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

Beiträge zur Kenntnis der antennalen Sinnesorgane der Insekten.

Von

Franz Ruland, Hamburg.

Mit Tafel XXXVII.

Die Frage nach der Bedeutung der an den Insektenantennen befindlichen nervösen Endorgane hat die Zoologen seit mehr als einem Jahrhundert beschäftigt und ist bis heute Gegenstand lebhafter Kontroverse geblieben. Während die Einen in den Fühlern nur Tastorgane sahen oder sie für Luftprüfer hielten (Kirby und Spence), nahmen Andere (Oken, Burmeister, Newport, Lespès) dieselben für die Träger der Gehörorgane in Anspruch, wieder andere (Erichson, Perris, Leydig, Forel, Hauser, Kräpelin) glaubten in ihnen den Sitz des Geruchssinnes zu finden und deuteten die in Rede stehenden Organe demgemäß. Es dürfte überflüssig sein, auf die Untersuchungen der älteren Forscher hier einzugehen; die wichtigsten dieser Arbeiten finden sich in einer im Jahre 1883 erschienenen Studie von Kräpelin[1] kritisch beleuchtet und auf ihren Werth geprüft.

Seit dieser Zeit sind, so weit mir bekannt geworden, nur noch wenige mit unserer Frage in Zusammenhang stehende Beiträge veröffentlicht worden, nämlich drei physiologische von V. Graber[2] und F. Plateau[3],

[1] Über das Geruchsorgan der Gliederthiere. Eine historisch-kritische Studie von K. Kräpelin. Hamburg 1883. Programm der Realschule d. Joh.

[2] V. Graber, Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Thieren. Biol. Centralblatt. Bd. V, Nr. 13, 14 u. Bd. VII, Nr. 1.

[3] Felix Plateau, Une expérience sur la fonction des antennes chez la Blatte (Periplaneta orientalis). Extrait des Comptes rendus de la Société Entomologique de Belgique. Séance du 5 Juin 1886.

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

zwei anatomische von Basil Sazepin[1] und A. Forel[2], sowie ein solcher mehr zusammenfassenden Charakters von Leydig[3], auf die ich an geeigneter Stelle zurückkommen werde.

Während die Ansichten der älteren Forscher über die physiologische Bedeutung der Fühler sehr häufig wechselten, und bald die eine, bald die andere in den Vordergrund trat, ist seit den grundlegenden anatomischen Arbeiten Leydig's über unseren Gegenstand in den letzten Decennien mehr die Meinung eine allgemeine geworden, dass wir es in jenen Fühlergebilden mit Geruchsorganen zu thun haben.

Auch V. Graber, der sich früher dieser Ansicht gegenüber ziemlich ablehnend verhielt, hat nunmehr auf Grund seiner oben erwähnten Arbeit, in welcher er zuerst mit gutem Erfolg das Princip der großen Zahlen anwandte, zugegeben, dass die Geruchsperception wenigstens bei gewissen Insektengruppen und gewissen Geruchsstoffen mittels der Antennen bewirkt werde.

Wenn wir nun auch mit der stets wachsenden Vervollkommnung der Instrumente und Untersuchungsmethoden namentlich in anatomisch-histologischer Hinsicht über manche Punkte unzweifelhaft zu ziemlicher Klarheit gelangt sind, so zeigen doch die letzten Ausführungen von Hauser, Kräpelin und Forel, dass wir noch weit von der endgültigen Lösung des Problems entfernt sind. Die stellenweise noch immer mangelhafte Kenntnis des feineren anatomischen Baues jener Gebilde und ihres nervösen Endapparates giebt den Grund zu abweichender physiologischer und morphologischer Deutung für eine ganze Reihe hierher gehörender Organformen, wie dies z. B. in Bezug auf die Forel-schen »Flaschen- und Champagnerpfropforgane« (Forel — Kräpelin), sowie auf die »Geruchsgruben«, beziehungsweise »Porenplatten« der Hymenopteren (Hauser, Sazepin — Kräpelin) der Fall ist.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit, die auf den Rath und unter der Leitung des Herrn Professor Dr. Kräpelin angefertigt wurde, ist es nun, einige Beiträge zur Entscheidung der noch offenen Fragen zu liefern.

Was die Anordnung des Stoffes anlangt, so weiche ich von der bis jetzt üblichen in so weit ab, als ich nicht von den einzelnen Insektenordnungen ausgehen und die bei ihnen vorgefundenen Fühlergebilde

[1] B. Sazepin, Über den histologischen Bau und die Vertheilung der nervösen Endorgane auf den Fühlern der Myriopoden. Mém. de l'acad. impér. des sc. de St. Pétersbourg. XXXII. No. 9. 1884. Vgl. Bütschli, Biol. Centralblatt. Bd. IV. p. 113—116.

[2] A. Forel, Études myrmécologiques. Bull. Soc. Vaud. sc. nat. XX. 1884.

[3] F. Leydig, Die Hautsinnesorgane der Arthropoden. Zool. Anzeiger. IX. Jahrg. Nr. 222—223.

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

zusammenstellen werde, sondern die verschiedenen Fühlergebilde selbst, nach physiologischen Gesichtspunkten geordnet, zum Eintheilungsprincip wähle, wodurch der phylogenetische Zusammenhang derselben deutlicher hervortreten und Wiederholungen thunlichst vermieden werden dürften.

Die große Mannigfaltigkeit der an den Insektenfühlern vorkommenden Sinnesorgane lässt sich, wie das bereits früher geschehen ist, mit einer einzigen Ausnahme vielleicht, auf einen allen gemeinsamen Grundtypus zurückführen. Der äußere Apparat ist ein mehr oder weniger entwickeltes Chitinhaar, an welches ein Zweig eines Antennennerven herantritt. Weniger einfach allerdings gestaltet sich die morphologische Deutung der von Kräpelin zuerst als »Porenplatten« bezeichneten Gebilde an den Fühlern der Hymenopteren. Zwar versucht er auch hier die Zurückführung auf ein Haargebilde; dass aber die Frage nicht zur Evidenz erwiesen werden kann, ohne dabei die Entwicklungsgeschichte zu Rathe zu ziehen, dürfte schon aus der Thatsache hervorgehen, dass auch Schiemenz[1] eine solche Deutung versucht hat, ohne jedoch mit der Homologisirung, welche Kräpelin ausführt, übereinzustimmen.

Freie Nervenendigungen, ohne eine schützende Chitinhülle, wie sie z. B. Hauser bei Caloptenus, Cyrtoneura, Cynomyia, Tabanus und Vanessa als Riechstäbchen zeichnet, existiren nicht. Zahlreiche Versuche, die ich in der Art anstellte, dass ich die betreffenden Fühlerabschnitte vor der Zerlegung in Schnittserien mit Kalilauge kochte, überzeugten mich auf das entschiedenste, dass in allen den Fällen, wo Hauser einfache Nervenstäbchen sieht, nach dem Verschwinden der nervösen Substanz ein dauerhaftes Chitingebilde (Haar) übrig blieb. Eben so sicher lässt sich behaupten, dass die von früheren Autoren vielfach angenommenen Gruben ohne Kegel auf mangelhafter Beobachtung beruhen, wie dies übrigens auch schon aus den neueren Arbeiten über unseren Gegenstand hervorgeht.

Physiologisch kann, wenn wir von den lediglich zum Schutze dienenden Flaumhaaren und den Schuppen der Schmetterlinge absehen, für die an den Insektenantennen befindlichen Gebilde die Deutung von vier verschiedenen Funktionen in Frage kommen, in so fern wir dieselben entweder als Nervenendapparate in den Dienst des Tast-, Geruchs- und Gehörsinns stellen, oder aber Drüsenorgane in ihnen erblicken.

[1] Über das Herkommen des Futterstoffes und die Speicheldrüsen der Bienen, nebst einem Anhang über das Riechorgan von P. Schiemenz. Diese Zeitschrift. Bd. XXXVIII.

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

A. Tastorgane.

Was zunächst den Tastsinn betrifft, so kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass ein großer Theil der an den Fühlern befindlichen Gebilde mit der Perception von Tasteindrücken betraut ist. Von jeher hat man hierfür stärkere Chitinhaare in Anspruch genommen, welche der Oberfläche beweglich eingelenkt sind und auf einem aus dem Fühlerinneren kommenden Porenkanal stehen. Die Frage, ob der durch den Porenkanal nach Durchsetzung einer ganglionären Anschwellung aufsteigende Nerv an der Basis der Tastborste endigt, oder aber einen, wenn auch modificirten Fortsatz in das Innere derselben sendet, scheint mir nach den bis jetzt vorliegenden Daten noch nicht völlig entschieden zu sein, und habe ich selbst darüber nicht zur Klarheit gelangen können.

Rein theoretisch betrachtet könnten wir als Kriterium für die den Tastsinn vermittelnden Organe den Umstand verwerthen, dass sie einer direkten Berührung des Nerven selbst mit dem zu betastenden Gegenstande nicht benöthigen, dass also die Tastborsten im Gegensatze zu den die chemischen Sinnesreize percipirenden Apparaten, den Geschmacks- und Geruchsorganen, an der Spitze geschlossen sein werden.

Es ist nicht immer ganz leicht, die Tastborsten von den anderen Sinneshaaren zu unterscheiden; dem geübteren Auge jedoch bieten sich bald Merkmale, wie das Überragen der anderen Haare, ihre stärkere Chitinisirung, die eigenthümliche Einlenkung, die eine ziemlich sichere Entscheidung in den meisten Fällen ermöglichen.

