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

Die Stigmen der Käferlarven.

Von

Gerhard Steinke.

Mit 15 Figuren und 2 Tafeln.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Greifswald.)

Inhalt.

Einleitung: Fang, Bestimmung, Technik.
Geschichtlicher Überblick.
Übersicht über Zahl, Anordnung der Stigmen, Verschlußeinrichtung.
Spezieller Teil:
Carabidae: *Pterostichus striola* F. (= *Abax striola*).
Dytiscidae: *Dytiscus marginalis* L., *Ilybius fenestratus* F., *Noterus crassicornis* F.
Haliplidae: *Haliplus ruficollis* de Geer, *Cnemidotus caesus* Duft.
Gyrinidae: *Gyrinus natator* Ahr.
Staphilinidae.
Silphidae: *Silpha atrata* L., *rugosa* u. a. Arten.
Histeridae: *Plegaderus discisus* Fr., *Abraeus globosus* Hoffm.
Lamellicornia: Scarabaeidae: *Aphodius fossor* L. u. *A. fimetarius* L., *Melolontha vulgaris* L.
Lucanidae: *Sinodendron cylindricum* L.
Cantharidae: *Cantharis* sp.
Lamyridae: *Luciola italica* L., *Lampyris noctiluca* L.
Cleridae: *Clerus formicarius* L.
Hydrophilidae: *Berosus spinosus* Stev., *Cercyon litoralis* Gyll., *Sphaeridium bipustulatum* F., *Hydrous caraboides* L., *Hydrophilus piceus* L., *Spercheus emarginatus* Schaller.
Parnidae: *Parnus* (*Dryops*) *griseus* Er., *Limnius troglodytes* Gyll.?
Elmidae: *Elmis Maugei* Bedell.
Helodidae: *Cyphon variabilis* Thunb., *Helodes* sp.
Nosodendridae: *Nosodendron fasciculare* Oliv.
Dermestidae: *Dermestes lardarius* L.
Elateridae: *Ampedus dibaphus* Schi., *Cardiophorus asellus* Er.
Buprestidae: *Agrilus bigutatus* Fabr.
Lymexylonidae: *Lymexylon* (*Hylecoetus*) *dermestoides* L.
Bostrychidae, Ptinidae: Zweifelhafte Formen.
Pyrochroidae: *Pyrochroa coccinea* L.
Meloidae: *Meloe proscarabaeus* L.
Cistelidae (Alleculidae): *Cistela atra* F.

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

Tenebrionidae: *Tenebrio molitor* L.
Nitidulidae: *Soronia grisea* L.
Byturidae: *Byturus tomentosus* Fabr.
Cryptophagidae: *Cryptophagus subfumatus* Kr.
Coccinellidae: *Chilocorus bipustulatus* L.
Chrysomelidae: *Lina populi* L., *Cassida viridis* L., *Crioceris lilii* L., *Donacia crassipes* F.
Cerambycidae: *Saperda populnea* L., *Rhagium inquisitor* F.
Curculionidae: *Balaninus nuccum* L., *Hylobius abietis* L.
Scolytidae: *Ips* sp., *Tomicus* sp.

Übersicht über Form und Lage der Stigmen.

Die Stigmentypen und ihr phylogenetischer Zusammenhang. Häutung. Neubildung. Biologische Bedeutung. Stigmenform und Verwandtschaft.

Einleitung.

Im Sommer 1918 war ich im Zoologischen Institut der Universität Greifswald mit der Durchsicht und Bestimmung einer Sammlung von Käferlarven beschäftigt. Bei dieser Gelegenheit wies mich mein hochverehrter Lehrer, Herr Geh. Rat Prof. Dr. G. W. Müller, auf die merkwürdigen Stigmen der Elateridenlarven hin und machte mich auf ihre Ähnlichkeit mit den entsprechenden Organen der Fliegenlarven aufmerksam. Dieser Hinweis gab die Anregung zur Entstehung der vorliegenden Arbeit. Die gleichzeitige Beobachtung der Larve von *Parnus griseus*, bei der sich ganz ähnliche Stigmen fanden, veranlaßte mich weiterhin, die Verbreitung dieser Stigmenbildung bei den Käferlarven festzustellen und ihren Zusammenhang mit einfacheren Formen aufzusuchen. So zog ich nach und nach immer mehr Larven in den Bereich meiner Beobachtungen, da die Kenntnis möglichst vieler Typen zur Lösung dieser Aufgabe unerläßlich schien.

Dem liebenswürdigen Entgegenkommen meines verehrten Lehrers, der mir sowohl seine eigene, reichhaltige Sammlung wie die des Institutes zur Verfügung stellte, verdanke ich einen großen Teil des untersuchten Materials. Dazu fand ich durch zahlreiche, zu allen Jahreszeiten unternommene Exkursionen so viele Larven, daß ich wenigstens von allen größeren Familien einige Arten in frischem Zustande untersuchen konnte. Besonders reich war die Ausbeute in Wäldern, in modernden Baumstämmen, unter abgefallenem Laub, auf Wiesen, hier besonders im Kuhmist, und im Wasser. Die an diesen Stellen gefundenen Larven besaßen besonders interessante Stigmenformen. Um eine möglichst vollständige Übersicht über die Stigmenausbildung auf verschiedenen Altersstufen zu erhalten, wurden, soweit irgend möglich, auch Tiere in jüngeren Stadien untersucht.

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

Die Bestimmung der gefangenen Larven bereitete oft Schwierigkeiten. Viele Arten ließen sich freilich nach ihrer Beschreibung und den vortrefflichen Abbildungen in Schiödtes Werk: De metamorphosi Eleutheratorum observationes (46) mit Sicherheit erkennen. Auch nach Perris: Larves des Coléoptères (40) konnte ich einzelne Tiere der Art, andere wenigstens der Familie nach bestimmen. Häufig fanden sich zugleich mit Larven auch Puppen und Imagines, deren Größe und regelmäßiges Vorkommen keinen Zweifel an der Zusammengehörigkeit der 3 Stadien ließen, und deren Artzugehörigkeit sich dann durch Bestimmung der Imago ermitteln ließ. In allen Fällen, in denen ich unbekannte Larven in genügender Anzahl vorfand, habe ich versucht, die Imago zu züchten; die Zucht gelang jedoch bei einigen Tieren trotz wiederholter Versuche niemals.

Technik.

