht finden.

Es wird ferner dem Hufeisen in dem Augenblick unmöglich, an der Bewegung ungehindert Theil zu nehmen, in welchem die Ebene der Schwingerbewegung nicht mehr mit der Höhenachse der Papillen zusammenfällt. Es können demnach, da ja die Höhenachse der verschiedenen in gleichem Abstand vom Schwingeranfang befindlichen Papillen einer Seite nicht parallel laufen, sondern konvergiren, nicht alle Papillen gleichzeitig in Thätigkeit gerathen, weil nur eine Anzahl von Höhenachsen in ihrer Richtung mit der Ebene der Bewegung vollkommen zusammenfallen kann, während in den anderen Papillen, in welchen dies nicht der Fall ist, durch seitliche Reibung die Thätigkeit des Hufeisens aufgehoben wird. Unter der übrig bleibenden Anzahl von Papillen wird aber wieder nur, je nach der Geschwindigkeit der Schwingerbewegung bei der einen oder bei der anderen das Hufeisen in regelmäßige Thätigkeit gerathen, bei den übrigen wird es jeweils gar nicht, oder nur unregelmäßig arbeiten.

Die Art der Thätigkeit des skapalen Papillenorgans bestände nach dem Obigen also darin, dass das Hufeisen in seiner Bahn, wenn Höhen- (und selbstverständlich auch Längs)achse der Papille mit der Ebene der Schwingerbahn zusammenfallen, sich in der oben beschriebenen Weise bewegt, wobei im gleichen Maße, wie die Schwingerbewegung schneller oder langsamer wird, die bisher thätige Papille durch eine weiter nach dem Grunde oder mehr nach dem Ende des Schwingers zu gelegene

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ersetzt wird. Auf diese Weise würde es also nur durch den Unterschied in der Lage der einzelnen Papillen ermöglicht, dass immer nur eine Papille in regelmäßige Thätigkeit kommt, für die anderen wäre die Geschwindigkeit oder die Bewegungsebene nicht die richtige.

Dass die Papillen nicht weiter außen am Stiel oder am Köpfchen sitzen, hat seinen Grund in dem Bau der Papillen; zudem wäre es bei einer Lage weiter nach außen zu durch die Unsicherheit der federnden Bewegung des Stieles, welche am Grunde am meisten vermieden ist, kaum möglich, eben so genaue oder gar genauere Resultate zu erhalten, als an der weniger, aber dadurch um so sicherer und gleichmäßiger bewegten Basis.

Wenn nun der Schwinger nur in einer Ebene sich bewegen würde, so würde für die Wahrnehmung der Unterschiede in der Geschwindigkeit der Bewegung auch nur eine Längsreihe von Papillen, deren Höhen- und Längsachsen mit der Bewegungsebene zusammenfallen müssen, auf der Ober- und auf der Unterseite nöthig sein, Papillen von verschiedener Höhenachse in derselben Entfernung vom Grunde des Schwingers wären werthlos.

Es finden sich aber in gleicher Entfernung vom Grunde des Schwingers stets mehrere Papillen; ferner weichen auf der Oberseite die Papillen am unteren Ende der Platte mit ihrer Höhenachse besonders stark von derjenigen der mehr distal gelegenen Papillen ab (die Längsrichtung der Papillen bleibt die nämliche), während auf der Unterseite die näher am Grunde liegenden Papillen in Beziehung auf ihre Höhenachse nicht von den entfernt vom Grunde liegenden Papillen abweichen (cf. Fig. 19, Caliphora); dann finden sich auch sonst an der einen oder anderen Stelle noch Papillen von gleichem Bau wie die skapalen Papillen z. B. bei Tipula und Rhyphus an der Stelle der Hicks'schen Platten auf der Ober- und Unterseite, bei Bibio an Stelle der unbestimmten Gruppe auf der Oberseite, während sich die Papillen dieser Gruppen bei den höheren Formen etwas von der skapalen Grundform abändern.

Wenn wir nun auch annehmen, dass ein gewisser Theil dieses Reichthums an Papillen und der Verschiedenheiten zwischen denselben dazu diene, dass bei kleinen Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des Schwingers nicht sogleich in Folge des Fehlens entsprechender Papillen jede Empfindung aufhöre, so bleibt doch, so lange wir uns auf eine solche Erklärung beschränken, die Mehrzahl der aufgezählten Punkte, ganz abgesehen von den Papillen der basalen Platte, unerklärt. Wenn nun aber die größte Mehrzahl der Papillen, so lange wir nur eine Bewegungsart des Schwingers in Betracht ziehen, immer von der Thätigkeit unausgeschlossen bleibt, so liegt es recht nahe, ehe man einen anderen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Weg der Erklärung einschlägt, an die übrigen der in Kapitel IX und im ersten Theil dieses Kapitels aufgeführten Bewegungsarten zu denken. Bei allen diesen Bewegungen kommt außer dem bisher thätigen ein zweites weiter oben am Schwinger als das erste gelegenes Gelenk in Gebrauch.

Es ist nun die Frage, ob der Bewegungsmittelpunkt dieser beiden Gelenke der nämliche ist, oder ob er für jedes Gelenk ein anderer ist; im letzten Fall wird der vom Schwinger durchlaufene Weg nicht zusammenfallen mit der Ebene, welche das Köpfchen mit dem Fuß direkt verbindet, und dies wird, da dann das schwere Köpfchen seine Unterstützung nicht in der Ebene findet, welche dasselbe in gerader Linie mit dem Fuß des Schwingers verbindet, an das ein Knie am Schwinger erzeugende zweite Gelenk besonders große Anforderung in Hinsicht auf seine Festigkeit stellen. Im ersten Falle wird die Schwingerbahn mit der Bewegungsebene beisammen bleiben, gerade so gut, wie wenn gar kein zweites Gelenk sich an der Bewegung betheiligte. Die Entscheidung zwischen diesen zwei Möglichkeiten wird erleichtert dadurch (s. Fig. 2—9), dass das zweite Gelenk sich sehr tief am Grunde des Schwingers befindet, und dass die in demselben bewegte Achse (siehe die Linie *O—O* in den Fig. 2—9) sich mit der Achse, um die sich der Schwinger an seinem Grunde dreht (siehe die Linie *u—u* der genannten Figuren), innerhalb des Schwingerfußes, und zwar etwa in der Mitte desselben, schneidet. Diese Stelle scheint zwar etwas weit nach hinten gelegen, doch dürfte dies darin seinen Grund haben, dass das Köpfchen am Stiel ebenfalls nach hinten liegt. Wir dürfen es demnach als sehr wahrscheinlich, wenn nicht als sicher annehmen, dass der Bewegungsmittelpunkt beider Gelenke bei ihrer Thätigkeit zusammenfällt, es wird desshalb die Richtung des Spaltes für die Bewegungen des Schwingers, welche in einer Ebene stattfinden, auch jetzt die Richtung der Längsachse des Schwingers beibehalten, während dies nicht möglich wäre, wenn die beiden Bewegungsmittelpunkte nicht zusammenfallen würden.

Betrachten wir jetzt den zweiten Fall der Bewegungsmöglichkeiten, die für den Schwinger im Eingang dieses Kapitels aufgezählt wurden, so finden wir, da sich die Richtung der Ebene von oben nach unten, und dem entsprechend die Höhenachse der thätigen Papillen gleich bleibt, keine Möglichkeit, wie eine solche Bewegung vermittels der Papillen als verschieden von einer des ersten Falles, wahrgenommen werden könnte; andere Papillen als in jenem Falle könnten nicht in Thätigkeit treten und eine Verwechslung würde die Folge sein, auch dies scheint mir, außer dem schon angeführten Punkte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(siehe den ersten Theil dieses Kapitels), ein Grund gegen das Eintreten einer derartigen Bewegung des Schwingers zu sein[1].

Gehen wir weiter zu dem dritten der Bewegungsfälle, in welchem je nach der Stärke der Zusammenziehung des Schwingermuskels die Bewegungsebenen der beiden Schwinger mehr oder weniger nach unten konvergiren, so wird dem entsprechend die Höhenachse der Papillen immer mehr eine andere werden müssen, d. h. es wird bei gleichbleibender Geschwindigkeit in gleicher Entfernung vom Grunde des Schwingers eine andere Papille in Thätigkeit gerathen, als im ersten Bewegungsfall.