Sehr häufig erscheinen die Tastborsten für gewisse Nebenzwecke nach verschiedener Richtung hin specialisirt. So findet man vielfach neben Tastborsten mittlerer Länge einzelne ganz gewaltige, die alle übrigen Fühlerorgane weit überragen und augenscheinlich mehr als Schutzapparate in Frage kommen. Eine eigenthümliche Art hierher gehöriger Gebilde lernte ich bei Necrophorus und Geotrupes (Fig. 24 *q*) kennen. Es sind dies gekrümmte oder gerade, robuste, sehr stark chitinisirte, zugespitzte Borsten, welche einem weinglasförmigen Porenkanal mittels einer Chitinmembran (*m*) augenscheinlich elastisch eingepflanzt sind. Über den etwaigen nervösen Apparat gaben meine Präparate keinen sicheren Aufschluss; der in seinem unteren Abschnitt ziemlich verengte Porenkanal war in der Regel von einer homogenen Masse angefüllt, die durch Karmin roth gefärbt wurde. Dessgleichen nahm die untere, abgestumpfte Partie dieser Borste stets eine intensive Färbung an zum Unterschiede von den übrigen Abschnitten derselben.

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

Ihre Aufgabe ist, abgesehen davon, dass sie die zarten Geruchskegel schützen, wohl auch die, den zur bequemen Luftcirkulation nöthigen Abstand zwischen den Fühlerlamellen herzustellen, wesshalb für sie die Bezeichnung als »Sperrhaare« eine passende sein dürfte.

B. Geruchsorgane.

Eine ganze Reihe antennaler Sinnesorgane werden wir nicht als Tastborsten, sondern in Übereinstimmung mit der Mehrzahl der neueren Autoren, als Geruchshaare in Anspruch zu nehmen haben. In erster Linie werden wir zu einer solchen Deutung in allen den Fällen gedrängt, wo Haargebilde als Tastapparate offenbar ihren Zweck verfehlen würden, sei es, dass sie in tiefen Einsenkungen der Fühleroberfläche stehen, sei es, dass sie von weit längeren Tastborsten oder gar Flaumhaaren überragt werden. Ob »Geruchshaare« unter allen Umständen durchbohrt sein müssen, um chemische Reize zu percipiren, ist lange bezweifelt worden und es ist ja auch wohl a priori die Möglichkeit nicht abzuleugnen, dass eine chemische Sinnesperception durch das Chitin möglich sei. Nachdem ich mich aber überzeugt, dass Durchbohrungen sich selbst bei den zartesten Härchen, bei denen ich es kaum für möglich gehalten, nachweisen lassen (Melolontha etc.), halte ich mich zu dem Schlusse berechtigt, dass nur solche Haargebilde wirklich als chemisch percipirende Organe aufgefasst werden können, die an der Spitze durchbohrt sind. Dass dies jedoch nur eine theoretische Entscheidung, die praktisch mancherlei Schwierigkeit bietet, wurde bereits oben hervorgehoben.

I. Geruchskegel der Fläche.

Bei der nun folgenden näheren Betrachtung der Geruchsorgane wollen wir von den seit Leydig als typisch bekannten, kegelförmigen Organen der Hymenopteren ausgehen. Leydig beschreibt an den Fühlern der Wespen, Bienen, Hummeln und Ameisen dicke, stumpfe, helle Kegel mit »weicherem« Ende und nennt dieselben »Riechkolben« im Gegensatz zu schmäleren, spitzen Borsten, die zum Tasten dienen.

Hauser giebt später eine Beschreibung des zugehörigen nervösen Apparates bei Vespa crabro, dessen Entwicklungsgeschichte er verfolgt hat. Nach seiner Darstellung sendet der eine der beiden Antennennerven in jeden Kegel eine Nervenfaser, die zunächst in einen großen, langgestreckten, fast walzenförmigen Zellkern mit zahlreichen Kernkörperchen eintritt, sich dann weiterhin in dem Kanal des Kegels zweimal verjüngt, dort von zwei Stäbchenkränzen umgeben ist und in dem an der Spitze geöffneten Kegel mit einem langen, blassen Stäbchen, dem Riechstäbchen, frei endigt. Außer dieser »Riechzelle«, die zwischen

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

dem Zellkern und dem ersten Stäbchenkranze eine schwache Längsstreifung zeigt, befinden sich dann noch in dem Kanal, ohne jegliche Verbindung mit dem Nerven, »zwei eigenthümliche Zellen mit einem langen, peitschenförmigen Fortsatz, welcher in der Mitte ein helles Fleckchen besitzt«, die als Flimmerzellen gedeutet werden. Diese Darstellung Hauser's blieb nicht lange unangefochten. Kräpelin, der sich bald darauf mit demselben Gegenstande eingehend beschäftigte, konstatirt, dass er die beiden Stäbchenkränze eben so wenig als die genannten Flimmerzellen habe auffinden können; den Zellkern mit den vielen Kernkörperchen glaubt er am besten als Ganglion mit vielen Zellen deuten zu sollen. Die »Flimmerzellen« Hauser's hält er für Epithel, indem er an einem Tangentialschnitt von Sirex zeigt, dass der in den Kegel eintretende Nerv (Achsencylinder), nicht frei hineinragt, sondern von Epithelzellen umschlossen wird.

Weitere Berichtigungen bringt dann Sazepin, der die Kegel von Vespa crabro mit den von ihm beschriebenen der Myriopoden vergleicht. Er zeigt, dass nicht eine einzelne Nervenfaser, sondern ein ganzes Bündel derselben von dem Antennennerven nach jedem Kegel ausgeht und bestätigt die Vermuthung Kräpelin's, dass der vermeintliche Zellkern mit den vielen Kernkörperchen in Wirklichkeit ein Komplex von rundlichen Ganglienzellen mit sehr entwickelten Zellkernen sei. Diese Ganglienzellen senden wiederum ein ganzes Bündel von Nervenfasern zum ausgezogenen Ende des Riechapparates.

Forel endlich hält wieder (in vermeintlicher Übereinstimmung mit Kräpelin!) die Kegel für an der Spitze geschlossene Gebilde, wie er denn dieselben überhaupt erst in zweiter Linie als Geruchsorgane angesehen wissen möchte.

Was meine eigenen, besonders an Vespa crabro angestellten Untersuchungen anlangt, so möchte ich zunächst erwähnen, dass der eingesenkte, basale Theil der Kegel bis zur Einschnürung (Fig. 4*C a*) sich stets mit Hämatoxylin färbte, während der aus der Vertiefung hervorragende Abschnitt hyalin blieb, also wohl ein Unterschied bezüglich der Qualität des Chitins vorliegt. Weiterhin kann ich mich den Ausführungen Sazepin's über die faserige Struktur des Nervenapparates, sowie seiner Deutung der ganglionären Masse als einer Summe von Ganglienzellen durchaus anschließen. Fig. 4*C* stellt einen Kegel von Vespa crabro dar, wie er sich mir bei Fühlerquerschnitten zeigte. Das von einem der beiden Antennennerven ausgehende Nervenfaserbündel tritt zunächst in ein großes, vielzelliges Ganglion von langgestreckter Gestalt ein, welches fast bis zur inneren Wand des Chitins reicht. Das Ganglion sendet dann ein Bündel von Nervenfasern aus, die als massige,

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

mit Karmin oder Hämatoxylin sich lebhaft färbende Cylinder bis ungefähr in die Mitte des Porenkanals hineinragen; hier verjüngen sich dieselben plötzlich, nehmen keinerlei Farbstoff mehr auf und verschmelzen bald zu einem einzigen, hyalinen Faden, der ohne Mühe bis in das letzte Drittel des äußeren Kegels verfolgt werden kann. Der ganze Nervenapparat, von dem unteren Ende des Ganglions bis zur Basis des äußeren Kegels, ist mit langgestreckten, spindelförmigen Epithelzellen umkleidet, welche in der Figur an den beiden angeschwollenen Partien weggeschnitten sind. Einzelne dieser Epithelzellen dürften die von Hauser beschriebenen Flimmerzellen sein.

Fig. 8 giebt das Bild eines Geruchskegels von Mutilla sp., das im Wesentlichen mit dem vorigen übereinstimmt. Abweichend ist nur, dass die gefärbten Partien der Nervenfasern bei der zweiten Anschwellung alle in gleicher Höhe endigen. Ob die betreffende Zeichnung von Vespa crabro vielleicht in diesem Sinne zu berichtigen ist, konnte ich nicht entscheiden; es bot sich mir eben immer das gegebene Bild, in welchem jene Partien in verschiedener Höhe enden.

Was das Vorkommen der Geruchskegel bei den Hymenopteren anlangt, so finden sich dieselben bei allen Familien ohne Ausnahme, entgegen der Meinung Hauser's und Kräpelin's, welche dieselben den Ichneumoniden und Cynipiden absprechen zu müssen glaubten. Bei Ophion luteus (Fig. 18 *k*) und Anderen konnte ich bald ihr ziemlich zahlreiches Vorkommen konstatiren, während es mir bei Cynips gallae tinctoriae erst nach langem Suchen gelang, solche aufzufinden; es hatte dies seinen Grund darin, dass die Kegel eben nur in sehr beschränkter Anzahl, höchstens zu vier bis fünf an den Fühlerendgliedern, und zwar nur am Vorderrande derselben vorkommen.

In Bezug auf die äußere Gestalt unterscheiden sich die Kegel der Hymenopteren ziemlich bedeutend von einander, wie dies aus der Zusammenstellung einiger Formen (Fig. 26) hervorgehen dürfte (vgl. Figurenerklärung).

Große Ähnlichkeit mit den Kegeln von Vespa und Mutilla haben in der äußeren Form die schon von Leydig und Hauser beschriebenen Kegel von Dytiscus marginalis (Fig. 14). Der Unterschied besteht nur darin, dass die Vertiefung der Fühleroberfläche, in welcher bei Vespa der basale Theil des Kegels eingesenkt, etwas erweitert ist und die Einschnürung zwischen den beiden Kegelabschnitten deutlicher hervortritt. Wesentliche Unterschiede dürften sich jedoch in Bezug auf den nervösen Theil herausstellen. Statt des von dem Ganglion ausgehenden Nervenfaserbündels, wie wir es bei Vespa und Mutilla gefunden haben, scheint sich hier nur eine von Epithelzellen umschlossene

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

Scheide, die in ihrem Inneren den Achsencylinder birgt, bis zum Grunde des Chitinkegels zu erstrecken; von hier aus geht der Achsencylinder allein in das Innere des Kegels hinein.