Untersuchungen am lebenden Tier führten nur selten zum Ziel; höchstens einzelne kleine, durchsichtige Larven boten, zwischen 2 Objektträgern etwas gepreßt, unter dem Mikroskop ein gutes Übersichtsbild. Vielfach ließen sich dadurch brauchbare Präparate gewinnen, daß die Larven zwischen den Objektträgern plötzlich heftig zusammengequetscht wurden. Dabei entleerten sie durch Platzen der Körperhaut ihren ganzen Leibesinhalt, und nur die Haut mit dem Tracheensystem blieb erhalten. Im übrigen wurden die Larven durch Einwerfen in heißes Wasser getötet und, wenn es ihre Größe erlaubte, als Totalpräparate in der üblichen Weise in Kanadabalsam aufgestellt, andernfalls zuerst der Länge nach gespalten, alle Weichteile, Muskeln, Fettkörper soweit als nötig entfernt, schließlich das Präparat zwischen 2 Objektträgern eingeklemmt, fest mit Blumendraht umwickelt und in 96 % Alkohol fixiert. Brauchbare Präparate gewann ich auch durch Kochen mit Natronlauge, von dunkel gefärbten Larven nach Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd; doch eignete sich diese Methode wenig für zartere Tiere, da dann die Chitinteile so durchsichtig wurden, daß ihre Grenzen nicht deutlich genug hervortraten. Soweit es möglich war, wurden auch die Stigmen frei herauspräpariert; im übrigen genügte das Einbetten der Larven in verschiedener Lage, um ihre Stigmen von außen, innen und in seitlicher Ansicht betrachten zu können. Über den feineren Bau einzelner Stigmen lieferten Schnittserien gute Aufschlüsse.

Von Wert waren auch Chitinfärbungen, die nach vorheriger Behandlung mit Alkalilauge angewandt wurden. Haematoxylin färbte nur sehr schwach und erst nach langer Einwirkung. Bessere Erfolge wurden durch Bleu de Lyon und Patentblau erzielt. Pyrogallol färbte mit genügender Zuverlässigkeit selbst dünne Membranen.

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

Historischer Überblick.

Einzelne Angaben über Zahl, Anordnung und Form der Stigmen bei Käferlarven finden sich bereits bei Swammerdam (1737), Reaumur (1737) und Rösel von Rosenhof (1749). Reaumur schreibt: „. . . de chaque côté on voit une fille de points noirs; un de ces points est placé sur chaque anneau sans jambes et sur le premier et sur le dernier qui en ont. Ce sont les trachées, ou les organes de la respiration.“ (44, P. III, S. 221, Pl. 17). Die Angaben Swammerdams (55, p. 126) und Rösels (45, 7, II, S. 4) beziehen sich auf die Stigmen von Lamellicornierlarven. Auch De Geer (1774) beschreibt das Lamellicornierstigma (17), welches seit dieser Zeit das Interesse der Forscher in solchem Maße erregt hat, daß ein bedeutender Teil aller über die Stigmen der Käferlarven gelieferten Arbeiten sich mit diesem Gegenstand beschäftigt. Daneben sind es besonders zwei Stigmenformen, das Stigma der Gelbrandlarve und die Abdominalanhänge der Donacialarven, die mehrfach sehr eingehend untersucht wurden. Alle diese Arbeiten, sowie einige andere, die Stigmen einzelner Larvenformen behandeln, sollen im speziellen Teil bei Besprechung der Formen angeführt werden, auf welche sie sich beziehen. An dieser Stelle sei nur auf mehrere Werke hingewiesen, die eine Reihe von Käferlarvenstigmen zusammenfassen oder im Zusammenhang mit anderen Insektenstigmen behandeln.

Sprengel beschreibt 1815 in seiner Schrift (54) Stigmen von Imagines und Larven einiger Coleopteren.

Schiödte gibt in seinem 1861 begonnenen Werk über die Käferlarven (46) Abbildungen und Beschreibungen einer ganzen Anzahl verschiedener Stigmenformen.

Krancher (1881) berücksichtigt auch die Käferlarven in seiner Arbeit über den Bau der Stigmen bei den Insekten (26).

Fast in jeder Beschreibung von Käferlarven ist die Zahl und Anordnung der Stigmen angegeben, aber nur selten die Form genauer beschrieben.

Eine Arbeit, die eine einigermaßen vollständige Übersicht über die Käferlarvenstigmen bringt, vermochte ich nicht aufzufinden.

An den Anfang der folgenden Ausführungen seien einige Bemermerkungen über das Respirationssystem der Käferlarven im allgemeinen gestellt.

Im Tracheensystem sind bei sämtlichen von mir untersuchten Larven die beiden seitlichen Längsstämme und ihre segmentalen Querverbindungen nachzuweisen. Bei Cerambyciden, Curculioniden, Canthariden, Elateriden und auch bei Lamellicorniern fand ich die Längsstämme verdoppelt. Ihre Ausbildung bei den einzelnen Familien schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen. Gut ausgebildet sind sie beispielsweise bei den Carabiden, außerordentlich stark erweitert häufig bei wasserbewohnenden Larven, bei anderen treten sie nicht

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

besonders deutlich hervor und sind oft durchaus nicht kräftiger entwickelt, als die übrigen Tracheenäste. Es scheint dann eine Verstärkung jener ihre geringere Ausbildung zu ersetzen. Vielfach lösen sich in solchen Fällen die Tracheen unmittelbar an den Stigmen in ein reich verzweigtes System von Büscheln auf. Da sich diese Einrichtung besonders bei wenig beweglichen, madenähnlichen Larven findet, steht sie vielleicht mit der geringen Bewegung im Zusammenhang. Es zeigen z. B. auch die Cimbexlarven ganz ähnliche Verhältnisse, und bei einer in Eichenholz gefundenen Lepidopterenraupe konnte ich am letzten. vergrößerten Stigma ebenfalls eine ganz auffallend starke büschelförmige Tracheenverzweigung beobachten.

Die Stigmen sind bei manchen Larven unmittelbar den Tracheenlängsstämmen aufgesetzt, die dadurch eine guirlandenartige Anordnung erhalten, bei anderen durch längere oder kürzere Queräste mit ihnen verbunden. Wie bei vielen anderen Insektenlarven sind in der Regel 10 Stigmenpaare vorhanden. Regelmäßig ist von diesen das zweite Paar geschlossen. Es kennzeichnet sich durch eine kleine oft schwer nachweisbare Narbe in der Cuticula, die ein luftleerer, zusammengefalteter Gang mit dem Tracheensystem verbindet. Dies Stigma, welches ich ebenso wie andere, ähnlich gebaute als „verborgene" Stigmen bezeichne (vergleiche Fig. 2, +), ist infolge seiner geringen Größe oft ziemlich schwer aufzufinden. Da ihm nach seiner Bauart sicherlich keine respiratorische Funktion zukommt, dienen allein die übrigen 9 Paare der Atmung. Von diesen gehört das erste dem Thorax, der Rest dem Abdomen an, und zwar gehört stets zu jedem der ersten 8 Abdominalsegmente ein Paar, während das erste Stigma seine Lage auf dem Thorax ändern kann. Für gewöhnlich hat es seinen Platz im vorderen Drittel des Mesothorax (Carabidae. Dytiscidae, Cantharidae, Elateridae u. a. m.). Häufig findet es sich jedoch in der Verbindungshaut zwischen diesem und dem Prothorax (Staphylinidae, Silphidae), bei verschiedenen Larven sogar auf dem Prothorax selbst, wenn auch in dessen hinterem Drittel (Lamellicornia, Curculionidae, Bostrychidae). In seinen Untersuchungen über das Respirationssystem von *Dytiscus* rechnet Alt (1) dies Stigma dem Prothorax zu, trotzdem er es bei der Gelbrandlarve auf dem Mesothorax fand. Demgegenüber halte ich aus mehreren Gründen die Lage auf dem Mesothorax für die ursprüngliche. Zunächst, weil sie sich bei den meisten und bei primitiven Larvenformen findet, während ein prothoracales Stigmenpaar nur wenigen und abgeänderten Larven zukommt.