Von den auf dem Schwinger befindlichen Papillen mit paralleler Öffnung, welche alle nur in Gebrauch kommen können, wenn derselbe sich in einer Ebene bewegt, dürften die angegebenen beiden Bewegungsarten desselben genügen, um die Thätigkeit jeder der skapalen Papillen in irgend einem der möglichen Fälle zu bedingen. Auch bei den durch die auffallende Stellung ihrer Höhenachse leicht kenntlichen, weiter am Grunde liegenden Papillen der skapalen Platte der Oberseite scheint mir keine weitere Annahme nöthig, um ihre Thätigkeit denkbar erscheinen zu lassen. Die besonders starke Neigung der diese Papillen tragenden Fläche zur Längsachse des Schwingers bringt bei der durch die Höhenachse dieser Papillen bedingten sehr starken Neigung der Schwingerbahn nach innen eine Erleichterung des Inthätigkeittretens der Papillen mit sich, indem die centrifugale Bewegung des Hufeisens ausgedehnter in Kraft treten kann, als wenn die Papillen auf einer Fläche, die mit der Schwingerlängsachse parallel läuft, sitzen würden. Im Übrigen sind auch die beiden Flächen, welche die übrigen skapalen Papillen tragen, nach dem Stiel zu konvergirend.

Das bei den oben erwähnten Papillen am Grunde der skapalen Platte der Oberseite Auffallende, dass eine entsprechende Papillengruppe auf der entgegengesetzten Seite des Schwingers fehlt, dürfte seinen Grund in dem dort liegenden Gelenk haben, welches für Papillen keinen Platz übrig lässt.

Dass bei Tipula die skapalen Papillen auf der Unterseite weiter herabgreifen, als auf der Oberseite, lässt wohl darauf schließen, dass der Schwinger in diesem Fall bei der Abwärtsbewegung schneller sein kann als bei der Aufwärtsbewegung, was ja wohl auch bei anderen Fliegen der Fall sein mag, doch hört in der Regel die skapale Platte

[1] Eine solche Bewegung könnte, entsprechend der Annahme in der Anmerkung zu Beginn des zweiten Theiles dieses Kapitels über das chordotonale Organ, allerdings von diesem wahrgenommen werden, dies hebt aber die im Text angeführte Möglichkeit des Verwechselns nicht auf.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auf der Ober- und auf der Unterseite in gleicher Höhe und Tiefe auf, was auf eine ziemlich gleichmäßige Geschwindigkeit der beiden Bewegungen schließen lässt.

Den skapalen Papillen manchmal vollständig gleich, meistens denselben sehr ähnlich, sind die Papillen der beiden Hicks'schen Gruppen; im ersteren Fall (Tipula, Rhyphus) ist keine weitere Bemerkung über dieselben nothwendig, im zweiten Fall zeichnen sich die Papillen dadurch aus, dass der Spalt distal zu mehr oder weniger erweitert ist. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass die Hicks'schen Papillen ihre Stellung tief am Grunde des Schwingers einnehmen. Dort ist die Bewegung desselben, auch wenn sie sehr schnell ist, immer eine verhältnismäßig sehr kleine, und es scheint mir wahrscheinlich, dass die Keilform des Hufeisens, das die Form des Spaltes Bedingende war, und dass das Hufeisen diese Gestalt angenommen hat, weil es in derselben leichter von einer Bewegung des Schwingers, welche in der Richtung des breiten, schweren Endes des Keiles ausgeführt wird, in Bewegung versetzt wird. Dies breite Ende des Keiles ist nach der Höhe zu gerichtet, es würden also, eben so wie dies bei den skapalen Papillen der Fall ist, die Hicks'schen Papillen der Oberseite Bewegungen des Schwingers nach oben, die Hicks'schen Papillen der Unterseite Bewegungen des Schwingers nach unten wahrnehmen, vorausgesetzt, dass Geschwindigkeit und Höhenachse der Thätigkeit nicht entgegenstehen.

Dass die Hicks'schen Papillen bei Tipula und Rhyphus sich nicht von den skapalen unterscheiden, dürfte auf die niedere Stellung dieser Fliegenformen im System zurückzuführen sein. Auf der Oberseite sind die Hicks'schen Papillen zudem bei diesen Formen noch nicht bis neben die basalen Papillen in die Tiefe gerückt, sondern befinden sich bei Tipula noch vollständig, bei Rhyphus zur Hälfte distal von dieser Platte. Dass aber eine einseitige Umgestaltung der Papillen, etwa nur auf der Unterseite, nicht möglich war wegen der daraus folgenden Ungleicheit des Ergebnisses bei gleichbleibender Bewegung, ist einleuchtend. Desshalb sind auch die bei Tipula tief am Fuß des Schwingers herabreichenden skapalen Papillen der Unterseite nicht verschieden von den skapalen Papillen der Oberseite; eine Verschiedenheit konnte erst zur Ausbildung kommen, als die skapalen und Hicks'schen Gruppen vollständig getrennt waren.

Bei der Mehrzahl der Formen sind die Hicks'schen Papillen in ihrer Größe nicht sehr verschieden von den skapalen Papillen, nur bei den Musciden (siehe Kapitel VIII) sind die Hicks'schen Papillen bedeutend größer als die skapalen Papillen, welche ihrerseits bei den kleineren unter diesen, z. B. Musca, Leria, kleiner sind als bei den anderen Dip-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

teren. Es scheint mir für die Thätigkeit der skapalen und diesen ähnlich gebauten Papillen einerseits bis zu einem gewissen Grade gleichgültig zu sein, wie groß die Papille ist, wenn nur das Verhältnis ihrer einzelnen Theile unter einander das nämliche bleibt, andererseits aber, dass die Papille leichter in Thätigkeit tritt, wenn ihre Größenverhältnisse nicht gar zu kleine sind. Da wir nun aus dem bei den skapalen Papillen Gesagten entnehmen können, dass die Lage für die Papillen etwas sehr Wesentliches ist, so ist es ersichtlich, dass dieselben auf einem kleinen Schwinger, auf welchem dem entsprechend der für sie brauchbare Raum nur ein sehr beschränkter ist, möglichst nahe zusammenrücken (siehe Kapitel VIII) und zugleich möglichst geringe Größe annehmen werden, wenn sie in großer Zahl vorhanden sind; von der Anzahl der Papillen auf einem bestimmten Raume aber hängt die Feinheit in der Empfindung der Unterschiede ab. Es werden also z. B. bei Musca die Papillen klein sein, wenn es sich darum handelt unter einer Anzahl von Bewegungsarten möglichst feine Unterschiede machen zu können, während die Größe der Papillen beträchtlicher werden wird, wenn die Feinheit der Unterschiede abnehmen darf; doch müssen solche Änderungen in der Gestalt der Papillen auf Ober- und Unterseite gleichzeitig vorgenommen werden.

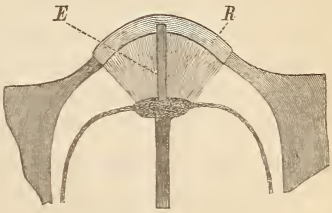


Fig. II.
Basale Papille; schematisches Bild einer in der Richtung der Höhenachse verlaufenden Ebene, welche mit der Richtung des Spaltes zusammenfällt. *E*, Endstab; *R*, Rinne.

In dem Fall, dass die vierte Bewegungsart (siehe den ersten Theil des Kapitels) des Schwingers eintritt, beschreibt derselbe einen nach oben verschieden stark gekrümmten Bogen um den Bewegungsmittelpunkt des Schwingers.

Außer den bisher erwähnten Papillen finden sich am Fuße des Schwingers noch zweierlei Arten, zur einen gehören die basalen Papillen, zur anderen die unbestimmten Papillen, beide liegen nur auf der Oberseite. Die in ihrem Bau von den anderen Papillen stark abweichenden basalen Papillen sind ungleich groß, nach außen geschlossen und enthalten statt eines Hufeisens einen Endstab, der aus einem Trichter oder Kissen hervorgehend, sich in einer an der Decke hinlaufenden Rinne hin- und herbewegen dürfte. Die Richtung dieser Rinne steht senkrecht zur Schwingerlängsachse, ihre Länge ist bei den verschiedenen Papillen desselben Schwingers verschieden. Die Höhenachsen der Papillen konvergiren nach der Mitte des Schwingeranfanges zu derart, dass man, da die ganze Platte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sehr tief am Schwinger gelegen ist, bei der Betrachtung den Eindruck bekommt, als würden die sämmtlichen Höhenachsen durch den Bewegungsmittelpunkt des Schwingers gehen. Je nachdem der Bogen, den der Schwinger durch seine Bewegung bezeichnet, mehr oder minder gewölbt ist, wird eine mehr oder weniger nahe an seinem Fuß liegende Stelle senkrecht über dem Bewegungsmittelpunkt des Schwingers liegen und diese Stelle wird, so lange der Schwinger seinen Bogen beschreibt, fortwährend wechseln; immer wird nur eine Stelle in einem bestimmten Augenblick diese Eigenschaft haben. Da wir nun als wahrscheinlich erkannt haben, dass die Höhenachsen sämmtlicher basalen Papillen durch den Bewegungsmittelpunkt gehen und da die Rinnen aller basalen Papillen koncentrisch um diesen herumliegen (siehe Kap. VIII), so kann also einerseits bei jeder der verschiedenen Krümmungen des vom Schwinger beschriebenen Bogens und andererseits bei jeder der verschiedenen augenblicklichen Stellungen des Schwingers in diesem Bogen nur eine einzelne bestimmte der Papillen in Thätigkeit versetzt werden und zwar in der Weise, dass der in ihr befindliche Endstab mit seinem freien Ende eine Bewegung vom einen Ende der Rinne zum anderen macht; für alle übrigen Papillen liegt zur gleichen Zeit die Höhenachse nicht senkrecht über dem Bewegungsmittelpunkt, ihre Bewegung ist desshalb wegen der Reibung unmöglich.