Von anderen Käferfamilien habe ich noch Hydrophiliden, Carabiden, Cerambyciden, Lamellicornier und Silphiden untersucht, und bei allen Geruchskegel aufgefunden. Hydrophilus piceus (Fig. 27) besitzt an den Innenseiten der obersten Fühlerglieder eine große Anzahl von schlanken Kegeln, die von dicht stehenden Tast- oder Schutzborsten weit überragt werden und sich von diesen auf den ersten Blick unterscheiden lassen. Bei Carabus auratus (Fig. 28) fand ich zahlreiche, kleine hyaline Kegel an den Fühlerendgliedern zerstreut zwischen sehr langen und robusten Tastborsten. Ganz ähnliche Gebilde sah ich bei Clytus arcuatus aus der Familie der Cerambyciden.

Kegel von ganz charakteristischer Form besitzen, wie dies auch schon von Kräpelin gezeichnet, die Geotrupes-Arten, und zwar stehen dieselben an den Innenseiten der Fühlerlamellen in so großer Anzahl, dass an Schnitten die Chitinwandungen zwischen den einzelnen Porenkanälen nur als dünne Lamellen erscheinen (Fig. 23*A*). Die Kegel selbst (Fig. 23*B*) sind von eigenthümlicher, abgestumpfter Form, an der Spitze fast von derselben Dicke als in der Mitte und an der Basis; sie stehen nicht immer gerade auf dem zugehörigen Porenkanal, sondern, namentlich an dem Rande der Lamellen, stark geneigt. Der zugehörige nervöse Apparat besteht aus einem mehrzelligen Ganglion, welches einen einfachen, von Epithel umschlossenen Achsencylinder aussendet, den ich stets nur bis zur Basis des Kegels verfolgen konnte. Das Innere des ziemlich dünnwandigen und desshalb mit sehr großem Lumen versehenen Kegels fand ich immer mit einer von Karmin roth gefärbten Masse angefüllt.

Necrophorus vespillo (Fig. 24 *k*) endlich besitzt ebenfalls eine sehr große Anzahl hyaliner, von mächtigen Tastborsten überragter Kegel auf weiten Porenkanälen mit vorgewölbter Membran, die in ihrer äußeren Form in so weit variiren, dass sie bald länger oder kürzer, gerade oder gekrümmt erscheinen, sonst aber offenbar völlig gleichwerthig sind. Der zugehörige Achsencylinder gleicht dem bei Geotrupes und bei Dytiscus gefundenen.

In völliger Übereinstimmung mit den eben geschilderten Verhältnissen befinden sich die von Leydig bei Scarabaeus, Aphodius, Hydrophilus und die von Kräpelin bei Strangalia gemachten Angaben; in Bezug auf letztere möchte ich noch bemerken, dass mir die Kegel bei dieser Gattung doch etwas stärker entwickelt vorgekommen sind, als genannter Autor angiebt (l. c. Fig. 13—15).

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

Schließlich dürften auch die von Hauser bei Anophthalmus Bilmekii gezeichneten, knieförmig gebogenen, stumpfen Zapfen zu den Kegeln gerechnet werden. Wenn nun auch die bis jetzt untersuchten Käferfamilien nur einen kleinen Bruchtheil der Gesammtheit ausmachen, so scheint mir doch daraus hervorzugehen, dass die Verbreitung der Kegel in genannter Insektenordnung eine ziemlich allgemeine ist. Eben so bestimmt glaube ich behaupten zu dürfen, dass der zu den Kegeln gehörige nervöse Apparat ein wesentlich anderer ist, als bei den Hymenopteren, namentlich wenn man die später zu besprechenden Verhältnisse von Melolontha (Fig. 13) hier schon mit in Betracht zieht; derselbe scheint sich vielmehr eng an die Vorkommnisse anzuschließen, wie sie von Kräpelin bei den Geschmacksorganen von Musca[1] geschildert worden sind (l. c. Fig. 30, 31). Höchst merkwürdig ist das Vorkommen der Geruchskegel bei den Lepidopteren. Bereits Leydig fand solche bei Catocala und Acherontia an dem Vorderrande der Fühlerendglieder; die späteren Forscher dagegen thun derselben keine Erwähnung. Ich fand Kegel an der von Leydig bezeichneten Stelle bei allen Gruppen der Schmetterlinge mit Ausnahme der Tagfalter, und zwar bei beiden Geschlechtern. Die stets sehr großen, robusten Kegel stehen einzeln oder zu je zwei, drei bis fünf auf einer am Vorderrande der Glieder befindlichen Anschwellung auf derjenigen Fühlerseite, welche keine Schuppen trägt, und werden von langen kräftigen Tastborsten überragt. Fig. 1 giebt das Bild einer Fühlerspitze von Sphinx ligustri; die Kegel (*k*) stehen hier in der Regel einzeln. Bei den Bombyciden (Fig. 2) dagegen sind dieselben gehäuft. Orobena stramentalis (Fig. 3) hat Kegel, welche mit einer feinen, scharf abgesetzten Spitze enden und sich nicht nur am Vorderrande der Endglieder, sondern auch auf der Kuppel des letzten Gliedes selbst finden, ähnlich wie Sazepin die Verhältnisse bei Polyxenus dargestellt hat. Jodis sp. aus der Gruppe der Spanner (Fig. 22 *k*) hat Kegel mit mehreren, feinen Spitzen.

In anderen Insektengruppen sind dann noch Kegel gefunden worden zunächst bei den Dipteren. Ich konstatirte ihr Vorkommen bei den Gattungen Musca und Eristalis, sowie bei Tabanus bovinus (Fig. 7 *k*); in allen Fällen waren die Kegel ziemlich stark entwickelt und meistens gekrümmt. Ferner zeichnet Kräpelin einen Kegel von Blatta orientalis (l. c. Fig. 18); ich kann hinzufügen, dass die Kegel bei Blatta an dem Vorderrande der Fühlerendglieder stets gehäuft und so stark nach vorn

[1] Kräpelin, Zur Anatomie und Physiologie des Rüssels von Musca. Diese Zeitschr. Bd. XXXIX.

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

geneigt sind, dass es nicht gelingt, einen Querschnitt mit einem ganzen Kegel zu erhalten; man kann dieses nur bei Längsschnitten erreichen.

Weiterhin dürften auch die von Hauser bei Chrysopa perla gegebenen, knieförmig gebogenen Zäpfchen hierher gehören. Ganz ähnliche Gebilde fand ich höchst vereinzelt bei Pentatoma baccarum, während das Suchen bei Acanthia lectularia ohne Resultate blieb[1].

Aus allen diesen Daten scheint mir hervorzugehen, dass die Flächenkegel bei sämmtlichen Ordnungen der Insekten verbreitet sind und dass, da auch Myriopoden und Crustaceen gleiche Gebilde besitzen, dieselben wohl als die Hauptform der Geruchsorgane bei den Arthropoden überhaupt angesprochen werden können.

II. Grubenkegel.

An die auf der Fühleroberfläche stehenden Geruchskegel schließen sich nun solche an, welche in Vertiefungen jener eingesenkt sind. Diese, zum Theil schon lange bekannten und als Geruchsgruben bezeichneten Vertiefungen sind von jeher in »einfache« und »zusammengesetzte« unterschieden worden, je nachdem in ihnen ein oder mehrere Kegel vorhanden sind. Es muss hier nochmals hervorgehoben werden, dass Geruchsgruben ohne solche Kegel, wie sie die früheren Autoren vielfach annahmen, überhaupt nicht existiren, sondern dass in jedem Falle eben diese Kegel augenscheinlich den wichtigsten Bestandtheil der Gruben, der einfachen sowohl als der zusammengesetzten, ausmachen, und dass Form und sonstige Beschaffenheit der Vertiefungen selbst nebensächlicher Natur sind.

Die Grubenkegel stimmen mit den auf der Fläche stehenden Geruchskegeln in allen wesentlichen Punkten überein; vor allen Dingen sind sie stets an der Spitze durchbohrt und mit einem nervösen Apparat in Verbindung, welcher mit dem der Geruchskegel identisch ist.

a. Einfache Gruben.

Betrachten wir zunächst die einfachen, nur mit einem Kegel versehenen Gruben, so bietet sich uns ein Eintheilungsprincip darin, wie der Kegel der Grube eingepflanzt ist; entweder steht derselbe auf der gewöhnlich etwas dünneren Bodenwandung der Grube selbst, oder er befindet sich in einem in das Innere des Fühlers einspringenden,

[1] An den Fühlern der Bettwanzen scheinen, außer zweierlei Tastborsten, keine anderen Gebilde vorzukommen; diese unterscheiden sich aber nicht, wie Hauser angiebt, nur durch ihre verschiedene Länge, sondern auch bezüglich ihres Querschnittes, der bei den an den Endgliedern befindlichen ein runder, bei den anderen ein flach-elliptischer ist.

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

als sehr verschiedenartig geformte Aussackung erscheinenden Divertikel der Grube (Champagnerpfropf- und Flaschenorgan).

1) Einfache Gruben der ersten Form, d. h. mit direkt bodenständigem Kegel hat man früher für weit verbreiteter gehalten, wie sie es in Wirklichkeit sind, da bei mangelnder Erkenntnis, dass sich im Inneren der Grube stets ein Kegel befinden muss, vielfach die Höhlungen ausgefallener Tastborsten als Gruben in Anspruch genommen worden sind. Mit Sicherheit lassen sich dieselben nur bei den Schmetterlingen, Fliegen, Orthopteren und, in sehr beschränktem Maße, bei den Käfern nachweisen.