Außerdem sollte man, gehörte das Stigma dem Prothorax an, auf den beiden folgenden Segmenten Reste oder Anlagen zweier weiterer Stigmenpaare erwarten, denn nach meinen Beobachtungen kommt es sonst bei Käferlarven niemals vor, daß ein Stigma mitten aus der Reihe der anderen heraus spurlos schwindet.

Tatsächlich findet sich stets nur eins davon, eben das geschlossene Metathoraxstigma, und es ist interessant, zu verfolgen, wie dieses aus seiner gewöhnlichen Lage im vorderen Drittel des Metathorax

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

in die Verbindungshaut zwischen diesem und dem Mesothorax rückt, wenn sich das erste Stigma auf dem Prothorax findet (Lamellicornia).

Bei den Imagines der Coleopteren, die als Larven je ein meso- und metathorakales Stigmenpaar besitzen, liegen die thorakalen Stigmen zwischen dem ersten und zweiten und dem zweiten und dem dritten Brustring. Es liegt in diesen Fällen offenbar eine Verschiebung der Stigmen nach vorn vor. Diese ist bei manchen Larven an allen Stigmen deutlich zu erkennen, indem bei ihnen die sämtlichen Stigmen vom Körperende nach dem Kopfe zu immer näher an den Vorderrand der Segmente gerückt sind, so daß sich das letzte abdominale Paar hinter der Mitte des Segments, das erste (abdominale) davor befindet.

Auf die wechselnde Segmentzugehörigkeit des ersten und zweiten Stigmenpaares bei den Käferlarven hat schon G. W. Müller hingewiesen und sie durch Verschiebung über die Segmentgrenze hinaus erklärt (38, p. 200). Der Grund für die Verlagerung der Stigmen auf die Verbindungshaut zwischen erstem und zweitem Brustring mag darin zu suchen sein, daß es dort den besten Schutz genießt. Dufour (15 u. 16), Lucas (31) und Kolbe (23) halten die intersegmentale Lage des thorakalen Stigmas für ursprünglich; doch gründet sich die Auffassung wenigstens der beiden ersten Autoren nur auf die Untersuchung weniger Larven.

Das Thorakalstigma zeichnet sich häufig durch besondere Größe aus. Diese Erscheinung steht wohl damit in Zusammenhang, daß dies Organ den Kopf und die beiden ersten Körperringe zu versorgen hat, also besonders stark in Anspruch genommen wird. Eine solche Beziehung zwischen Tätigkeit und Gestalt tritt deutlicher bei den Larven zu Tage, deren letztes Stigma vergrößert ist. Hier handelt es sich um Wassertiere, die zur Atmung das Hinterleibsende an die Wasseroberfläche bringen. Ihre Endstigmen sind an den Hinterrand des 11. Segments gerückt oder stehen auf einer Verlängerung desselben, wandern aber, soweit meine Beobachtung reicht, niemals auf das 12. Segment hinüber. Eine solche Verlagerung ist auch nicht erforderlich, denn das letzte Segment ist dann immer sehr weitgehend rückgebildet, mehr oder weniger in das vorletzte eingezogen, sodaß infolgedessen die Stigmen ganz am Körperende liegen.

Die vorderen Stigmen dieser Larven, deren Tätigkeit durch die Lebensweise ausgeschaltet wird, sind meist klein, haben oft eine andere Gestalt als die letzten, oder sie bleiben in den ersten Stadien oder während des ganzen Larvenlebens geschlossen. Selten scheinen außer den Endstigmen auch noch ein oder zwei Paare am Vorderkörper geöffnet zu sein; ich beobachtete nur einen solchen Fall. Ein zweiter ist von Blandford beschrieben (3). Käferlarven mit vollkommen geschlossenem Tracheensystem (collabierten Stigmen) sind mir nicht bekannt.

Die Stellung der Stigmen auf den Segmenten ist sehr veränderlich. Sie liegen bald an den Körperseiten, bald am Rücken, oder sogar ventral. Wo das Chitinskelett der Larve in Rücken-, Seiten- und Bauchschilder gegliedert ist, befinden sie sich in der Regel zwischen Rücken- und

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

Seitenschildern, aber auch am Rande der Rückenschilder. Häufig sind sie in die weiche Haut zwischen die härteren Panzerplatten eingesenkt und von diesen überdeckt, bei anderen Larven dagegen stehen sie in kleinen Papillen über die Körperhaut erhöht.

Den meisten Larvenstigmen kommt ein Verschlußapparat zu. Ein solcher ist von einigen Larvenarten bereits beschrieben worden, so von *Dytiscus* und *Hydrophilus* durch Krancher (26). Späterhin haben Portier (43), Brocher (7) und Alt (1) noch einmal den der Gelbrandlarven untersucht. Die ausführlichsten Angaben machten Deibel und Boving (11 u. 5) über die *Donacia*-Larven.

Wenn sich auch in eigens auf die Verschlußeinrichtung gerichteten Untersuchungen sicher manche Abweichungen finden lassen werden, wie solche für die vorderen und hinteren Stigmen von *Donacia* festgestellt sind, so gelten doch die in den genannten Arbeiten gegebenen Darstellungen für die Mehrzahl der Käferlarven. Wenigstens die Chitinteile des Verschlußapparates sind meiner Beobachtung nach überall die gleichen. Die Präparation der Verschlußmuskeln erfordert ein eingehendes Studium. Da mir das hierzu nötige Material bei den meisten Arten nicht zur Verfügung stand, weil die wenigen Exemplare die ich besaß, zur Untersuchung der Stigmen verwendet werden mußten, so beschränkte ich mich auf die stets in größerer Anzahl zu erhaltenden Cerambycidenlarven.