Je nachdem eine Stelle mehr oder weniger weit vom Bewegungsmittelpunkt des Schwingers entfernt ist, wird die von ihr innerhalb einer bestimmten Zeit durchlaufene Bahn bei gleichbleibender Geschwindigkeit immer verschieden groß sein. Damit scheint es mir zusammenzuhängen, dass die basalen Papillen verschieden groß sind und zwar besonders nach der Tiefe und nach hinten zu etwas kleiner werden; blieben die Papillen gleich groß, so müsste, vorausgesetzt, dass die Funktionszeit der Papillen nicht wechselt, die Geschwindigkeit der Bewegung mit den verschiedenen Kurven, die der Schwinger beschreibt, wechseln, da dann innerhalb der gleichen Zeit in verschiedener Entfernung vom Bewegungsmittelpunkt eine gleich große Strecke durchlaufen werden müsste. Der Wechsel in der Geschwindigkeit scheint mir aber bei dieser Bewegungsart des Schwingers desshalb nicht nöthig, weil eine Verschiedenheit in der Richtung des Zuges bei derselben durch die Krümmung der Kurve hervorgebracht wird, während dies bei den skapalen Papillen (s. oben) nicht der Fall ist.

Die Frage, warum die Papillen, welche (s. Kap. VIII) bei den höheren Formen ungefähr in Längsreihen angeordnet sind, nicht in einer, sondern in 7—11 neben einander liegenden Reihen angeordnet

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sind, während man doch annehmen möchte, dass für jeden Bogen eine Papille ausreichen könnte, findet dadurch ihre Erledigung, dass die verschiedenen möglichen Bögen nicht überall die gleiche Krümmung zu besitzen brauchen, sondern z. B. sehr wohl in der Mitte sehr stark gekrümmt, auf den Seiten aber flach auslaufend sein können; es werden dann in den verschiedenen Längsreihen nach einander Papillen, welche in sehr verschiedener Entfernung vom Grunde des Schwingers liegen, zur Thätigkeit kommen. Die Aufeinanderfolge der Thätigkeit der Papillen wird dabei die sein, dass bei der Bewegung des Schwingers von oben nach unten zuerst die hintersten und zuletzt die vordersten Papillen in Gebrauch kommen, während bei der Rückwärtsbewegung die Aufeinanderfolge die umgekehrte sein wird. Dass die basalen Papillen nur auf der Oberseite des Schwingers sich finden, bestätigt die im ersten Theil dieses Kapitels gemachte Annahme, dass der Schwinger einen Bogen nach oben, nicht aber nach unten ausführt.

Eine sehr gute Ausbildung wird den basalen Papillen bei den schon im ersten Theil dieses Kapitels erwähnten Raubfliegen zu Theil, welche auf ihre Beute herabstürzen; auch bei der verwandten Leptis ist diese beträchtlich, wie durch die sehr große Zahl der Papillen angedeutet wird.

Das dicke Chitin der basalen Platte, über welches die einzelnen Papillen kaum hervorragen, hat wohl großentheils den Schutz der Papillen gegen Erschütterungen zu bewirken. Die Platte ist nicht vollständig aus Chitin, sondern enthält Höhlungen zwischen den einzelnen Papillen; der Inhalt dieser Höhlungen scheint eine Flüssigkeit zu sein. Die Ursache, wesshalb diese Papillen nach außen abgeschlossen sind, dürfte in der Art ihrer Thätigkeit liegen, welche bei Verunreinigung und anderen Störungen vielmehr zu leiden hätte, als die festen Hufeisen der offenen Papillen.

Außer den basalen Papillen finden sich auf der Oberseite des Schwingerfußes, meistens ziemlich weit distal an demselben, noch einige Papillen, die unbestimmten Papillen. Dieselben, wenige, oft (Musciden, Syrphiden) nur eine an der Zahl, liegen weit aus einander und sind bei Bibio vollständig gleich gebaut, wie die skapalen Papillen, unterscheiden sich aber bei den anderen Formen von denselben. Bei Tipula, Sarcophaga ist der Spalt zu einer runden, bei vielen anderen Dipteren zu einer ovalen mit ihrer Hauptachse in der Längsachse des Schwingers gestellten Öffnung umgestaltet, in welcher sich die dem Hufeisen entsprechende Chitinkuppel befindet. Die Beschaffenheit dieser Papillen und besonders die Gestalt der in der Öffnung enthaltenen Chitinkuppel lässt wohl einen ähnlichen Grund für

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

diese Abweichung von den skapalen Papillen vermuthen, wie derjenige war, welcher bei den Hicks'schen Papillen (s. oben) als die Änderung in der Form des Hufeisens bedingend angenommen wurde; vielleicht hat die Umgestaltung des Hufeisens zu einer runden bis ovalen Chitinkuppel, die an keiner Stelle in der Weise, wie dies bei dem Hufeisen der skapalen Papillen an zwei Stellen der Fall ist, befestigt und eingespannt ist, eine Erleichterung der Bewegung dieser Kuppel in der Öffnung der Papille zur Folge, so dass die unbestimmten Papillen zur Wahrnehmung der langsameren Bewegungen des Schwingers befähigt wären. Die Verschiedenheit der Kuppelgestalt bei den verschiedenen Dipteren ließe sich so wohl ohne Mühe erklären, eben so nach dem bei den skapalen Papillen Gesagten die Anordnung und verhältnismäßig distale Lage der Papillen am Schwinger. Ihr Vorhandensein auf nur einer Seite des Schwingers würde mit dem Fehlen der Federung zusammenzubringen sein, während die ringförmige Gestalt der Duplikatur die Kuppel verhinderte, allzu weit von ihrer Grundstellung abzuweichen. Das fast vollständige Verschwinden der Papillen bei vielen Fliegen (Musca etc.) würde auf ihre geringe Bedeutung hindeuten.

Die verhältnismäßige Größe dieser Papillen bei den höheren Formen ist wohl auf den nämlichen Grund zurückzuführen, wie dieselbe Erscheinung bei den Hicks'schen Papillen.

Wir haben oben den Flügel erwähnt, als ein Organ, an dem wir möglicherweise für die Wahrnehmung der Lage im Raum brauchbare Sinne zu suchen hätten. In der That besitzt derselbe (s. Kap. VIII, Anhang) wie Hicks (14) und Graber (12) bei Dipteren, Hymenopteren, Lepidopteren etc. nachgewiesen haben, ähnliche Papillen, welche sich bei den Dipteren in ihren Formen am nächsten an die unbestimmten Papillen anschließen (s. Fig. 75). Basale oder skapale Papillen sah ich weder auf Hymenopteren-, noch auf Lepidopteren-, noch auf Dipteren-Flügeln. Die Papillen sind (s. Fig. 10) in langgezogenen Reihen, fast an keiner Stelle in einer größeren Gruppe beisammen, gelagert. Die Annahme, dass das Wiederfinden bestimmter Örtlichkeiten, durch die Insekten mit diesen Papillen in Zusammenhang stehen dürfte, scheint mir naheliegend.