In der Ordnung der Schmetterlinge sind einfache Gruben bisher nur bei den Tagfaltern bekannt und namentlich von Hauser und Kräpelin eingehender untersucht worden; bei den übrigen Gruppen konnten sie dieselben nicht auffinden. Mir ist es gelungen, diese Gruben auch noch bei Spannern und Kleinschmetterlingen nachzuweisen. An den dünnen, spindel- oder fadenförmigen, mit großen Schuppen oder sonstigen Chitinanhängen dicht besetzten Fühlern der Schwärmer, Spinner und Eulen fand ich nie Gruben, sondern nur die früher beschriebenen Kegel. Während jedoch die Tagfalter nur Gruben besitzen, haben die Spanner und Kleinschmetterlinge, wie oben besprochen, außer den Gruben noch Kegel. In den Fig. 22 und 3 gebe ich Flächenbilder von Fühlerabschnitten von Jodis sp. und Orobena stramentalis, die sowohl Kegel als Gruben zeigen; gerade im letzteren Falle sah ich den Grubenkegel (*gk*) sehr deutlich auf einer bläschenartigen Erhöhung im Grunde der Grube.

Dass wir es in Wirklichkeit bei allen diesen Gebilden, also auch bei den Gruben der Tagfalter, mit einem Chitinkegel und nicht mit einem frei in die Grube ragenden Riechstäbchen, wie Hauser will, zu thun haben, hat bereits Kräpelin ausgeführt. Meine, in der Einleitung erwähnte Methode der Behandlung der Fühler mit Kalilauge, kann die Ansicht des Letzteren nur bestätigen; auch stimme ich mit ihm überein, wenn er das Vorhandensein eines chitinösen Borstenkranzes um das vermeintliche Riechstäbchen bestreitet. Andere Chitinzacken jedoch, wie sie Kräpelin in seiner Fig. 19 im Inneren der Grube zeichnet, konnte ich bei den von mir untersuchten Species, so namentlich bei Pieris brassicae und Coenonympha davus (Fig. 11), nicht auffinden. Doch will ich noch hervorheben, dass namentlich bei den Kleinschmetterlingen der Rand der Gruben von einem dichten Borstenkranze umgeben war, wie das auch aus Fig. 3 *g* ersichtlich ist.

Große Ähnlichkeit mit den einfachen Gruben der Schmetterlinge besitzen diejenigen der Dipteren; nur in Bezug auf die Form des

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

Grubenkegels bestehen Unterschiede, indem derselbe häufig viel stärker entwickelt ist, als bei den Schmetterlingen. Als Beispiel hierzu mag Fig. 7 *g* dienen, welche den auch noch später zu besprechenden Längsschnitt durch das Fühlerende von Tabanus bovinus darstellt, indem ich ausdrücklich bemerke, dass ich auch hier die feine Öffnung an der Spitze des Kegels deutlich gesehen habe.

Während in den bis jetzt betrachteten Fällen die Mündung der Gruben keine wesentliche Verengung zeigt und der zugehörige Grubenkegel in der Regel bis zum Niveau der Fühleroberfläche reicht, finden sich bei anderen Insektenordnungen Gruben mit sehr verengter Mündung und minder stark entwickeltem Kegel. So zeichnet z. B. Kräpelin eine Grube von Stenobothrus sp., die eine fast kugelrunde Form und ziemlich enge Mündung besitzt, während der Kegel nur als kleine Spitze auf einer bläschenartigen Erhöhung des Grubenbodens sichtbar ist (l. c. Fig. 16, 17).

Am längsten bekannt sind die eigenthümlichen Gruben, die in sehr großer Zahl[1] an den Fühlerplatten gewisser Lamellicornier, namentlich der Maikäfer vorkommen, und sich dadurch auszeichnen, dass vom Boden der Grube eine vom Porenkanal durchbohrte Erhebung, eine Art von Klöppel, polsterartig in dieselbe hineinragt.

Während Leydig bereits in diesen Gruben auf der kuppelartig vorgewölbten, den Porenkanal verschließenden Membran sehr häufig einen blassen Dorn zu sehen glaubte, fand Hauser nur eine solche Membran ohne Dorn, deren direkten Zusammenhang mit einem Nervenende er nicht konstatiren konnte.

Kräpelin unterschied dann drei verschiedene Formen von Gruben, die aber nach seiner Ansicht in einander übergehen können, nämlich 1) solche mit stark vorgewölbtem, 2) mit schüsselförmig vertieftem und 3) mit sehr schwach entwickeltem »Klöppel«; letztere Form sollte gewissermaßen eine Zwischenform der beiden ersteren darstellen. In jedem Falle glaubte er aber auf dem Klöppel ein feines Chitinhaar zu finden (l. c. Fig. 8).

Auch ich konnte zunächst drei Hauptformen der Gruben, analog den von Kräpelin geschilderten, erkennen. Während aber die Gruben mit wenig vorgewölbtem Polster stets einen geraden oder gekrümmten Grubenkegel besitzen, muss ich dies für die beiden anderen Formen entschieden in Abrede stellen; ich habe mehr als hundert derartiger Schnitte durchmustert, aber niemals einen Kegel in diesen Gruben gefunden. Da mir weiter die Behandlung solcher Fühlerlamellen mit

[1] Nach Hauser's Schätzung bei Melolontha ♂ 39 000, beim ♀ 35 000 an jeder Antenne.

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

kochender Kalilauge auf das deutlichste zeigte, wie jener Kegel durchbohrt war, indem verschiedentlich etwas von dem durch die Kalilauge zerstörten Haarinhalte aus einer feinen Öffnung an der Spitze hervorragte, die beiden anderen Formen der polsterartigen Erhöhungen sich aber hierbei als völlig geschlossen erwiesen, so ist schwer einzusehen, wie diese verschiedenen Organformen derselben Sinnesempfindung, hier also der Geruchsperception, dienen sollen.

Der nervöse Apparat besteht in allen drei Fällen aus einem von Epithelzellen umschlossenen Achsencylinder mit locker umgebender Nervenscheide, der hier von einem wenigzelligen (meist zweizelligen) Ganglion herkommt, welches wiederum mit einem Antennennerven in Verbindung steht. Im ersten Falle reicht der Achsencylinder, welcher allein in den Kegel eintritt, während die Scheide an der Basis aufhört, bis zur Spitze des Kegels, analog mit den früher bei Dytiscus geschilderten Verhältnissen; in den beiden anderen Fällen konnte ich den Achsencylinder zwar bis zur Deckmembran des Klöppels verfolgen, bin aber nicht zu sicheren Resultaten über die Art seiner Endigung gekommen. In den meisten Fällen schien es mir, als ob er, sich verbreiternd, in größerer Ausdehnung an eben jene Deckmembran sich ansetze. Eine Öffnung jedoch, wie ich nochmals hervorheben will, vermochte ich niemals in jener Membran nachzuweisen, so dass also die Möglichkeit, dass der Achsencylinder direkt mit der äußeren Luft in Verbindung treten könnte, völlig ausgeschlossen erscheint.

Was das Zahlenverhältnis anlangt, in welchem jene drei Formen der Gruben vorkommen, so zeigte sich zunächst, dass dasselbe bei beiden Geschlechtern gleich war. Von den Gruben mit schüsselförmig vertiefter Deckmembran fand ich an jedem Lamellenquerschnitt höchstens zwei bis vier, während die beiden anderen Formen ziemlich gleich stark vertreten waren; ihre Zahl schwankte zwischen 8 und 14. Fig. 13 giebt das Bild eines kleinen Abschnittes von einem Querschnitt durch eine Fühlerlamelle von Melolontha vulgaris, das völlig übereinstimmt mit den Längsschnitten dieser Lamellen und auch mit solchen, die ich von anderen Lamellicorniern, z. B. Rhizotrogus solstitialis, erhalten habe; die Deutung dürfte sich ohne Weiteres aus dem Vorhergehenden ergeben.

2) Weniger bekannt als die in Vorstehendem geschilderte Form der einfachen Gruben ist die zweite, bei welcher der Boden der Grube noch eine, oft weit in das Fühlerinnere hineinragende Aussackung bildet, die nun erst auf ihrem Grunde den Kegel trägt. Das Aussehen dieser Gebilde ist vielfach und namentlich bei der Insektenfamilie, bei welcher sie zuerst aufgefunden wurden, den Ameisen, so eigenartig,

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

dass man Anfangs wohl kaum daran gedacht hat, sie mit den oben geschilderten, einfachen Gruben in Parallele zu stellen.

In seinen »Fourmis de la Suisse« beschreibt A. Forel zwei Arten von Organen, die er im Inneren der Endglieder von Ameisenfühlern aufgefunden und im Gegensatz zu den auf der Fläche stehenden äußeren Organen als innere bezeichnet[1]. Die einen derselben, die »Forel'schen Flaschen« Kräpelin's, stellen longitudinal gelagerte, flaschenförmige Chitintuben dar, deren Boden als lang ausgezogenes, blasses Chitinhaar in das Innere hineinragt, während der »Hals« der Flasche einen die letztere um das Vielfache an Länge übertreffenden, engen Kanal bildet, der kurz vor seinem Ausgange sich bläschenartig erweitert, um dann an der Fühleroberfläche zu münden. Die Gebilde der zweiten Art, die »Champagnerpfropforgane«, sind diesen ganz ähnlich gebaut, nur kürzer und gedrungener von Gestalt; sie befinden sich näher an der Oberfläche, jedoch nicht völlig in der äußeren Chitinwandung, sondern mit ihrer Basis etwas in das Fühlerinnere eingesenkt.

Im weiteren Verlaufe seiner Untersuchungen fand Forel die beiden Organe noch bei den Bienen und Hummeln, nicht aber, trotz aller darauf verwandten Mühe, bei den Wespen. Dieses Fehlen der »Flaschen- und Champagnerpfropforgane« bei den verhältnismäßig gut riechenden Vespiden und ihr zahlreiches Vorkommen bei den minder gut riechenden Apiden bestärkt ihn in der Annahme, dass wir es hier wohl nicht mit Geruchsorganen zu thun haben könnten.