In der Bezeichnung der einzelnen Teile des Verschlußapparates halte ich mich an die von Landois gebrauchten Bezeichnungen. Es lassen sich danach die folgenden Teile unterscheiden: Die eine Hälfte des Stigmenumfanges ist spangenartig verdickt; sie bildet den Verschlußbügel. Unmittelbar über diesem springen oft lange, häufig verzweigte Chitinspitzen oder aus deren Verschmelzung hervorgegangene Platten in das Stigmenlumen vor. An die Enden des Verschlußbügels setzen sich die Verschlußkegel an, Ausstülpungen der Stigmenwand, die stark chitinisiert und häufig an Größe ungleich sind. Den Rest des Stigmenumfanges nimmt ein biegsames Chitinstück ein, das Verschlußband. Zwischen den beiden Verschlußkegeln spannt sich der Verschlußmuskel aus. Zieht sich dieser zusammen, so nähern sich die Enden der Verschlußkegel einander und pressen das zwischen ihnen liegende Verschlußband fest gegen den Bügel.

Der Öffnung dienen (bei den Cerambyciden) zwei weitere Muskeln, ein sehr starker, der sich an den kleineren Kegel ansetzt und in größerer Entfernung davon an der Hypodermis endigt, und ein am großen Kegel festgeheftetes Band. das sich von einem Muskelbündel abzweigt, aber selbst nicht die typische Muskelstruktur besitzt. Es ist ausgezeichnet durch zahlreiche längsgestreckte Kerne, die Querstreifung fehlt. In dieser Weise fand ich es auch bei Buprestidenlarven ausgebildet, während z. B. Boving an dieser Stelle bei den vorderen Stigmen von *Donacia* einen echten Muskel angibt (6). Die Innervierung der Muskel glückte es mir nur einmal bei einer Buprestidenlarve zu erkennen. Der herantretende Nerv besitzt dicht am Verschlußapparat ein Ganglion.

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

Den Verschlußapparat in Tätigkeit zu sehen, ist mir trotz wiederholter Beobachtung geeigneter Larven nicht gelungen. Einzig bei der Larve von *Pyrochroa* konnten schwache Bewegungen festgestellt werden.

Bei einer Reihe von Larven ist die Lage des Verschlußapparates der thoracalen Stigmen derjenigen der abdominalen entgegengesetzt, indem der Verschlußbügel der Bruststigmen von dem nach dem hinteren Körperende der Larve gerichteten Teil des Stigmas gebildet wird, der Bügel der abdominalen dagegen von der dem Kopfe zugewandten Seite.

Spezieller Teil.

Für die Beschreibung der Stigmen erwies sich eine einheitliche Benennung ihrer einzelnen Teile als nötig. Um diese verständlich zu machen, will ich zunächst die gebrauchten Bezeichnungen an einem Schema erläutern.

Als Stigma bezeichne ich das ganze, distal des Verschlußapparates gelegene, bis an die Cuticula reichende Organ. Morphologisch ist zwar nach meiner Auffassung das eigentliche „Stigma" die an der Grenze zwischen Trachee und Stigma obiger Definition gelegene Öffnung, weil ich in Übereinstimmung mit Mammen (S. 170) alles, was distal der Trachee liegt, für eine sekundäre Einsenkung der Körperhaut halte. Allein diese Auffassung ist descriptiv schwer zum Ausdruck zu bringen. Die Mündung des Stigmas an der Körperoberfläche nenne ich Stigmenöffnung oder, falls sie spaltartig verengt ist, Stigmenspalt (O). Das Stigma ist im einfachsten Falle eine zylindrische Röhre, die ich als Stigmengang bezeichne (G), zumeist jedoch am Eingang erweitert. Diese Erweiterung nenne ich Stigmenvorraum (A), Atrium (a). An der Grenze von Stigmengang und Vorraum findet sich häufig eine Reuse (R.) Vielfach bildet der Vorraum Ausstülpungen. Eine solche Ausstülpung bezeichne ich als Stigmenkammer (K).

Für eine den Rand der Stigmaöffnung überwölbende Chitinmembran, die, wie aus Textfig. V ersichtlich, zugleich das Dach der Kammer bildet, wurde die Bezeichnung Stigmenplatte gewählt (P).

Carabidae.

Die Laufkäferlarven besitzen neun Paar Stigmen. Das erste Paar liegt am Vorderrande des Mesothorax; die übrigen gehören dem Hinterleib an und haben ihren Platz an den Seiten der ersten acht Abdominalsegmente.

Die Gestalt der Organe ist eine einfache, glocken- oder kurz röhrenförmige. Bemerkenswert ist die Stigmenstruktur der Larve von *Pterostichus striola*, welche ich in einzelnen Stücken vom Herbst bis Frühling unter abgefallenem Laub, in Mulm und an ähnlichen Fundstellen sammelte. Bei dieser Art (vgl. Fig. 6) ist die Stigmen-

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

wand mit kleinen Falten ausgestattet (f), denen zahlreiche, äußerst feine Chitinspitzen aufsitzen (sp). Die Falten sind bogig angeordnet und greifen derart ineinander, daß sie derWand eine netzartigeZeichnung verleihen. Am Außenrand des Stigmas tritt eine Reihe solcher Falten besonders gut hervor (F); sie bildet einen Kranz von Bogen, deren aneinanderstoßende Enden in starke Chitinbalken ausgezogen sind (B). Ein jeder von diesen Balken verbreitert sich nach beiden Seiten in dünne Chitinlamellen (L). Die benachbarten Lamellen verschmelzen miteinander bis auf einen schmalen Trennungsspalt (S). Nur am Vorderrand der thorakalen Stigmen ist die Verschmelzung eine vollkommene, sodaß hier ein einheitlicher Randsaum gebildet wird.

Unmittelbar distal des Verschlußapparates springt von der einen Seite der Stigmenwand nach der gegenüberliegenden eine Chitinplatte vor, die aus zahlreichen, miteinander verschmolzenen Reusenhaaren besteht.

Der Verschlußapparat selbst ist nur schwach entwickelt. Offenbar kommt der Platte ein Anteil am Stigmenverschluß zu, denn an den Stigmen anderer Larven, bei denen sie nicht so ausgebildet ist, sind die Chitinteile der Verschlußeinrichtung ungleich kräftiger.

Die Stigmen junger *Pterostichus*-Larven unterscheiden sich etwas von denen der erwachsenen. Sie sind verhältnismäßig länger. Die Bogen des Stigmenrandes sind weniger zahlreich, dafür aber sehr groß.

Dytiscidae.

Die Stigmen der Wasserkäferlarven sind von Krancher (26) und später von Alt (1), Portier (43) und Brocher (7) so eingehend beschrieben worden, daß den Ausführungen dieser Forscher nichts Neues hinzuzufügen ist.