Wollen wir kurz zusammenfassen, welches die — freilich nicht bewiesenen — Ergebnisse dieser Untersuchung sind, so können wir etwa Folgendes sagen: der aus einem Hinterflügel hervorgegangene Schwinger, in dessen Inneren sich den »Adern« eines Flügels entsprechende Kanäle befinden, trägt zum eigentlichen Flug, so weit derselbe

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

das Schweben in der Luft betrifft, nichts mehr bei und die Erfüllung seiner Aufgabe wird nicht bedingt durch den Widerstand, den die umgebende Luft seiner Bewegung entgegensetzt, während dies beim Flügel, so weit er das Schweben in der Luft ermöglicht, der Fall ist. Der Schwinger kann eine große Anzahl verschiedener Bewegungen ausführen, welche durch ein zweites an seinem Grunde befindliches Gelenk ermöglicht werden, die eigentlichen Thoraxmuskeln bleiben daran unbetheiligt; seine Bewegung erzeugt, wenn sie auf beiden Seiten gleich ist, je nach ihrer Art und Geschwindigkeit Unterschiede in der Richtung des Fluges des Thieres in der vertikalen Ebene; bewegt sich der Schwinger der einen Seite in einer Ebene, die mit der von dem Schwinger der anderen Seite durchlaufenen Ebene nicht symmetrisch ist, so erfolgt eine Wendung der Fliege; die dies bewirkende Änderung der Schwingerbewegung wird innerhalb des Schwingers selbst vollbracht und ist also aus dem Thorax hinaus verlegt, so dass die Zusammenziehungen der Muskeln desselben auf beiden Seiten vollständig die gleichen bleiben können.

Die aus verschieden gebauten Papillen bestehenden Sinnesorgane, welche sich am Fuße des Schwingers befinden, vermitteln die Wahrnehmung der Bewegungen, welche der Schwinger ausführt und welche die Steuerung der Fliege bewirken. Des Näheren werden die skapalen und die ihnen ähnlich gebauten Hicks'schen und unbestimmten Papillen in Thätigkeit treten, wenn der Schwinger sich in einer Ebene bewegt, und die basalen, geschlossenen Papillen, wenn der Schwinger bei seiner Bewegung einen Bogen beschreibt und eine Bahn durchläuft, die mit einem Theile eines Kegelmantels Ähnlichkeit hat. — Die Bewegung des Schwingers während des Nichtfliegens hat zum Zweck die Wiederherstellung der Gleichgewichtslage des Körpers.

Berlin, im April 1890.

Litteratur.

1. G. Carlett, in: Entom. Nachr. 1888. p. 285 ff.
2. J. Chabrier, Essai sur le vol des Insectes. Paris 1823.
3. Cholodkowsky, Studien zur Entwicklungsgesch. der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XLVIII. 1. Heft. p. 94.
4. Derham, Théologie physique. Leide 1769. Franz. Übersetzung der engl. Ausgabe von 1711—1712.
5. Eckstein, Berliner Entom. Zeitschr. 1880. Bd. XXXII. Heft 1. p. 32.
6. Girard, in: Ann. Soc. ent. de France. 4. Série. Tom. II. 1862.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

7. von Gleichen-Russworm, Geschichte der gemeinen Stubenfliege. Nürnberg 1764.
8. Goltz, in: Archiv für die gesammte Physiol. III. 1870. p. 172.
9. Goureau, Mem. sur les bal. des Dipt. Ann. Soc. ent. de France. 2. Série. Tom. I. 1843. p. 299 ff.
10. Vitus Graber, Die tympanalen Sinnesorgane der Orthopteren. 1876.
11. —— Die Insekten. I. Theil. Der Organismus der Insekten. München 1877.
12. —— Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten. in: Arch. für mikr. Anat. Bd. XX. p. 506—640. Bd. XXI. p. 65—145.
13. Braxton Hicks, On a new Organ in Insects. Journal of the proc. of the Linn. Soc. Zool. I. p. 136—140. London 1857.
14. —— Further remarks on the organ found on the bases of the halteres and wings of insects. in: Transact. of the Linnean Soc. of London. Vol. XXII. 2. p. 141 ff.
15. Jabez Hogg, Gnat's scales. in: Microsc. Journal. Tom. II. 1871. p. 192.
16. Jousset de Bellesme, Recherches expérimentales sur les fonctions du balancier chez les insectes diptères. Paris 1878.
17. Künckel d'Herculais, Memoire sur le développement et l'organisation des Volucelles. 1875.
18. H. Landois, Die Ton- u. Stimmapparate der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XVII. 1867.
19. Latreille, Mem. du Musée d'Hist. nat. Tom. VII. 1821 u. VIII. 1822.
20. A. Bolles Lee, Les balanciers des Diptères. Rec. Zool. Suisse. Tom. II. 1885.
21. von Lendenfeld, Der Flug der Libellen. in: Sitzb. der kaiserl. Akad. der Wiss. I. Abth. Märzheft 1881. Bd. LXXXIII.
22. Leydig, Über Geruchs- und Gehörorgane bei Krebsen und Insekten. Reichert und Dubois Arch. für Anat. u. Physiol. 1860. p. 304 ff.
23. Loeb, in: Sitzungsber. der phys.-med. Gesellsch. Würzburg. 1888.
24. —— Der Heliotropismus der Thiere. Würzburg 1890.
25. H. Loew, Über die Schwinger der Dipteren. Berliner Entom. Zeitschr. 1858. Tom. II.
26. Lubbock, Die Sinne und das geistige Leben der Thiere, übers. von W. Marshall. Leipzig 1889.
27. C. Lucks, Über die Brustmuskulatur der Insekten. Jenaische Zeitschr. Bd. XVI.
28. Marey, Machine animale. Paris 1873.
29. J. W. Meigen, Syst. Beschreibung der bekannten europ. zweiflügel. Insekten. 7 Bände. 1818—1838.
30. Pagenstecher, Allgemeine Zoologie. Berlin 1875—1881.
31. vom Rath, Hautsinnesorgane der Insekten. in: Diese Zeitschr. Bd. XLVI.
32. Robineau-Desvoidy, Bullet. scient. depart. du Nord. 2. Série. 1. Ann. p. 217—219.
33. F. J. Schelver, Entomolog. Beob. etc. über den Flug u. das Gesumme einiger zweiflügeliger Insekten und insbes. über die Schwingkölbchen u. Schüppchen unter den Flügeldecken. in: Wiedemann's Archiv für Zoologie. II. pars II. p. 210.
34. Schiner, Fauna austriaca. Diptera. 2 Bände. 1862—1864.
35. A. Weismann, Metamorph. der Corethra plumic. Diese Zeitschr. Bd. XVI.
36. —— Über die Entstehung des vollendeten Insekts in Larve u. Puppe. Frankfurt 1863.
37. —— Die Entwicklung der Dipteren im Ei. in: Diese Zeitschr. Bd. XIII u. XIV.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Abbildungen.

(Sämmtliche Figuren sind mit Hilfe einer Abbé'schen Camera lucida entworfen.)

Tafel VII.

Fig. 1. Tipula vernalis, optischer Längsschnitt durch die Chitintheile des Stieles, das Borstenhaar der einen Seite ist herausgebrochen. Vergrößerung 405.

Fig. 2—9 sind sämmtlich bei Beleuchtung des Schwingers durch Oberlicht gezeichnet und stellen den linken Schwinger bei der nämlichen Vergrößerung dar. Die Bezeichnung ist bei allen die nämliche:

b.P, basale Papillenplatte;
F, Fuß des Schwingers;
H, Hinterrand des Schwingers;
K, Köpfchen des Schwingers;
o.H.P, Hicks'sche Papillengruppe der Oberseite;
o.s.P, skapale Papillenplatte der Oberseite;
St, Stiel des Schwingers;
u.H.P, Hicks'sche Papillengruppe der Unterseite;
u.s.P, skapale Papillenplatte der Unterseite;
V, Vorderrand des Schwingers;
x, die Stelle, hinter der das chordotonale Organ verborgen ist. Über die Chitintheile *a* bis *m* ist in Kapitel V das Nähere zu finden, die Linie *u—u* am Fuße des Schwingers bezeichnet etwa die Drehungsachse für den Fall, dass sich der Schwinger allein in seinem tieferen Gelenk bewegt. Die Linie *O—O* bezeichnet etwa die Achse, welche in der Ebene des Papieres gedreht wird, wenn im höheren Gelenk eine Bewegung stattfindet.

Fig. 2. Linker Schwinger von Tipula vernalis von der Oberseite. Vergr. 71.

Fig. 3. Linker Schwinger von Tipula vernalis von der Unterseite. Vergr. 71.

Fig. 4. Linker Schwinger von Leptis vitripennis von der Oberseite. Vergr. 71.

Fig. 5. Linker Schwinger von Leptis vitripennis von der Unterseite. Vergr. 71.

Fig. 6. Linker Schwinger von Eristalis tenax (= campestris) von der Oberseite. Vergr. 71.

Fig. 7. Linker Schwinger von Eristalis tenax (= campestris) von der Unterseite. Vergr. 71.