Kräpelin ist geneigt, für die Flaschen die Funktion als Drüsenorgane in Anspruch zu nehmen, namentlich weil er am Grunde derselben verschiedentlich eine drüsige Masse wahrgenommen zu haben glaubt, während er die pfropfenförmigen in den Dienst der Geruchsperception stellt und auf ihre Ähnlichkeit mit den »Gruben mit Kegeln« der übrigen Insekten (Grube von Vanessa) hinweist; er giebt in seiner Fig. 27 Abbildungen, die namentlich in Bezug auf die Mündungen beider Organe in den erwähnten bläschenartigen Höhlungen von den Forel'schen abweichen; die Verbindung der Flaschen- und Champagnerpfropfen mit diesen Höhlungen wird nämlich nicht durch eine einfache

[1] Die Priorität der Entdeckung der beiden in Rede stehenden Organe ist von Lubbock für Hicks in Anspruch genommen worden, wohingegen Forel in seiner in der Einleitung citirten Arbeit aus dem Jahre 1884 lebhaft bestreitet, dass Hicks derselben schon in den »Transactions of the Linnean Society XXII. 1857« Erwähnung thue. In Wirklichkeit giebt Hicks bei Myrmica rubra im Jahrg. 1859 gen. Zeitschrift eine ziemlich genaue Zeichnung davon und hält die Möglichkeit, dass es Gehörorgane seien, nicht für ausgeschlossen (l. c. p. 383). Offenbar hat Forel die einen Nachtrag zur Hauptarbeit aus dem Jahre 1857 bildenden »Further Remarks on the Organs of the Antennae of Insects etc.« von 1859 übersehen.

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

Öffnung an der Basis der letzteren hergestellt, sondern dadurch, dass der sog. Hals der Organe in jene hineinragt. Diesen Ausführungen gegenüber betont dann Forel in seiner Arbeit vom Jahre 1884 ganz richtig, dass bei dem völlig übereinstimmenden Bau beider Organe auch auf die gleiche Funktion für beide geschlossen werden müsse, lässt jedoch die Frage, welches diese Funktion sei, unentschieden.

Für eine Deutung als Gehörorgane trat zunächst Lubbock[1] ein; neuerdings neigt Leydig derselben Ansicht zu, indem er in den langhalsigen Flaschen die Chordotonalorgane anderer Insekten zu finden meint (l. c. p. 312).

Forel erkannte also bereits die Übereinstimmung in dem Bau der beiden von ihm zuerst eingehender behandelten Organe; den Champagnerpfropfen könne man sich vorstellen als ein in den zugehörigen Porenkanal eingesenktes Haar; die Flaschen seien weiter nichts, als Champagnerpfropfen, bei welchen der sich einsenkende Chitincylinder zu einem außerordentlich langen, halsförmig verengten Kanal sich ausgebildet habe. Gegen diese Auffassung Forel's dürfte wenig einzuwenden sein, zumal es mir gelungen ist, dieselbe durch Auffindung einer Mittelform zwischen beiden Organen noch weiter zu stützen. Diese, bisher unbekannte Form stellt Flaschen von kurzer, gedrungener Gestalt[2] mit stark entwickeltem Kegel im Inneren und verhältnismäßig kurzem Hals dar, die sich in geringer Anzahl in den letzten Antennengliedern, wahrscheinlich mit Ausnahme des Endgliedes bei Formica rufa finden; sie schließen sich der Form nach in ihrem basalen Theile an die Champagnerpfropfen an, während sie den längeren, halsförmig verengten Chitinkanal mit den Flaschen gemeinsam haben. Fig. 16 stellt Abschnitte der beiden letzten Fühlerglieder von Formica rufa dar; *ch* und *f* sind die Forel'schen Champagnerpfropf- und Flaschenorgane, deren Mündung (*m*) aber in der bläschenartigen Höhlung (*b*) nicht wie Forel dieselbe darstellt, aus einer einfachen Öffnung besteht, sondern, entsprechend der Ansicht Kräpelin's, mittels einer wallartigen Erhöhung gebildet wird. Denkt man sich die mittlere Partie des Klöppels einer Grube von Melolontha sammt dem Kegel mehr oder weniger in das Fühlerinnere eingesenkt, so erhält man genau das betreffende Bild.

[1] Lubbock, On some points of the anatomy of Ants. The monthly microscopical Journal 1877.

[2] Diese Gebilde haben augenscheinlich nicht die schlanke Form einer Weinflasche, an welche Forel wohl bei seiner Namengebung gedacht hat, sondern sie gleichen vielmehr, man verzeihe den etwas trivialen Vergleich, den gedrungenen, langhalsigen Flaschen, in denen das bekannte sächsische Bier, die Gose, aufbewahrt wird.

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

Bei Fig. 16 *f'*, welche die neue Form der Flaschenorgane darstellt, habe ich jene Art der Mündung nicht konstatiren können, weil die Höhlung, wie auch bei dem Champagnerpfropfen (*ch'*) stets schräg getroffen war, glaube jedoch aus der Analogie mit den beiden anderen Formen darauf schließen zu dürfen.

Bei den Ameisen haben wir augenscheinlich die denkbar größte Differenzirung der beiden schon länger bekannten Formen der pfropf- und flaschenförmigen Organe vor uns; bei Bombus z. B., und noch mehr bei Apis, ist der Hals der Flaschen so verkürzt, dass dieselben nicht mehr longitudinal gelagert, sondern fast rechtwinkelig zur Oberfläche gestellt sind.

Die vorstehend gebrachten Daten scheinen mir in jeder Hinsicht die Ansicht Forel's zu bestätigen, dass die beiden genannten Organe morphologisch gleichwerthig sind. Eine weitere Frage ist nun die, ob etwa auch ein Zusammenhang derselben mit anderen, früher bereits besprochenen Organen besteht. Hier drängt sich uns nun sofort, wie dies ja auch bereits Kräpelin ausgesprochen hat, der Vergleich mit den einfachen »Gruben mit Kegeln« anderer Insektenordnungen auf; dennoch würde die (nicht abzuleugnende) Ähnlichkeit beider Gebilde durchaus nicht strikte beweisend sein für ihre morphologische oder gar physiologische Gleichwerthigkeit, wenn nicht noch weitere Übergangsformen sich darböten.

An Längsschnitten durch das hakenförmige Fühlerendglied von Tabanus bovinus (Fig. 7) gelang es mir, eine ganze Stufenreihe von Zwischengliedern beider zum Vergleich stehender Organformen nachzuweisen, von dem auf der Oberfläche stehenden Geruchskegel (*k*) bis zu dem völlig in das Innere des Fühlers eingesenkten Flaschenorgan (*f*); die einfache Grube (*g*) und der Champagnerpfropf (*ch*) bilden augenscheinlich die Übergangsformen.

Hierzu will ich noch bemerken, dass, wenn auch die betreffende Fig. 7 eine kombinirte ist, so doch die einzelnen Formen an ein und demselben Schnitte zu sehen waren.

Was nun schließlich die physiologische Deutung unserer Organe anlangt, so gehen die Meinungen wohl desshalb so weit aus einander, weil eine Darlegung der histologischen Verhältnisse noch ausstand. Das Argument Forel's gegen ihre Deutung als Geruchsorgane, welches er in dem Fehlen der betreffenden Gebilde bei den verhältnismäßig gut riechenden Vespiden findet, während die mit einem weit geringeren Geruchsvermögen begabten Apiden eine große Anzahl davon besäßen, wird von vorn herein hinfällig durch die Thatsache, dass ich sowohl Champagnerpfropf- als auch Flaschenorgane in den Wespen-

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

fühlern aufgefunden habe, und zwar in derselben Menge, wie bei den Bienen. Beide Organe, deren Abbildungen ich in Fig. 4*A* und *D* gebe, stimmen im Wesentlichen mit denjenigen der Ameisen überein.

Der Unterschied besteht, abgesehen von dem sehr verkürzten Flaschenhalse, darin, dass die bläschenförmige Höhlung sehr klein ist im Verhältnis zur Dicke der Chitinwandung, wodurch zur Herstellung der Verbindung mit dem Fühlerinneren ein ziemlich geräumiger Porenkanal (*p*) nöthig wird. Gerade bei Vespa crabro ist es mir weiter gelungen, Aufschluss über die betreffenden histologischen Verhältnisse zu erhalten, wie denn überhaupt die Wespenfühler ihres weichen Chitins wegen das beste Untersuchungsmaterial für unsere ganze Frage liefern.

Nachdem wir im Vorhergehenden die morphologische Gleichwerthigkeit der flaschen- und pfropfenförmigen Organe sowohl unter sich als mit den einfachen Gruben, beziehungsweise den Flächenkegeln, als unzweifelhaft erkannt haben, liegt der Gedanke auch einer physiologischen Übereinstimmung nahe genug; in der That entsprach der histologische Befund der nervösen Endapparate ganz jener aprioristischen Vermuthung. In beiden Fällen sendet nämlich ein mit einem Antennennerven in Verbindung stehendes, vielzelliges Ganglion ein Bündel von bald unter sich verschmelzenden Nervenfasern zu dem im Grunde des Organs befindlichen Kegel[1]. Dass auch diese Kegel an der Spitze durchbohrt sind, habe ich wenigstens bei dem Flaschenorgan deutlich gesehen, indem auch hier wieder bei Anwendung von Kalilauge etwas von dem Kegelinhalte aus einer feinen Öffnung hervorragte. Die ganzen Verhältnisse sind also denjenigen sehr ähnlich, wie wir sie bei den Geruchskegeln von Vespa gefunden haben, und die Organe selbst daher mindestens eben so sicher als Geruchsorgane zu deuten, wie die Kegel und einfachen Gruben.