Wie Alt festgestellt hat, besitzen nur die ausgewachsenen Larven neun Paare offener Stigmen, von denen das erste Paar dem Mesothorax angehört, die folgenden sieben an den Seiten des ersten bis siebenten Abdominalsegmentes liegen und das letzte Paar seinen Platz am Körperende auf einer Verlängerung des achten Abdominalsegmentes hat. In den früheren Stadien sind nur die beiden Endstigmen geöffnet, die vorderen geschlossen. Alt hat zuerst auf den Unterschied in der Gestalt der Vorder- und Endstigmen aufmerksam gemacht. Die Stigmengänge der Vorderstigmen sind lange, durch ihre Spiralversteifung tracheenähnliche Röhren. Die Spiralen unterscheiden sich jedoch von denen der Trachee durch ihre kräftigere, aber unregelmäßige Ausbildung. Sie tragen außerdem Chitinspitzen. Die Mündung der Vorderstigmen wird durch eine Stigmenplatte bis auf eine kleine, zentrale Öffnung überwölbt. Die Endstigmen (Fig. 1) sind kürzer, aber weiter als die vorderen und in zwei Abschnitte gegliedert, deren distaler glatt und zartwandig ist, während der proximale die gleiche Beschaffenheit besitzt, wie die Stigmengänge der Vorderstigmen.

Die Zerlegung der Endstigmen in ihre beiden Abschnitte scheint im jüngsten Larvenstadium noch nicht durchgeführt zu sein, wenigstens

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

fand ich bei der Larve von *Ilybius fenestratus* die Stigmengänge der letzten Stigmen einfach lang röhrenförmig wie in den späteren Stadien die vorderen. Bei der erwachsenen Larve dieser Art zeichnet sich das Endstigma dadurch aus, daß der distale Abschnitt an der Grenze des proximalen eine medianwärts gerichtete Erweiterung bildet, die mit besonders langen und auffälligen Chitinspitzen ausgestattet ist (Fig. 1, r). Die dorsale Wand der Trachee zeigt kurz vor ihrer Einmündung in das Stigma nicht die übliche Spiralversteifung, sondern einzelne sternförmige Chitingebilde (Fig. 1, St.).

Die Darstellung des Verschlußapparates, wie sie Alt in seiner Arbeit gibt („Fig. 3"), halte ich nicht für zutreffend. Alt schreibt: „An den Verschlußkegel setzt der Verschlußhebel an, der seinerseits an den Verschlußbügel angreift." In der Abbildung ist dementsprechend der Verschlußhebel als ein vom Tracheenlumen getrenntes, selbständiges Stück eingezeichnet.

Brocher gibt an (7, p. 127): „. . . le crochet — levier est fixé par une mince tige chitineuse à l'extrémité dorsale de ce même arc" (= Verschlußbügel).

Der von den beiden Autoren als selbständiges Stück bezeichnete „Verschlußhebel" ist nichts anderes als die einseitig verdickte Wand des großen Verschlußkegels.

Bei einer nach Wesenberg-Lund (57, p. 56 Taf. III) zu *Noterus crassicornis* gehörenden Larve liegt das Endstigmenpaar am Ende des spitz ausgezogenen achten Abdominalsegmentes, welches in das glockenartig darübergewölbte Randstück des siebenten eingezogen werden kann. Nach Wesenbergs Beschreibung lebt die Larve in flachem Wasser mit dem Vorderkörper im Schlamm vergraben und streckt das Hinterende an die Oberfläche. Möglicherweise aber entnimmt sie in der Freiheit (ähnlich wie *Donacia*) die Atemluft den Rhizomen und Wurzeln von Phalaris arundinacea und anderen Wasserpflanzen, zwischen denen sie gefunden wurde. Sie würde dann eine durch Anpassung an eine besondere Lebensweise entstandene Weiterbildung der Dytiscidentypus darstellen.

Haliplidae.

Von den Dytiscidenlarven unterscheiden sich die der Halipliden in ihrem Körperbau dadurch, daß bei ihnen das neunte Abdominalsegment in vollem Umfange erhalten ist. Die Haliplus-Arten besitzen sogar ein zehntes Segment, das in eine lange, am Ende gegabelte Spitze ausgezogen ist, die von der Larve als Stütze beim Umherkriechen auf dem Grunde des Wassers gebraucht werden kann. Das Tier lebt gleich gut in flachem oder tiefem Wasser, in ruhigen Tümpeln wie im Küstenwasser von Meeresbuchten, aber auch auf dem Lande an feuchten Stellen.

Im Wasser kommt das Tier niemals zur Atmung an die Oberfläche; es muß daher den zur Atmung nötigen Sauerstoff dem Wasser entnehmen. Besondere, der Atmung im Wasser angepaßte Organe, wie

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

Kiemen oder Tracheenkiemen, fehlen. Für Hautatmung scheint die ziemlich derbe Cuticula wenig geeignet.

Die Stigmen, von denen ein Paar dem Mesothorax, je eines dem ersten bis achten Abdominalsegment angehört, sind sehr klein und liegen an der Seite des Körpers, die Körperoberfläche wenig überragend. Sie sind nicht, wie Schiödte (vol. 3, p. 163) angibt, ringförmig, sondern innerhalb eines dunkler gefärbten Chitinringes (Fig. 31, p) sind zwei nebeneinanderliegende hellere Membranen erkennbar, die sich in der Längsrichtung des Körpers erstrecken. Quer vor ihnen liegt ein feiner Spalt.

Betrachtet man die Stigmen von der Seite, bezw. von unten, so werden unter den beiden Membranen (der Stigmenplatte) zwei Kammern sichtbar, die unterhalb des Stigmenspaltes in einen Stigmengang münden, der eine weitläufigere Spiralversteifung aufweist als die Trachee, in welche er ziemlich unvermittelt übergeht. Ein Verschlußapparat ist nicht aufzufinden, er dürfte aber an der Stelle gelegen haben, an welcher die starken Spiralen des Stigmenganges in die feineren der Trachee übergehen.

Deutlicher zeigt sich ein ganz ähnlicher Stigmenbau bei der Larve von *Cnemidotus caesus*, da die Stigmen hier größer sind als bei *Haliplus*.

In allen Beschreibungen dieser Larve wird das Fehlen der Stigmen hervorgehoben, wohl infolge von Schiödtes Angabe: Spiracula nulla (vol. 8 p. 203).

Die Larve, von der ich leider nur ein einziges Präparat untersuchen konnte, besitzt ein Thorakalstigma auf dem zweiten Brustring und je ein Paar Stigmen auf dem ersten bis siebenten Abdominalsegment an der Körperseite an der Spitze einer kleinen Hauterhebung, die von haartragenden Papillen umgeben ist. Das achte Abdominalstigma war auf dem mir vorliegenden Präparat nicht aufzufinden.

Gyrinidae.

Von der Gyrinuslarve gibt Schiödte ebenfalls an: „Spiracula nulla“ (v. 3, p. 189).