Fig. 8. Linker Schwinger von Musca domestica von der Oberseite. Vergr. 71.

Fig. 9. Linker Schwinger von Musca domestica von der Unterseite. Vergr. 71.

Tafel VIII.

Fig. 10. Linker Flügel von Empis argyreata, von der Oberseite, nach einem mit Kalilauge und Eosin behandelten Präparat. Die Papillen tragenden Stellen sind der größeren Deutlichkeit wegen ohne die den Flügel bedeckenden Härchen dargestellt. Die Papillen der Unterseite sind punktirt. Vergr. 120.

Fig. 11—22 sind Querschnitte durch den Schwinger in verschiedener Höhe desselben. Vergr. 120.

Auf allen diesen Figuren ist:

A, Anhang am Köpfchen;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

B, Boden der Endblase;
ch, chordotonales Organ;
G, Gelenksack;
Hinten, Hinterrand des Schwingers;
M, Muskel;
N, Nerv;
Oben, Oberseite des Schwingers;
Tr, Trachee;
Unten, Unterseite des Schwingers;
Vorn, Vorderrand des Schwingers;
Z, Zellkomplex.

Die Papillen sind eben so bezeichnet wie in Fig. 2—9. Die Bezeichnung der Kanäle ist dieselbe wie in Kapitel VI.

Fig. 11. Querschnitt durch den Fuß des linken Schwingers von Tipula vernalis. Vergr. 120.

Fig. 12. Querschnitt durch den Stiel des linken Schwingers von Tipula vernalis. Vergr. 120.

Fig. 13. Querschnitt durch den Schwinger vor Beginn der Endblase eines linken Schwingers bei Tipula vernalis. Vergr. 120.

Fig. 14. Querschnitt durch die Endblase eines linken Schwingers von Tipula paludosa? Vergr. 120.

Fig. 15. Querschnitt durch den Fuß eines linken Schwingers von Leptis scolopacea. Vergr. 120.

Fig. 16. Querschnitt durch den Stiel eines linken Schwingers von Leptis scolopacea. Vergr. 120.

Fig. 17. Querschnitt durch den Beginn der Endblase eines linken Schwingers von Leptis scolopacea. Vergr. 120.

Fig. 18. Querschnitt durch die Endblase eines linken Schwingers von Leptis scolopacea. Vergr. 120.

Fig. 19. Querschnitt durch den Fuß eines rechten Schwingers von Caliphora erythrocephala. Vergr. 120.

Der Gelenksack selbst ist nicht mehr zu sehen, wohl aber noch die ihn nach der Höhe abschließenden Hypodermiszellen.

Fig. 20. Querschnitt durch den Stiel eines rechten Schwingers von Caliphora erythrocephala. Vergr. 120.

Fig. 21. Querschnitt durch den Beginn der Endblase eines rechten Schwingers von Caliphora erythrocephala. Vergr. 120.

Fig. 22. Querschnitt durch die Endblase eines rechten Schwingers von Caliphora erythrocephala. Vergr. 120.

Fig. 23. Zellen des Zellhaufens im Köpfchen von Tipula paludosa? Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 24. Zellen des Zellhaufens im Köpfchen von Leptis scolopacea. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 25. Zellen des Zellhaufens im Köpfchen von Asilus pallipes. Vergr. 250 (!) Apochrom.).

Fig. 26. Zellen des Zellhaufens im Köpfchen von Caliphora erythrocephala. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 27. Blutkörperchen von Caliphora erythrocephala. Vergr. 750 (Apochrom.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 28—37 sind nach Kalilauge-Eosinpräparaten gezeichnet, die Bezeichnungen sind dabei:

O, Richtung nach der Höhe;
U, Richtung nach der Tiefe;
V, Richtung nach vorn;
H, Richtung nach hinten;
u(o)s.P, skapale Papillenplatte der Unter(Ober)seite;
u(o)H.P, Hicks'sche Papillengruppe der Unter(Ober)seite;
u.P, unbestimmte Papillen;
b.P, basale Papillen.

Tafel IX.

Fig. 28. Linker Schwinger von Tipula vernalis von der Oberseite, skapale, Hicks'sche und unbestimmte Papillenplatte. Vergr. 490.

Fig. 29. Linker Schwinger von Tipula vernalis von der Oberseite, basale Papillenplatte. Vergr. 490.

Fig. 30. Linker Schwinger von Tipula vernalis von der Unterseite, skapale, Hicks'sche Papillenplatte. Vergr. 490.

Fig. 31. Linker Schwinger von Leria serrata von der Oberseite, skapale, Hicks-sche, unbestimmte und basale Papillenplatte. Vergr. 405.

Fig. 32. Linker Schwinger von Musca domestica von der Unterseite, skapale und Hicks'sche Papillenplatte. Vergr. 405.

Fig. 33. Linker Schwinger von Eristalis tenax von der Oberseite, basale und Hicks'sche Papillenplatte. Vergr. 490.

Fig. 34. Linker Schwinger von Eristalis tenax von der Unterseite, skapale und Hicks'sche Papillenplatte. Vergr. 490.

Tafel X.

Fig. 35. Linker Schwinger von Eristalis campestris von der Oberseite, skapale und unbestimmte Papillenplatte. Vergr. 490.

Fig. 36. Linker Schwinger von Leptis vitripennis von der Oberseite, basale und Hicks'sche Papillenplatte. Vergr. 490.

Fig. 37. Linker Schwinger von Leptis vitripennis von der Oberseite, skapale, Hicks'sche, unbestimmte und basale Papillenplatte. Vergr. 490.

Für Fig. 38—75 bedeutet: *H*, Hufeisen; *D*, Duplikatur; *E*, Endstab; *G*, Ganglienzelle; *R*, Rinne. Sämmtliche Figuren wurden mit Hilfe eines Zeiss'schen Apochromat-Objektivs von 2 mm Brennweite (homogene Immersion) hergestellt, nur bei Fig. 57 kam ein Trockensystem (Zeiss F) zur Verwendung.

Fig. 38. Tipula lateralis, quer zum Spalt gerichteter Schnitt durch eine skapale Papille. Vergr. 1000 (Apochrom.).

Fig. 39—41. Tipula vernalis. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 39. Skapale
Fig. 40. Unbestimmte } Papillen, Ansicht der Chitintheile von außen.
Fig. 41. Basale

Fig. 42. Tipula ochreacea, Schnitt durch eine basale Papille in der Längsrichtung der Rinne. Vergr. 1000 (Apochrom.).

Fig. 43. Pachyrhina pratensis, Schnitt durch eine basale Papille quer zur Rinne. Vergr. 750 (Apochrom.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 44. Bibio Marci, Schnitt durch eine skapale Papille quer zum Spalt. Vergr. 750.

Fig. 45—48. Leptis vitripennis. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 45. Skapale
Fig. 46. Hicks'sche
Fig. 47. Unbestimmte
Fig. 48. Basale
} Papillen, Ansicht der Chitintheile von außen.

Fig. 49—51. Tabanus bovinus, skapale Papille. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 49. Skapale Papillen, Ansicht von außen, höchste Einstellung.

Fig. 50. Skapale Papillen, Ansicht von außen, tiefere Einstellung.

Fig. 51. Skapale Papillen, quer zum Spalt geschnitten.

Tafel XI.

Fig. 52—55. Laphria gilva. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 52. Skapale Papillen, quer zum Spalt gerichteter Schnitt, die einzelnen Papillen zum Theil getroffen, zum Theil unberührt.

Fig. 53. Skapale Papillen, Schnitt in der Längsrichtung des Spaltes.

Fig. 54. Unbestimmte Papille in der Ansicht von außen.

Fig. 55. Basale Papille, Längsschnitt in der Richtung der Rinne.

Fig. 56. Asilus pallipes, skapale Papille, quer zum Spalt geschnitten. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 57. Empis argyreata, basale (und Hicks'sche) Papillen in eine Ebene projicirt, um die scheinbare Richtung der Rinnen zu zeigen. Vergr. 405.

Fig. 58. Syrphus Ribesii, Hicks'sche Papille in der Ansicht von außen. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 59—61. Eristalis tenax. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 59. Skapale
Fig. 60. Hicks'sche
Fig. 61. Basale
} Papille in der Ansicht von außen.

Fig. 62—64. Sarcophaga carnaria. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 62. Skapale
Fig. 63. Unbestimmte
Fig. 64. Basale
} Papille in der Ansicht von außen. Bei der basalen Papille ist die Rinne nicht gezeichnet, vgl. den Text.

Fig. 65—71. Caliphora erythrocephala. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 65. Skapale Papillen an einem Querschnitt des Schwingers, keine ist verletzt.