Es erübrigt mir nun noch, etwas über die Verbreitung der Champagnerpfropf- und Flaschenorgane zu sagen. Außer den bereits angeführten Familien der Bienen, Wespen, Ameisen und Tabaniden konnte ich dieselben noch nachweisen bei den Grabwespen (Ammophila), den Heterogynen (Mutilla) und den Syrphiden (Eristalis), über welche letztere Gruppe weiter unten noch kurz berichtet werden soll.

[1] Hiermit steht eine von Hauser gemachte Angabe im Einklang. Er beschreibt nämlich bei Vespa crabro zweites Stadium, »in der Ausstülpung begriffene, hohle, nach außen offene Geruchskegel«, und zeichnet in Fig. 15 Z, dieselben mit dem zugehörigen Nervenendapparate. Augenscheinlich sind dies die Champagnerpfropfen; da er sie jedoch bei dem fertigen Insekt nicht wieder findet, so hält er sie für Entwicklungsstadien der äußeren Geruchskegel.

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

Somit wäre für eine ganze Reihe von Insektengruppen die interessante Thatsache zu konstatiren, dass sie an ihren Fühlern eine Summe verschiedener Geruchsorgane besitzen. Es dürfte unter diesen Verhältnissen der Gedanke kaum zurückzuweisen sein, dass, wie dies ja auch für andere Thiergruppen in hohem Grade wahrscheinlich, für gewisse specifische Geruchsstoffe auch specifische percipirende Organe vorhanden sind.

b. Zusammengesetzte Gruben.

Über die zweite Hauptform der Fühlergruben, die zusammengesetzten, wie sie bereits von früheren Autoren, namentlich bei Fliegen und Schmetterlingen beschrieben und schließlich allgemein als Geruchsorgane gedeutet worden sind, kann ich nach dem Gesagten schneller hinweggehen. Es sind diese Gruben nichts Anderes als flachere oder tiefere Einstülpungen größerer Abschnitte der Fühleroberfläche, sammt deren einzelnen Anhängen, den verschiedenartigen Haaren, Kegel, einfachen Gruben, ja selbst Champagnerpfropforganen (Eristalis). Dieselben kommen, außer bei den genannten Gruppen auch noch bei anderen vor; so zeichnet z. B. Kräpelin eine derartige, äußerst flache Grube mit kleinem Kegel von Strangalia (l. c. Fig. 12, 13), während Hicks und später Hauser die Vermuthung aussprechen, dass auch die Libelluliden zusammengesetzte Gruben besitzen, jedoch keine Angaben über deren Inhalt machen. Ich kann diese letztere Vermuthung bestätigen. Bei Aeschna sp. fand ich nämlich an den haarförmigen Fühlern zusammengesetzte Gruben von sehr unregelmäßiger Gestalt in geringer Anzahl vor. Fig. 21 *A* giebt das Bild eines Längsschnittes durch einen solchen Fühler; die Grube ist in Fig. 21 *B* stärker vergrößert gezeichnet und zeigt hier einen deutlich entwickelten Grubenkegel (*gk*). Bei den Fliegen fand ich, wie oben angedeutet, neben den schon bekannten Kegeln in einem Falle auch Champagnerpfropforgane in den zusammengesetzten Gruben vor. Fig. 10 *A* stellt einen Längsschnitt (tangential) durch das Fühlerende von Eristalis sp. dar, wobei die Grube so getroffen wurde, dass sie ringsum geschlossen erscheint; der Charakter der Schutzborsten (*t*), der Geruchskegel (*k*), sowie auch der Champagnerpfropforgane (*ch*) ist nicht zu verkennen.

Außer den genannten Fällen dürften zusammengesetzte Gruben noch bei den Blattläusen vorkommen, jedoch gaben mir hier meine Präparate keinen genügenden Aufschluss über den Inhalt der Vertiefungen.

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

C. Gehörorgane.

Während alle bis jetzt besprochenen Antennalorgane sich ohne Mühe als Haargebilde erkennen ließen, ist dieses bei der nun folgenden letzten Gruppe nicht der Fall; ich meine die zuerst von Kräpelin an den Fühlern der Hymenopteren als Porenplatten unterschiedenen Gebilde, welche von den früheren Autoren ohne Weiteres den gewöhnlichen Gruben der anderen Insekten an die Seite gestellt wurden.

Hauser, der sich zuerst eingehend mit ihrem anatomischen Bau und dem zugehörigen, nervösen Endapparate beschäftigte, kam zu dem Schlusse, dass diese »Gruben« den Geruchskegeln morphologisch und physiologisch völlig gleichwerthig seien. Die »Gruben« der Hymenopteren sind nach seiner Ansicht nichts Anderes als Kegel, die in das Innere des Fühlers eingesenkt sind und nicht über die Oberfläche desselben hinausragen: innere Geruchskegel. Der Nervenendapparat an sich unterscheidet sich nach seiner Auffassung von demjenigen der äußeren Kegel nur durch seine geringere Größe. Dagegen glaubt er statt der beiden Flimmerzellen, wie er sie bei den letzteren beschrieben hat, hier die Riechzelle von einer »membranbildenden« Zelle umgeben zu sehen. Diese membranbildende Zelle soll eine die Grube nach außen hin abschließende Platte produciren, welche jedoch stets mit einer Öffnung versehen ist.

Sazepin, dem die Arbeit Kräpelin's unbekannt geblieben ist, schließt sich den Ausführungen Hauser's ohne Weiteres an, kann aber die membranbildende Zelle nicht auffinden. Er hat die betreffenden Gebilde nur an Querschnitten studirt und überhaupt die ganze, recht schwierige Frage nur obenhin gestreift, wie er denn nicht einmal die Hauser-schen Darstellungen überall richtig verstanden hat. So hält Hauser weder die Ichneumoniden, Braconiden und Cynipiden für die mit Vespa zunächst verwandten »Gattungen«, wie Sazepin[1] ihm in den Mund legt, noch spricht er denselben die Gruben mit Spaltöffnungen ab, sondern behauptet gerade das Gegentheil[2].

Den Darstellungen Hauser's trat nun Kräpelin ziemlich in allen Punkten entgegen. Er konstatirt zunächst einen fundamentalen Unterschied zwischen den Gruben, wie wir sie früher bei Melolontha oder den Dipteren kennen gelernt haben und diesen bis dahin ebenfalls Gruben genannten Gebilden an den Fühlern der Hymenopteren. Eine feste, dicke Membran ohne jegliche Öffnung, für welche er den Namen

[1] Sazepin, l. c. p. 16.
[2] Hauser, l. c. p. 393.

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

»Porenplatte« vorschlägt, schließt in gleicher Ebene mit der Fühleroberfläche das Innere des zugehörigen Porenkanals von der äußeren Luft völlig ab. Diese Porenplatte, über deren Natur er nicht zur völligen Klarheit gelangt ist, ruht in einem Chitinring, der sich in dem stets nach oben erweiterten Porenkanal an die eigentliche Chitinwandung anlegt[1]. Schließlich glaubt er doch noch den ganzen Apparat auf ein, wenn auch stark modificirtes Haar zurückführen zu können.

Der Porenkanal, aus dem Inneren des Fühlers durch die Chitinwand aufsteigend, hat zunächst einen runden Querschnitt. Näher der Oberfläche ändert sich die Form des Porenkanals, um mit ovaler (Apiden) oder langgestreckt elliptischer Mündung (Vespiden), nach außen zu treten. Von der Form dieser Mündung hängt natürlicherweise die Form der die Mündung verschließenden Porenplatte ab.

Was nun den nervösen Inhalt des Porenkanals anlangt, so fand Kräpelin statt des Hauser'schen Nervenzapfens als Fortsetzung eines mit dem Antennennerven in Verbindung stehenden, vielzelligen Ganglions einen »Anfangs dünneren, runden, dann aber sich plattenartig ausbreitenden und hier deutlich eine faserige Struktur verrathenden Nervenstrang vor, der sich der ganzen Länge nach an die Membran des Spaltes ansetzt«. An Stelle der membranbildenden Zelle beschreibt er Epithelzellen, welche, analog wie bei den Kegeln, diese Nervenendplatte umgeben.

In Bezug auf die Funktion scheint er die Möglichkeit, dass es sich hier um Gehörorgane handeln könne, nicht für ganz ausgeschlossen zu halten, wenn er auch so lange an der Deutung als Geruchsorgane festhalten möchte, bis die Natur der Porenplatte definitiv klar gelegt sei. Noch entschiedener nach dieser Richtung spricht sich Forel aus, der gerade jenen Porenplatten der Apiden etc., die er mit den eigenthümlichen, knieförmig gebogenen Fühlerborsten der Ameisen identificirt, in erster Linie die Funktion der Geruchsperception zuschreibt. Merkwürdigerweise nimmt Leydig in der oben angeführten Arbeit von den vorhin besprochenen Ausführungen Kräpelin's über diese Art von Antennalorganen keinerlei Notiz. Er scheint demnach in genannten Gebilden keine Organe sui generis anzuerkennen und auf seiner früheren Ansicht, dass wir es mit gewöhnlichen Gruben zu thun hätten, zu verharren.

Meine eigenen Untersuchungen zeigten zunächst auf das unzweifel-

[1] Das Letztere wenigstens giebt er von Vespa crabro an, wo das hyaline Zwischenstück *d* seiner Fig. 24 in Verbindung des Ringes mit der eigentlichen Chitinwand herstellt, während ein solcher Zusammenhang des Chitinringes *b* in Fig. 32 (Bombus) nicht ersichtlich ist.

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

hafteste, dass es sich hier in der That um ganz eigenartige Organformen handelt, welche in keiner Weise mit irgend welchen Gruben oder sonstigen Fühlergebilden verwechselt werden können. In allen Fällen handelt es sich um einen aus dem Fühlerinnern aufsteigenden Porenkanal von Anfangs rundem Querschnitt, der in der Nähe der Oberfläche sich in der Längsachse des Fühlers zu einer Höhlung erweitert, die nach außen von einer soliden Platte (Kräpelin's Porenplatte) abgeschlossen wird.