Im jüngsten Stadium mögen wohl, wie bei anderen Wasserlarven, die Stigmen geschlossen sein; für die ausgewachsenen Larven trifft jedoch Schiödtes Angabe nicht zu. Die Tiere besitzen ein Stigmenpaar am Mesothorax und je eines auf den ersten acht Abdominalsegmenten. Die Stigmen liegen dorsal in gleicher Höhe mit der Körperhaut. Man bemerkt an ihnen zunächst eine Stigmenplatte von stumpf dreieckiger Gestalt (Fig. P). An der nach vorn liegenden Basis des Dreiecks findet sich die vollständig geschlossene Stigmenöffnung (o). Die Spitze des Dreiecks ist etwas gegen den Hauptteil abgesetzt und bildet eine flache Kammer mit fein gerillten Wänden (K). Ein undeutlich umgrenzter, filzartig mit Chitinspitzen ausgekleideter Stigmengang verbindet das Stigma mit dem Tracheenlängsstamm. Diese Einzelheiten sind ziemlich schwer und nicht an allen Stigmen gleich gut erkennbar. Das ganze Organ scheint rudimentär zu sein. Es besitzt

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

auch für die Atmung kaum irgendwelche Bedeutung; wenigstens sah ich eine Larve, die ich wochenlang in einem Wasserglas hielt, niemals an die Oberfläche kommen. Die Atmung erfolgt wohl ausschließlich durch die von Schiödte beschriebenen Tracheenkiemen. Die von mir gefangen gehaltene Larve führte häufig mit dem Abdomen vertikale Schwingungen aus, sobald das Wasser längere Zeit nicht erneuert wurde, offenbar um die Sauerstoffzufuhr zu den die Atmung vermittelnden Hinterleibsanhängen zu befördern.

Staphylinidae.

Die Kurzflüglerlarven haben einfache, offene Stigmen wie die Carabiden. Das erste Paar liegt zwischen Pro- und Mesothorax. In ihrem Bau weichen die Organe von denen der Carabidenlarven dadurch ab, daß der zwischen Reuse und Verschlußapparat liegende Abschnitt stark verlängert ist und einen mit Spiralen versehenen Stigmengang bildet, der sich nur durch die stärkere und unregelmäßige Ausbildung seiner Spiralen von einer Trachee unterscheidet (vgl. Textfig. II).

Silphidae.

Die von mir untersuchten Formen der Aaskäferlarven schließen sich in der Anordnung und im Bau ihrer Stigmen eng an die Staphyliniden an.

Histeridae.

Unter der Rinde von Kiefern, besonders unter der feuchten, mulmigen, bereits von anderen Larven zerfressenen Borke abgeholzter Stämme und älterer Strünke fand ich, oft sehr zahlreich in Gesellschaft von Staphylinidenlarven usw. zu dieser Familie gehörige Formen, die nach Perris als Vertreter der Gattungen *Plegaderus* und *Abraeus* bestimmt wurden. Eine andere hierhergehörende Larve, deren Artzugehörigkeit nicht festgestellt werden konnte, wurde im Kuhmist gefunden.

Die Stigmen dieser Larven stimmen in ihrer Gestalt überein. Sie lassen folgende Teile erkennen (vgl. Textfig. IX). Der proximale Abschnitt ist ein Stigmengang von der gleichen Beschaffenheit wie der der Staphiliniden und Silphiden.

Der Stigmengang geht ohne scharfe Grenze in den distalen Stigmenabschnitt, den Vorraum, über. Dieser stellt eine dünnwandige Hohlkugel dar, die durch einen schmalen Stigmenspalt nach außen mündet. Die dem Körperende der Larve zugekehrte Seite des Stigmenvorraumes verlängert sich in zwei enganeinanderschließende Kammern, die sich der Körperhaut so dicht anlegen, daß sie nach außen durch eine dünne Chitinmembran (P) abgeschlossen werden.

Die Kammerwände sind entweder durch Querrippen versteift, deren Enden in die Membran auslaufen, oder — dies gilt für die unbe-

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

kannte Larve — es sitzen statt dessen den Rändern der Wände festere hohle Chitinfortsätze an, welche die Membran stützen.

Schiödte hat eine Abbildung und Beschreibung des Stigmas von *Hister unicolor* gegeben, (v. 3, p. 152), die von Böving sehr ausführlich nachgeprüft und verbessert worden ist. Nach den Angaben Bövings stimmt das Stigma dieser Larve mit den hier beschriebenen Organen im wesentlichen überein.

Lamellicornia.

Die Blatthornkäferlarven zeichnen sich sowohl durch die im Gegensatz zu den meisten anderen Käferlarven prothorakale Lage des ersten Stigmenpaares, wie durch die eigenartige Gestalt ihrer Organe aus, die von jeher die Aufmerksamkeit der Forscher erregt hat. Die erste Angabe über die Zahl, Anordnung und Form der Stigmen stammt von Swammerdam (1737, p. 126). Rösel von Rosenhof bringt eine ähnliche, kurze Bemerkung (1749, S. 4). Genauer äußert sich De Geer (1774) über den Bau des Lamellicornierstigmas: „C'est un petit tubercule hémispherique brun, qui a au milieu une petite fente transversale ou dirigée selon la largeur du corps de la larve. Cette fente donne passage à l'air . . . (17, t. 4 p. 290 VI. Mém. 3 Scarab. auratus). Moldenhawer (1812) sieht in den seiner Meinung nach völlig geschlossenen Organen den Beweis für seine Anschauung, daß die Tracheen der Insekten wie die gleichnamigen Organe der Pflanzen Gefäße seien, die den Adern der höheren Tiere entsprächen (37, 1812). Diese Auffassung treten Loewe 1814 und Sprengel 1815 mit eingehenden Untersuchungen über das Respirationssystem der Insekten und besonders der Lamellicornierstigmen entgegen. Sprengel findet die das Stigma abschließende halbkreisförmige Membran siebartig von Poren durchbrochen, die ebenso wie die Spalte im Mittelstück des Organs der Luft Zugang gewähren (54). Dagegen kehrt Treviranus 1831 zu Moldenhawers Ansicht zurück, indem er dem Stigma jegliche Öffnung abspricht (56).

Burmeister (1832) leugnet ebenfalls das Vorhandensein von Poren in der Membran, erkennt jedoch den Spalt im Mittelstück als luftdurchlässige Stigmenöffnung an (8).

Lacordaire (1833) stützt sich auf Sprengels Arbeit (28).

Dufour untersucht die Stigmen, ohne zu einem sicheren Ergebnis zu kommen (13, 1842).

v. Siebold (1848) stellt die Existenz der Stigmenspalte in Abrede (51).

Coquerel und Sallé liefern 1862 eine sehr genaue Untersuchung des Lamellicornierstigmas, kommen jedoch in der Beurteilung der Membran zu keinem sicheren Ergebnis (9).

Krancher, der 1881 das Stigma von *Melolontha* untersucht, widerspricht Burmeister, indem er den Stigmenspalt als Chitinzapfen zur Anhaftung eines Verschlußmuskels deutet und die Membran durchbohrt findet (26).

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

1882 veröffentlicht der dänische Entomologe Meinert eine Arbeit, in der er sich gegen Schiödtes Darstellung der Lamellicornierstigmen wendet und ruft damit eine rege Diskussion unter den dänischen Zoologen hervor (33).