Fig. 66. Skapale Papillen, Längsschnitt in der Richtung des Spaltes.

Fig. 67. Einzelnes Hufeisen.

Fig. 68. Skapale Papille, quer zum Spalt gerichteter Schnitt.

Fig. 69. Skapale Papille, parallel mit dem umgebenden Körperchitin verlaufender Schnitt durch den Grund der Papille.

Fig. 70. Unbestimmte Papille auf einem Querschnitt des Schwingers.

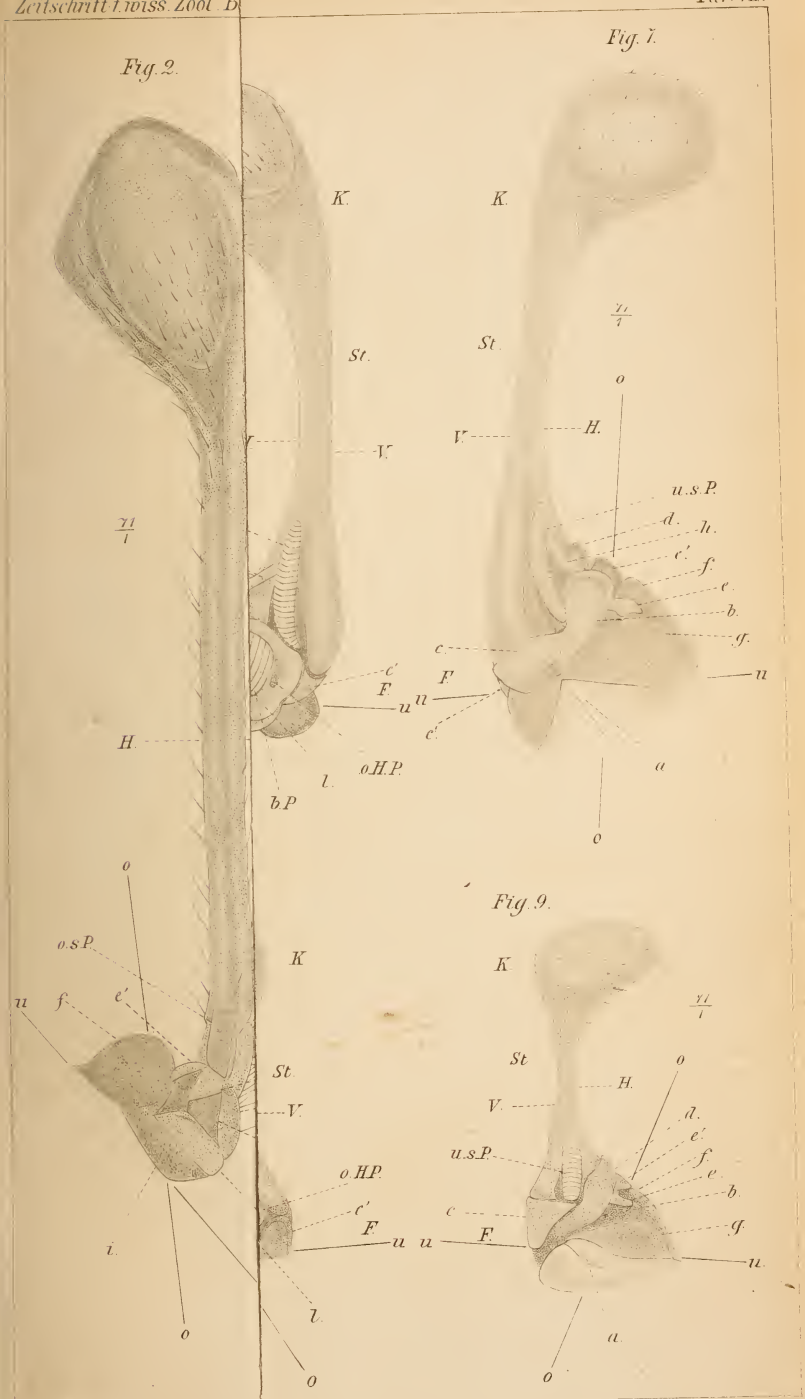
Fig. 71. Basale Papille in der Richtung der Rinne geschnitten.

Fig. 72—74. Leria serrata. Vergr. 750 (Apochrom.).

Fig. 72. Skapale
Fig. 73. Hicks'sche
Fig. 74. Basale
} Papille in der Ansicht von außen.

Fig. 75. Hippoboscaequina, Flügelpapille quer zur Längsachse des Flügels gestellt. Oberflächenansicht. Vergr. 750 (Apochrom.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Fritz Weyland del.

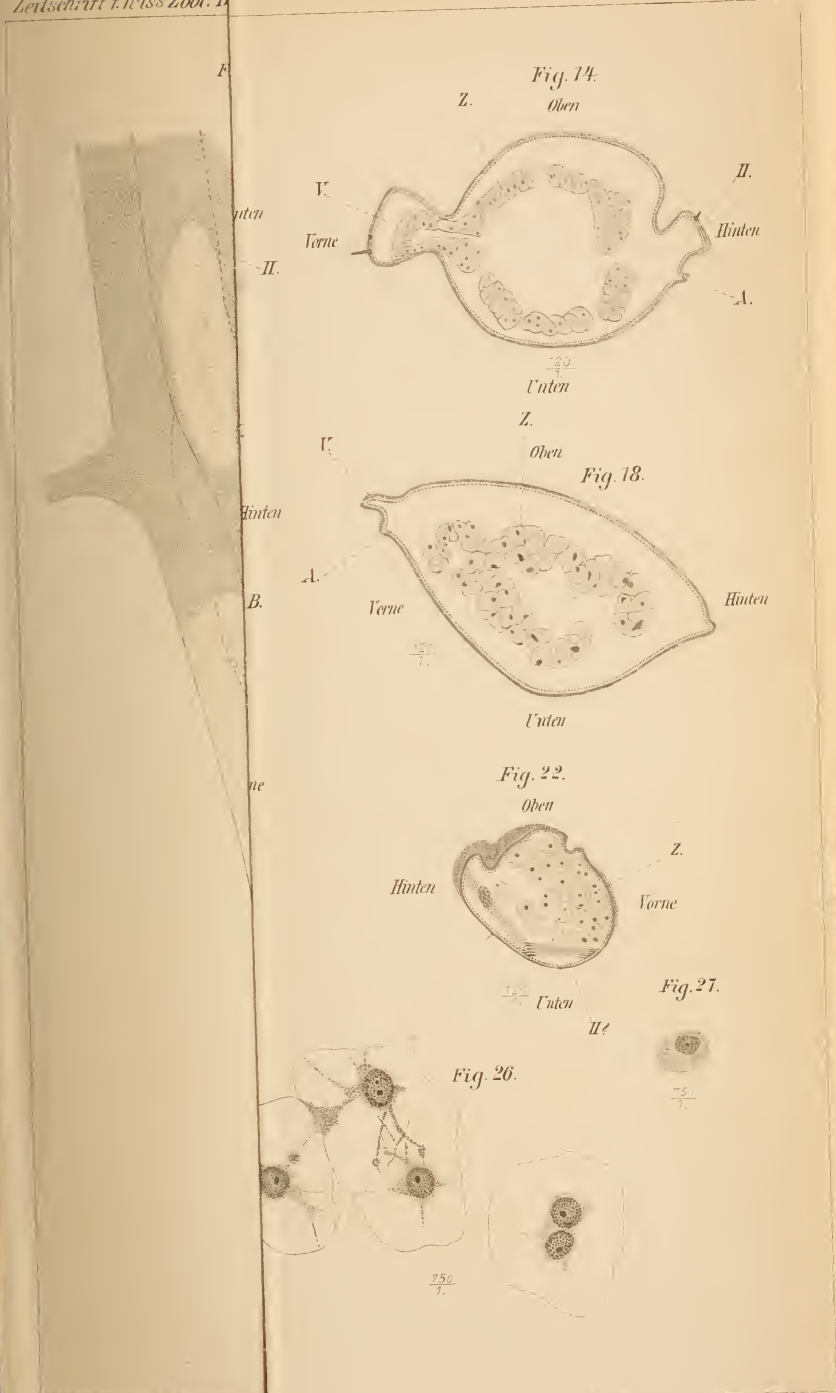
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verlag von Wilh. Engelmann in Leipzig