Um mir die bei der Beurtheilung der physiologischen Funktion unbedingt erforderliche Auskunft über die Natur der Porenplatten zu verschaffen, kochte ich einzelne Fühlerabschnitte von Hymenopteren, namentlich von Apiden und Vespiden vor dem Schneiden mit koncentrirter Kalilauge. Es zeigte sich, dass die Platten nach dem Verschwinden aller Weichtheile völlig unversehrt und in ihrer ursprünglichen Lage geblieben waren, dieselben also nicht etwa aus modificirter Nervensubstanz, sondern aus festem Chitin bestehen und auch mittels solchen befestigt sein müssen.

Was die Form der Porenplatten bei den Apiden und Vespiden, sowie die Zurückführung der Flächenbilder auf die Ansichten im Querschnitt anlangt, so kann ich mich den Ausführungen Kräpelin's im Wesentlichen anschließen. Bezüglich der übrigen Verhältnisse glaube ich jedoch einen Schritt weiter gekommen zu sein, der für die physiologische Deutung von Wichtigkeit sein dürfte.

Zunächst ist der Chitinring *b*, Fig. 5 (*C*, Querschnitt, *D*, Längsschnitt durch die Porenplatte von Apis mellifica) sowohl als Fig. 4 *B* (Querschnitt durch diejenige von Vespa crabro) am Ausgange des Porenkanals stets in direkter Verbindung mit der Porenwandung und von dieser nur in seinem oberen Abschnitte durch eine ringförmig verlaufende Lücke getrennt. Weiterhin habe ich dann gerade durch die Behandlung der Fühler mit Kalilauge vor dem Schneiden auf das deutlichste erkannt, dass sich die Porenplatte selbst nicht etwa frei in dem Ringe befindet, oder aber in denselben eingeklemmt ist, wie Kräpelin dieses bei Bombus, beziehungsweise Vespa zeichnet, sondern, dass dieselbe in allen Fällen mittels einer sehr feinen, hyalinen Verbindungsmembran mit dem Ringe (*b*) fest verbunden ist. Durch dieses feine Chitinhäutchen (*v*) erhält die an und für sich starre Platte augenscheinlich einen hohen Grad von elastischer Beweglichkeit. Hinsichtlich des unzweifelhaft nervösen Inhalts der zu den Platten gehörigen Porenkanäle habe ich leider nicht zu völliger Klarheit gelangen können. Bei Apis und Bombus fand ich wohl am unteren Eingang des Porenkanals regelmäßig ein vielzelliges Ganglion vor, welches offenbar zu diesem in Beziehung

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

stand; das Innere des Kanals war jedoch stets von einer homogenen, durch Karmin roth gefärbten Masse angefüllt, die die specielle Endigungsweise des aus dem basalen Ganglion zur Porenplatte tretenden Nerven nicht genau erkennen ließ.

Etwas glücklicher war ich bei Vespa crabro. Wie Fig. 4 *B* zeigt, kann es zunächst keinem Zweifel unterliegen, dass der größte Theil des von der Platte verschlossenen Porenkanals in ganz ähnlicher Weise von Epithelzellen ausgefüllt wird, wie dies bei den Geruchskegeln der Fall ist, und dass aus dem basalen Ganglion durch diese peripherisch angeordnete Epithelmasse ein centraler Nervenstrang sich hindurchzieht. Eben so habe ich auf das bestimmteste gesehen, dass unmittelbar unter der Porenplatte eine Höhlung sich befindet, welche nach unten durch zwei, Anfangs dicht an einander liegende, dann aber kelchförmig (im Querschnitt natürlich gabelförmig) aus einander weichende Platten abgeschlossen wird, die sich ihrerseits an ein hyalines, durch Karmin intensiv roth färbbares »Zwischenstück« (*d*) des Ringes (*b*) ansetzen. Es ist daher klar, dass der aus dem Ganglion aufsteigende Nerv sich jedenfalls nicht direkt der Porenplatte inserirt; ob aber jene gabelförmig aus einander weichenden Platten (Fig. 4 *B*) das Nervenende selbst darstellen oder nur das verdickte Neurilemm sind, zwischen welchem nun erst das vielleicht ungemein zarte Nervenende bis zum Grunde der halbmondförmigen Höhlung aufsteigt, wage ich nicht zu entscheiden. Für letztere Ansicht ließe sich wohl die Thatsache anführen, dass beide Platten in der Mitte des Porenkanals ballonartig aus einander zu weichen scheinen und dass man vielfach, genau in der Mittellinie des Porenkanals, zwei deutlich kontourirte Stränge emporsteigen sieht.

Ähnliche Verhältnisse, die Porenplatten betreffend, konstatirte ich, wenigstens in Bezug auf die chitinösen Theile, bei den Grabwespen (Ammophila), den Heterogynen (Mutilla) und den Goldwespen (Chrysis). Fragen wir nun nach der wahrscheinlichen Funktion dieser Porenplatten, so ist von vorn herein an ein Tastorgan desshalb nicht zu denken, weil die über die ganze Fühleroberfläche verbreiteten, langen Tastborsten die direkte Annäherung des Organs an den zu betastenden Gegenstand absolut verhindern. Eben so wenig kann die Deutung als Geruchsorgan aufrecht erhalten werden; die Beschaffenheit der völlig geschlossenen Porenplatten, ihre Dicke und Festigkeit, machen die Perception chemischer Sinnesreize in höchstem Grade unwahrscheinlich.

Es bleibt somit nur die Möglichkeit übrig, jene Organe als Schallbewegungen percipirende, d. h. als Gehörorgane aufzufassen. In der That dürfte der anatomisch-histologische Befund mit dieser Auf-

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

fassung sehr wohl im Einklang stehen. Die Form, und namentlich die Art der Befestigung jener Platten ist für Vibrationsbewegungen in hohem Maße zweckentsprechend. Denken wir uns dazu noch den bei Vespa von mir deutlich gesehenen Hohlraum zwischen Porenplatte und der den Porenkanal ausfüllenden Substanz mit Flüssigkeit gefüllt, in welche etwa ein aufsteigender Nerv mit feinster Spitze endigte, so müssen wir zugeben, dass die Deutung als Gehörorgane mindestens eine große Wahrscheinlichkeit besitzt.

Ich würde diese meine Ansicht noch viel bedingungsloser auszusprechen wagen, wenn nicht bei anderen Hymenopterenfamilien Formen der Porenplatten zur Beobachtung kämen, welche nur schwierig in den Rahmen jener Auffassung sich einfügen wollen. Es sind dies zunächst die Porenplatten der Ichneumoniden, welche, wenn sie auch bei Betrachtung von Flächenbildern (Fig. 17) eine große, äußere Ähnlichkeit mit denjenigen der Vespiden (Fig. 6) zeigen, doch in ihrem inneren Bau nicht unerhebliche Abweichungen erkennen lassen. Die Platte (*a*) besteht bei dieser Familie, wie es ein Fühlerquerschnitt von Ophion luteus (Fig. 18) lehrt, aus einer überall gleich dicken, nach außen wenig vorgewölbten, völlig hyalinen Membran, welche den Porenkanal verschließt. In diesen hinein ragen zwei mächtige Chitinbalken, die vielleicht mit dem Chitinringe (*b*) der Vespiden identisch sein dürften. — Ein großes, vielzelliges Ganglion liegt auch hier am Eingange des Porenkanals; den Verlauf des Nervenendapparates jedoch weiter zu verfolgen, ist mir nicht gelungen.

Schon in diesem Falle ist also von einer besonderen Vorrichtung, durch welche die Platte vibrationsfähig gemacht würde, nicht mehr die Rede; dennoch dürfte der in der That nur sehr dünnen, membranartigen Platte eine gewisse elastische Beweglichkeit nicht abzusprechen sein.

Ungleich misslicher aber steht es in dieser Hinsicht mit den homologen Organen der Cynipiden, die kaum noch auf den Namen Porenplatten Anspruch machen können. Betrachtet man die Fühler einer Gallwespe, z. B. Cynips gallae tinctoriae (Fig. 9) von der Fläche, so erhält man zunächst ein Bild, welches demjenigen von Ophion ziemlich ähnlich ist; nur erscheinen die Platten etwas geschlängelt, verhältnismäßig länger, indem jede fast so lang als das ganze Fühlerglied ist. Aber auch hier ist die Ähnlichkeit nur eine äußerliche. Fig. 12*A* giebt den halben Querschnitt durch einen Cynipidenfühler (C. gallae tinct.), Fig. 12*B* einen solchen durch zwei einzelne Porenplatten stärker vergrößert. Statt einer elastisch befestigten (Apiden, Vespiden etc.), oder doch vermöge ihrer Zartheit in ihrer Gesammtheit elastischen (Ichneu-

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

moniden), den erweiterten Porenkanal verschließenden Porenplatte, haben wir hier eine theilweise über die Oberfläche erhobene, ringsum geschlossene Chitinröhre, die der Fühleroberfläche der Länge nach fest aufliegt und nur durch einen runden Porenkanal (*p*) in der Mitte des Gebildes mit dem Fühlerinneren kommunicirt. Die Röhrenwandung erscheint durchaus starr und trägt in ihrer oberen Wölbung zwei in das Lumen hineinragende Chitinleisten, die im Querschnitt als zwei Höcker erscheinen (Fig. 12 *B*, *b*) und vielleicht dem erwähnten Chitinring (*b*) bei den Apiden und Vespiden homolog sind.

Das Innere des auf dem Porenkanal nach vorn und hinten, wie der Hammer auf seinem Stiele sich ausdehnenden Chitinrohrs wird augenscheinlich auch hier von nervöser Masse durchzogen; doch gelang es mir nicht, deutliche Bilder zu erhalten, wie ich denn gestehen muss, dass ich nicht einzusehen vermag, wie das ganze, augenscheinlich starre Gebilde als Schall percipirender Apparat funktioniren könnte.