Meinert behauptet mit aller Bestimmtheit, die von Schiödte als „Spirakelpladen" (= Stigmenplatte) bezeichnete Membran sei nicht, wie Schiödte es annehme, von Poren durchbohrt, sondern auch an ihren dünnsten Stellen von einer feinen „Chitinhaut" überzogen. Veranlaßt durch eine sehr ausführliche Entgegnung Schiödtes (1883, 47) erweitert Meinert in einer zweiten Arbeit seine Untersuchungen (1883, 34), indem er namentlich die Stigmen der Geotrupinen und Lucaninen, an denen die Membran besonders deutlich sichtbar ist, zur Unterstützung seiner Ansicht ausnutzt. Sörensen (52 u. 53) und Boas (4) schließen sich 1895 der Meinung Schiödtes an. Boas gibt eine Darstellung des Häutungsvorganges. Als Antwort auf diese Arbeiten liefert Meinert eine umfangreiche Untersuchung, die als Ergebnis seiner langjährigen Beschäftigung mit den Stigmen einer großen Anzahl verschiedener Larvenformen eine ganz neue Auffassung der Lamellicornierstigmen bringt (35). Der Forscher bezeichnet die Stigmen als „Seitenorgane" und glaubt ihnen neben der Funktion der Atmung die als „Gehörorgan" zuschreiben zu müssen. Er findet bei *Melolontha* „Reihen von Ganglienzellen (Zapfenzellen) mit gut ausgeprägten Kernen", bei Dynastidenlarven eine Nervenmasse mit „Gehörstiften und einen Gehörnerv" (p. 56).

In dem gleichen Jahr (1898) wendet sich Meinert (36) in seiner letzten Arbeit gegen H. J. Hansen (22), der durch Anwendung von Osmiumsäure die Anwesenheit von Poren in der Stigmenplatte nachzuweisen versucht hatte.

Schon aus dieser kurzen Übersicht läßt sich ersehen, daß trotz der vielen Arbeiten über das Lamellicornierstigma der verwickelte Bau dieser Organe noch keineswegs klargestellt ist. Besonders Meinerts Ausführungen über die „Seitenorgane" scheinen mir einer Nachprüfung zu bedürfen, die mir selbst nicht möglich war, da es an geeignetem Material fehlte.

Die Grundlagen für meine Untersuchungen der Lamellicornierstigmen bildeten vor allem die Larven der im Kuhmist lebenden Aphodiusarten, weil diese am leichtesten von allen Blatthornkäferlarven in größerer Menge und in allen Altersstufen zu finden waren.

Die kleinsten, noch vor der ersten Häutung stehenden Larven maßen etwa 2—3 mm. Von früheren Beobachtern hat anscheinend nur Meinert Larven jüngsten Stadiums untersucht. Er hält ihre Stigmen für vollkommen geschlossen. Auch mir ist es trotz allen Suchens nicht gelungen, die Stigmenöffnung zu finden (vgl. Fig. 40). Eine solche muß mit Rücksicht auf die Morphologie des Tracheensystems vorhanden sein, allein infolge der Struktur der Stigmenplatte liegen die Verhältnisse für ihren Nachweis sehr ungünstig.

Ein Schema mag zur Erläuterung des Stigmenbaues einer *Aphodius*-Larve des ersten Stadiums dienen (Textfig. XIII). Der Stigmen-

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

vorraum ist in seinem proximalen Teil eng, gangartig (g), im distalen nach einer Seite hin, — und zwar beim thorakalen Stigma nach vorn, bei den abdominalen nach hinten — erweitert (a). Die Erweiterung ist außerordentlich flach. Von ihrem Grunde ragen eine Anzahl Stützpfeiler empor (Sp), welche sich mit verbreiterten Enden an die das Stigma abschließende Stigmenplatte (P) ansetzen, mit dieser und untereinander verschmelzen. So entstehen auf der Stigmenplatte kleine Kreise (Fig. 40), deren Fläche also von der dünnen Membran der Platte, und deren Peripherie durch die Ansatzstellen der Pfeiler gebildet wird. Die Pfeiler, welche dem gangartigen Teil des Stigmas am nächsten stehen, greifen nach der ihnen gegenüberliegenden Wand des Ganges hinüber. Die Platte ist an dieser Stelle daher nicht in Kreise geteilt. Es ist wahrscheinlich, daß hier die Stigmenöffnung bezw. der Stigmenspalt gesucht werden muß (Textfig. XIII, o). Die thorakalen Stigmen sind bedeutend größer als die abdominalen, ihre Kreise zahlreicher, aber im Verhältnis kleiner. Die abdominalen Stigmen besitzen 20—25 Kreise auf ihrer Stigmenplatte.

Aus diesen Stigmen des ersten Larvenstadiums geht schon bei der ersten Häutung ein Organ hervor, das von der Endform nur unwesentlich verschieden ist. An Larven, die kurz vor der Häutung stehen, treten die Zellen der Hypodermis des Stigmas durch ihre Größe stark hervor. Noch auffälliger zeigt sich jene von der übrigen Hypodermis der Haut gut abgegrenzte Zellanhäufung um die Stigmenplatte herum. Schon eine Zeit lang bevor die Larve ihre alte Haut abstreift, sieht man an dieser Stelle die Stigmenplatte des neuen Organes liegen. Die gleiche Art der Stigmenneubildung hat Boas bei der Larve von *Melolontha vulgaris*, Meinert bei weiteren Lamellicornierlarven beobachtet. Die beiden Forscher haben auch den Häutungsvorgang beschrieben. Dieser findet in der Weise statt, daß beim Abziehen der Cuticula das in den Stigmengang des neuen Stigmas steckende alte Organ samt den daranhängenden Tracheen herausgezogen wird. Unmittelbar nach der Häutung besitzt daher das frische Stigma eine weite Öffnung (Fig. 39, o).

Ein schematischer Schnitt, der in radialer Richtung durch das Stigma geführt ist, mag den Bau des Organs veranschaulichen (Textfig. XIV).

Der Stigmenvorraum (a) hat im Vergleich zu dem in (Textfig. XIII) dargestellten Vorraum des ersten Stadiums erheblich an Tiefe und Weite gewonnen, sein gangartiger, proximaler Teil hat sich im Verhältnis verkürzt und erweitert. Die Stützpfeiler sind kräftig entwickelt (Sp). Die Stigmenplatte setzt sich zusammen aus einem nierenförmig gestalteten Stück (P), das aus zwei dicht aneinanderliegenden Lamellen besteht, und einem die Begrenzung der Stigmenöffnung bildenden Teil, in dem sich zwischen den beiden Lamellen der Platte Gewebe erhält (P_1).

Wenn in den folgenden Ausführungen von der Stigmenplatte die Rede ist, so ist mit dieser Bezeichnung — um der Kürze des Ausdruckes willen — allein der aus den beiden aneinanderliegenden Lamellen bestehende Teil (P) gemeint.