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

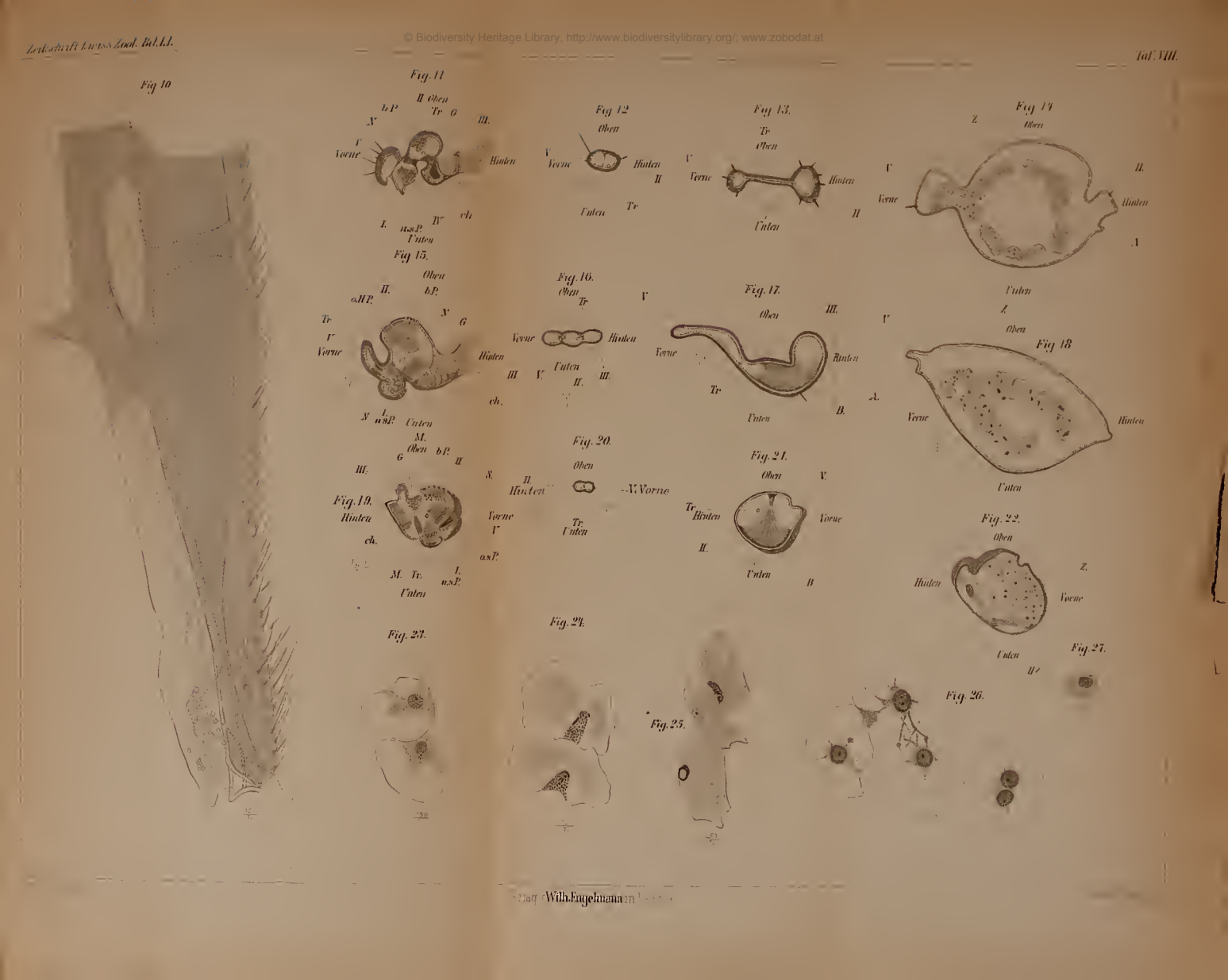
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Ernst Wachsel del.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Verlag Wilh. Engelmann

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 28.

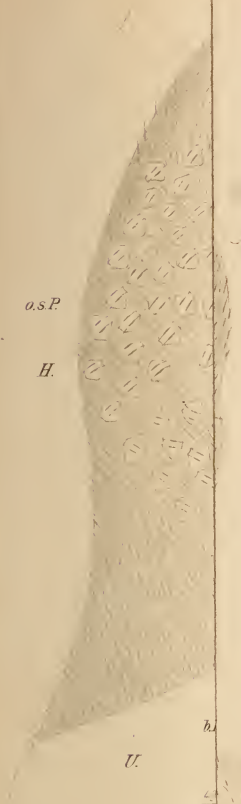
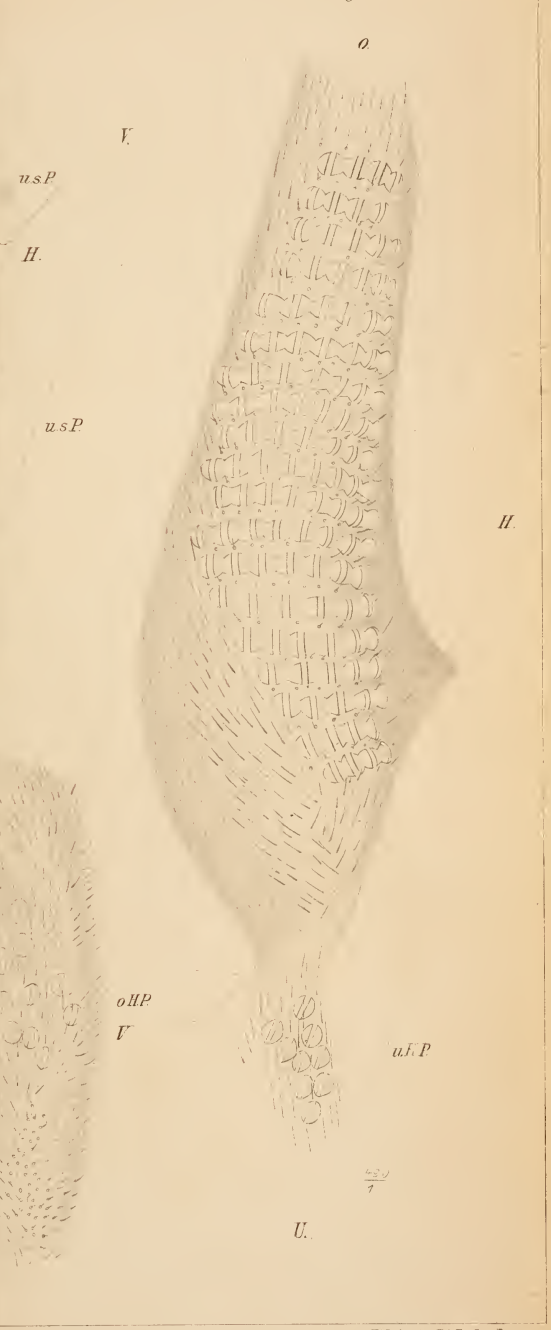


Fig. 29.

Fig. 34.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 28.

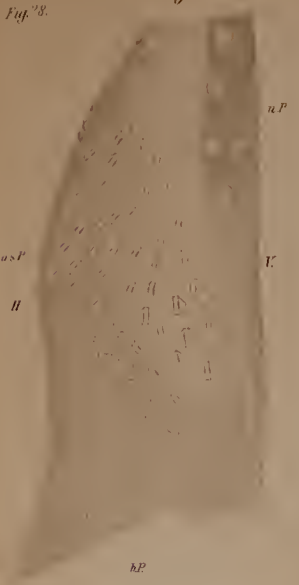


Fig. 29.

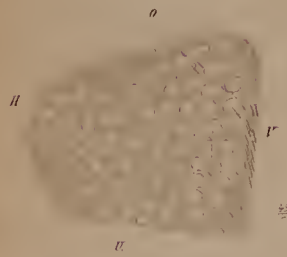


Fig. 30

Fig. 31.

Fig. 32

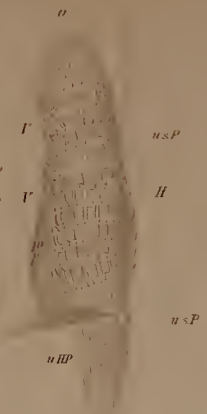


Fig. 33.