Noch komplicirter gestalten sich die Verhältnisse bei den Ameisen. Auch bei diesen glaubt man bei oberflächlicher Betrachtung der Fühler (Fig. 19) Porenplatten zu sehen. Quer- und Längsschnitte belehren uns jedoch bald, dass wir es hier mit knieförmig gebogenen Haargebilden zu thun haben, welche in der Längsrichtung zusammengedrückten Porenkanälen aufsitzen und mit der Spitze seichten Längsgruben auflagern, in welche der schmale Porenkanal an seiner Mündung sich plötzlich ausbreitet (Fig. 16 *h*). Der Querschnitt Fig. 20 zeigt weiter, dass das gebogene Haar nicht rund ist, sondern auf dem Rücken eine Kante besitzt (*s*). Forel, der diese Gebilde zuerst näher untersucht hat, hält daran fest, dass sie mit den Porenplatten der übrigen Hymenopteren identisch, und wie diese der Geruchsperception zuzuweisen seien. Ich muss offen gestehen, dass mir hier eben so wenig als bei den Cynipiden die Funktion dieser eigenthümlichen Gebilde klar geworden ist, wie ich denn auch eine Homologisirung derselben mit den übrigen Porenplatten zwar nicht für völlig unmöglich, aber zur Zeit doch noch für sehr gewagt halten muss.

Hervorzuheben wäre endlich noch, dass die bisher nur bei den Hymenopteren beobachteten Porenplatten von mir auch in einer Abtheilung der Käfer, und zwar bei der Gattung Necrophorus, nachgewiesen werden konnten. Die Porenplatte ist hier (Fig. 25 *a*) ungemein zart, rund und klein, da der weite Porenkanal, der in der Mitte eine eigenthümliche Einschnürung zeigt, sich nach oben unter Bildung mehrerer Chitinvorsprünge stark verengt; die Platte selbst ist augenscheinlich elastisch befestigt. Eine Deutung des Nervenendapparates will ich bei dem Mangel klarer Bilder unversucht lassen.

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

Die Auffassung des ganzen Gebildes als Gehörorgans scheint mir auch hier das Nächstliegende, zumal es in hohem Grade wahrscheinlich ist, dass auch noch andere Gruppen der Käfer Schall percipirende Organe in ihren Fühlern besitzen. Nur in diesem Sinne wenigstens kann ich die von mir konstatirte Thatsache auffassen, dass in den Ganglienzellen der Fühler von Hydrophilus piceus zahlreiche Nervenstifte auftreten, welche in nichts von den seit langer Zeit bekannten und namentlich durch Graber in ihrer weiteren Verbreitung nachgewiesenen Gehörstäbchen der Chordotonalorgane der Insekten verschieden sind.

Drüsenartige Organe in den Insektenantennen sind mir, um dieses noch zum Schlusse hervorzuheben, bei meinen Untersuchungen nicht vorgekommen.

Nachtrag.

Nach Abschluss der vorstehenden Untersuchungen hat Herr Dr. vom Rath in Straßburg eine vorläufige Mittheilung über eine denselben Gegenstand betreffende neue Arbeit veröffentlicht (Zoologischer Anzeiger, X, Nr. 266, 267). So viel ich aus diesen aphoristischen, nicht von Zeichnungen begleiteten Bemerkungen ersehen kann, gehen die Resultate in Bezug auf die Antennalorgane über das von früheren Autoren bereits Erbrachte nicht wesentlich hinaus. Neu sind die auch von mir geschilderten Porenplatten der Lamellicornier (Necrophorus, Cetonia), die er aber gleich den Porenkanälen mit Porenplatten der Hymenopteren mit dem Namen »Membrankanäle« belegt, ohne dass es mir klar geworden, warum er jene von Kräpelin gewählte und den thatsächlichen Verhältnissen entsprechende Bezeichnung durch eine neue ersetzen zu müssen geglaubt hat.

Hamburg, im Januar 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Es bedeuten in den Figuren, wenn nicht andere Bezeichnungen gegeben sind

a, Porenplatte;
ch, Champagnerpfropforgan;
e, Epithelzellen;
f, Forel'sche Flasche;
g, einfache Grube;
zg, zusammengesetzte Grube;
gk, Grubenkegel;
gl, Ganglion;
k, Geruchskegel der Fläche;
p, Porenkanal; derselbe ist bei den Flächenbildern als durchscheinend gezeichnet;
t, Tast- oder Schutzborste;
x, Achsenfaden;
nf, Nervenfaserbündel;
n, Nervenscheide.

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

Tafel XXXVII.

Fig. 1. Fühlerspitze von Sphinx ligustri. Vergr. 100.

Fig. 2. Dessgleichen von Attacus sp. Vergr. 100.

Fig. 3. Dessgleichen von Orobena stramentalis. Vergr. 450.

Fig. 4. Kombinirtes Stück eines Fühlerquerschnittes von Vespa crabro. Vergrößerung 1200.

A. Champagnerpfropforgan.

B. Porenplatte. *v*, elastische Membran; *d*, hyalines Zwischenstück.

C. Geruchskegel. $a_{,,}$ eingesenkter basaler Theil des Kegels.

D. Forel'sche Flasche.

Fig. 5 *A*. Porenplatte von Apis mellifica. Vergr. 800. Von der Fläche gesehen.

B. Querschnitt dieser Porenplatte. Vergr. 1600. *b*, ist der Chitinring, dem die Porenplatte mittels der Verbindungsmembran (*v*) aufliegt.

C. Querschnitt.

D. Längsschnitt durch dieselbe Porenplatte nebst Porenkanal. *c* ist die ringförmige Lücke zwischen dem Chitinring (*b*) und der Fühlerwandung.

Fig. 6. Flächenbild eines Abschnittes der Fühleroberfläche von Vespa crabro. Vergr. 450.

Fig. 7. Kombinirtes Stück von einem Längsschnitt durch das Fühlerendglied von Tabanus bovinus. Vergr. 600.

Fig. 8. Kegel von Mutilla sp. Vergr. 800.

Fig. 9. Flächenbild eines Fühlergliedes von Cynips gallae tinctoriae. Vergr. 800.

Fig. 10*A*. Schnitt durch eine zusammengesetzte Grube von Eristalis sp. Vergrößerung 800.

B. Champagnerpfropfen aus dieser Grube, stärker vergrößert.

Fig. 11. Querschnitt durch eine einfache Grube von Coenonympha davus. Vergr. 450.

Fig. 12*A*. Stück eines Querschnittes durch einen Fühler von Cynips gallae tinctoriae. Vergr. 800.

B. Zwei Porenplatten stärker vergrößert; bei $p\alpha$ ist der zugehörige Porenkanal getroffen, bei $p\beta$ nicht.

Fig. 13. Kombinirtes Stück eines Querschnittes durch eine Fühlerlamelle von Melolontha vulgaris. Vergr. 450.

α, einfache Grube mit Kegel;

β, Grube mit stark vorgewölbtem,

γ, mit schüsselförmig vertieftem Klöppel.

Fig. 14. Kegel von Dytiscus marginalis. Vergr. 800.

Fig. 15. Kegel von Tenthredo sp. Vergr. 450.

Fig. 16. Längsschnitt durch Theile des letzten und vorletzten Fühlergliedes von Formica rufa. Vergr. 450. *ch'*, Champagnerpfropfen schräg geschnitten; *b*, bläschenförmige Höhlung, in welcher Champagnerpfropf- und Flaschenorgane münden; *h*, knieförmig gebogene Borste.

Fig. 17. Stück der Oberfläche eines Fühlers von Ophion luteus. Vergr. 800.

Fig. 18. Fühlerquerschnitt desselben Insekts. Der Porenkanal ist bei α durch den Schnitt getroffen, bei β nicht; im letzteren Falle geht derselbe durch die Erweiterung des Kanals; *b*, Chitinhöcker.

Fig. 19. Flächenbild eines Fühlerabschnittes von Formica rufa. Vergr. 450. *h*, knieförmig gebogene Borste in der Längsgrube *lg*.

Fig. 20. Stück eines Fühlerquerschnittes von Formica rufa. Vergr. 450. *s*, Rückenkante der Borsten; *lg*, Längsgruben derselben.

Fig. 21 *A*. Fühlerlängsschnitt von Aeschna sp. Vergr. 150.

B. *zg*, stärker vergrößerte, zusammengesetzte Grube.

Fig. 22. Flächenbild eines Fühlergliedes von Jodis sp. Vergr. 450.

Fig. 23 *A*. Stück eines Querschnittes durch eine Fühlerlamelle von Geotrupes.

B. Zwei Kegel desselben stärker vergrößert nebst Ganglion und Achsencylinder.

Fig. 24. Stück eines Querschnittes durch den oberen Fühlerabschnitt von Necrophorus vespillo. Vergr. 800. *m*, Membran, welcher das Sperrhaar *q* eingepflanzt ist.

Fig. 25. Porenplatte nebst Porenkanal von Necrophorus vespillo. Vergr. 800.

Fig. 26. Verschiedene Kegelformen bei den Hymenopteren. Vergr. 450. *1*, Apis; *2*, Bombus; *3*, Vespa; *4*, Ammophila; *5*, Formica; *6*, Mutilla; *7*, Ophion; *8*, Tenthredo.

Fig. 27. Kegel von Hydrophilus piceus. Vergr. 450.

Fig. 28. Kegel von Carabus auratus. Vergr. 450.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

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

1.

2.

3.

4.

5.

5A

5B

5C

5D

6.

7.

8.

9.

10A

10B

11.

12A

12B

13.

14.

15.

16.

17.

18.

19.

20.

21A

21B

22.

23A

23B

24.

25.

26.

27.

28.

Ver. v. Wilh. Engelmann, Leipzig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: 46

Autor(en)/Author(s): Ruland Franz

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntnis der antennalen Sinnesorgande der Insekten 602-628