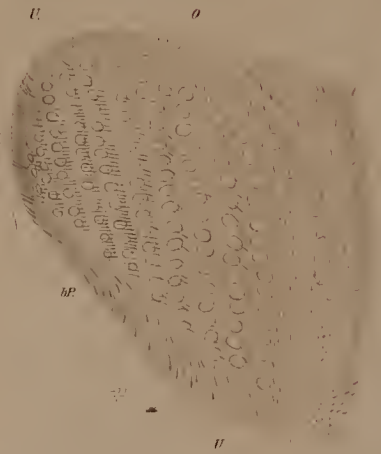
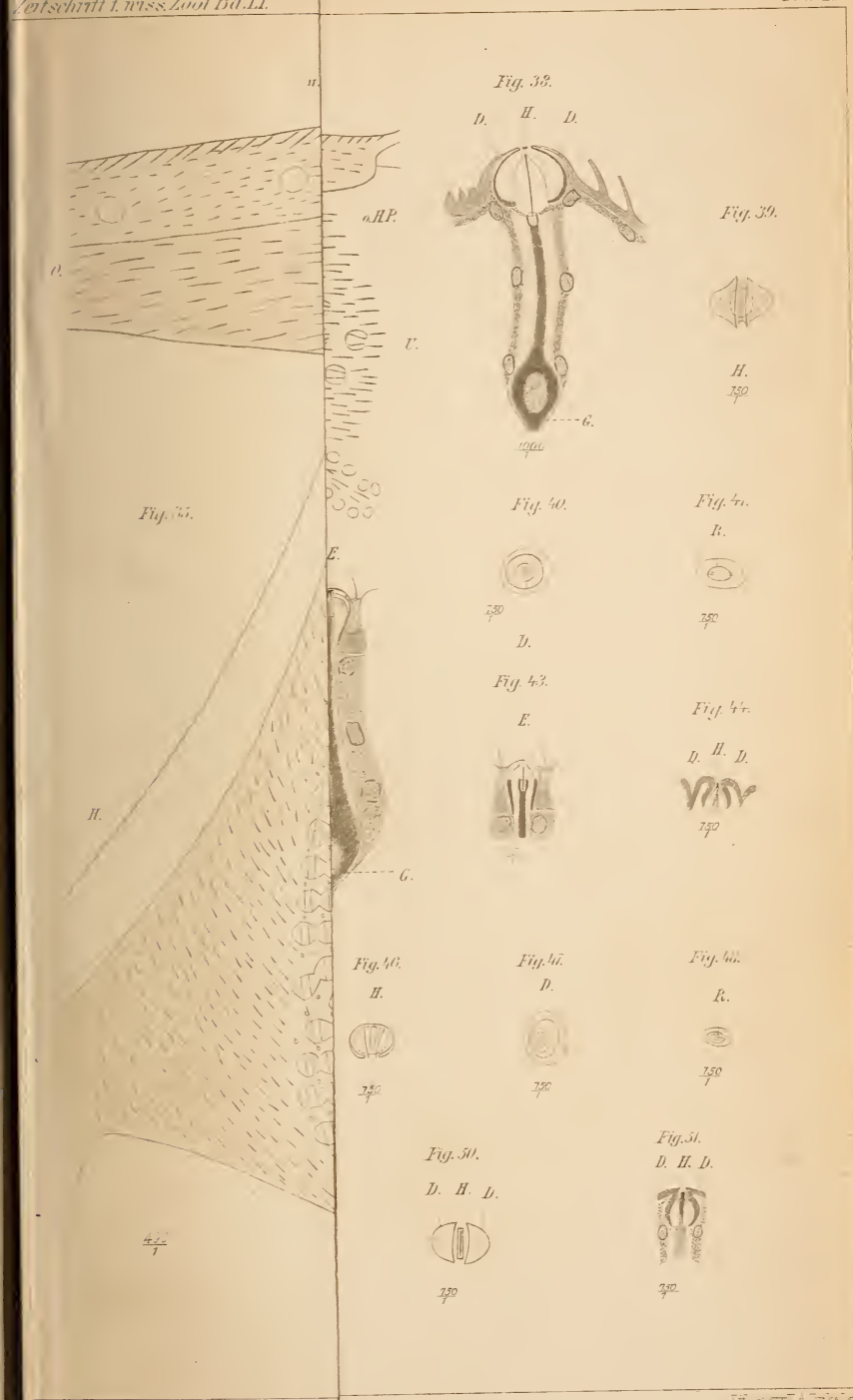


Fig. 34.

Wilh. Engelmann

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

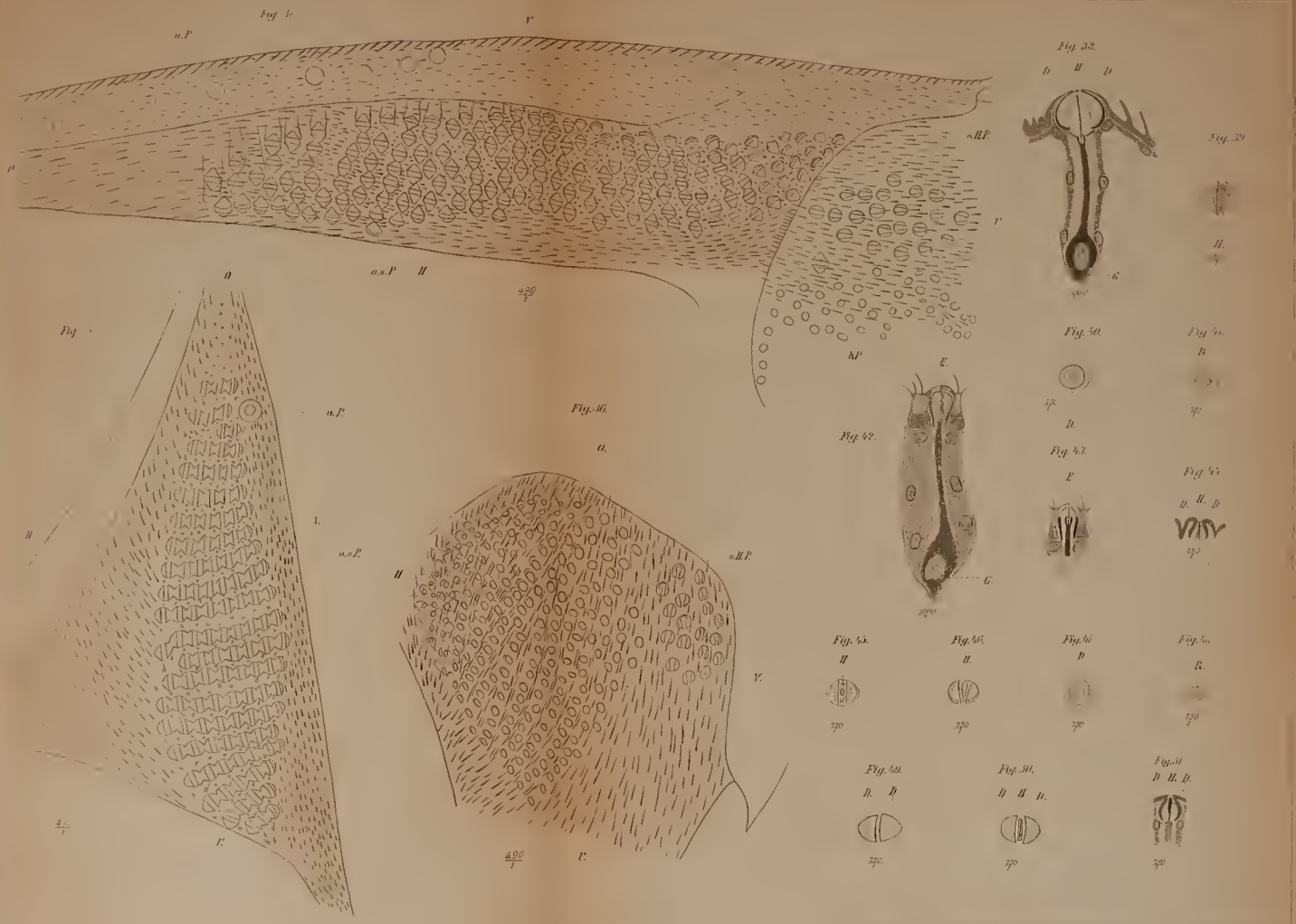
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Ernst Weinland del.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Verlag von Wilh. Engelmann in Leipzig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

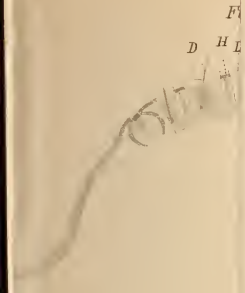
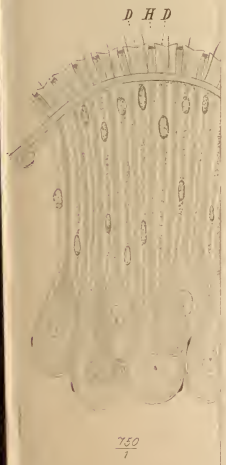


Fig. 58.

Fig. 62.

Fig. 65.



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verlag von Wilh. Engelmann in Leipzig.