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

Unmittelbar nach der Häutung erfolgt der Verschluß der Stigmenöffnung zum Stigmenspalt in der Weise, daß sich die hintere bezw. vordere Stigmenwand gegen den Gewebe enthaltenden Teil der Stigmenplatte vorwölbt.

Mit jeder weiteren Häutung vermehrt sich die Zahl der Stützpfeiler und damit auch die Anzahl der Kreise auf der Stigmenplatte. Die Platte selbst vergrößert sich unter Veränderung ihrer Form; indem in jedesmal größerem Umfange die ältere Platte von der neugebildeten umwachsen wird, geht die kreisförmige des ersten Stadiums allmählich in eine nieren- bis halbmondförmige über. Der Stigmengang verkürzt und erweitert sich gleichzeitig immer mehr, so daß er schließlich die Weite des Vorraumes erreicht und in diesem aufgeht. Die Tragbalken der Stigmenplatte sind am fertigen Stigma nicht mehr einfache, hohle Stäbe, sondern sie haben sich verzweigt, indem sie kurze, in regelmäßigen Reihen angeordnete Äste zur Stigmenplatte emporsenden, die mit dieser verschmelzen und deren Ansatzstellen die Umrandung der Kreise bilden.

Die verschiedenen Stufen dieser Entwicklung finden sich auch in den Stigmen der übrigen Lamellicornierlarven wieder, und bei den meisten Arten geht die Entwicklung noch weiter.

Schiödte hat die verschiedenen Formen auf einer Tafel zusammengestellt (vol. 9, Tab. XIX). Bei *Sinodendron, Aphodius* u. a. hat die Stigmenplatte eine nieren- oder halbmondförmige Gestalt; der Stigmenspalt liegt etwas entfernt von ihrer konkaven Seite. Bei *Cetonia* ist sie viel stärker gekrümmt, an ihre konkaven Seite hat die eingewölbte Wand des Stigmenganges den Gewebe enthaltenden Teil der Platte herangepreßt und damit den Spalt nahe an die Stigmenplatte gedrängt.

Den stärksten Grad der Krümmung zeigt *Melolontha,* bei der die Platte die Gestalt eines Hufeisens besitzt, und das eingewölbte Mittelstück, die „bulla" Schiödtes, bis auf eine schmale Brücke von ihr umfaßt wird.

Im Zusammenhang mit der Form der Stigmenplatte steht die Ausbildung ihrer Tragbalken und damit zugleich der durch diese gebildeten Kreise.

Die Stigmenplatte von *Sinodendron* stützen einfache, wenig verzweigte Pfeiler, die an der Ansatzstelle nicht verbreitert sind. Daher ist die Membran nicht in Kreise geteilt, sondern spannt sich ganz gleichförmig über den Stigmenvorraum hinweg. Erst eine Färbung der Chitinteile macht zwischen den Stützpfeilern kleine Querbalken sichtbar.

Das Balkengerüst der Stigmen von *Aphodius* steht durch seitliche Verbreiterung der Ansatzstellen an der Stigmenplatte miteinander in Verbindung; so entstehen die verhältnismäßig großen Kreise. Reicher ist die Verzweigung der Tragbalken bei *Cetonia* und *Melolontha.* Hier teilt sich ein jeder der Balken in eine Anzahl von Ästen, die einzelnen Äste lösen sich an ihren Enden dicht unter der Stigmenplatte in zahlreiche, kurze Leisten auf, die mit der Platte und unter-

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

einander verschmelzen, sodaß sie selbst die Seitenwände, die Platte, die Decke einer Lage eng aneinanderschließender Zellen bilden, die Meinert als „Luftkammern" bezeichnet. Infolge dieser reichen baumartigen Verzweigung der Stützbalken sind die Kreise der Stigmenplatte so zahlreich und klein, daß sie von der Mehrzahl der Beobachter als Poren in der Stigmenplatte aufgefaßt werden, während wenige Forscher sie als dünne Stellen der Chitinmembran ansprechen, und einige in ihrem Urteil schwanken.

Wie schwer die Frage zu entscheiden ist, ob wir es mit Löchern oder dünnem Chitin zu tun haben, zeigt am besten die große Zahl der darüber gelieferten Arbeiten. Sprengel, Krancher, Schiödte, Boas, Hansen und Sörensen sprechen sich für Durchbohrung der Stigmenplatte aus, die gegenteilige Auffassung befürworten eigentlich nur Treviranus, Burmeister und Meinert. Boas, der seine Beschreibung des Stigmas von *Melolontha* auf Schnittpräparate stützte, fügt seiner Arbeit eine Abbildung hinzu, welche die Durchbrechungen der Stigmenplatte veranschaulicht. Mir standen ebenfalls Schnittserien durch dasselbe Organ zur Verfügung, doch ließen sich an ihnen die von Boas bezeichneten Stellen in der Membran nicht als Poren, sondern nur als besonders dünne Stellen der Stigmenplatte ansprechen.

Mit Sicherheit läßt sich sagen, daß keineswegs die in der Aufsicht als Kreise erscheinenden Räume zwischen den Ansatzstellen der Tragbalken in ihrem vollen Umfange Durchbohrungen der Stigmenplatte darstellen. Diese sind immerhin so groß, daß sie auf guten Querschnitten bei genügender Vergrößerung unschwer als Poren erkennbar wären. Aber, wie die Abbildung bei Boas zeigt, besitzen die auf Schnittpräparaten als Poren gedeuteten Stellen einen weit geringeren Durchmesser.

Hansen hat die Durchbrechungen der Stigmenplatte dadurch nachzuweisen versucht, daß er die Stigmen mit Osmiumsäure kochte. Bei diesem Versuch blieben die Kreise ungefärbt, während ihre Umrandung sich dunkel färbte. Auf die Unzuverlässigkeit dieser Methode machte Meinert in einer Entgegnung aufmerksam, indem er einwandte, es könne einerseits so dünnes Chitin wie das in Frage kommende, durch scharfe Reagenzien zerstört werden, andererseits die Färbbarkeit dünner Chitinlamellen überhaupt bezweifelte. In der Tat wirken manche Stoffe wie z. B. Kaliumhypochlorit auf Chitin zersetzend ein, und die Färbung dünner Membranen bereitet große Schwierigkeiten, allein durch Anwendung des eingangs erwähnten Färbeverfahrens (Kalilauge und Pyrogallol) lassen sich brauchbare Ergebnisse erzielen. Die auf diese Weise gewonnenen Präparate zeigten ein ganz anderes Bild als das von Hansen beschriebene, denn die Kreise waren, wenn auch schwach, so doch wahrnehmbar gefärbt. Besonders am Rande in die Stigmenplatte gestoßener Risse, welche die einzelnen Kreise zersprengt hatten, heben sich die Ränder der zerrissenen Membranen durch ihre bräunliche Färbung von dem

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

hellen Untergrunde ab. Einzig bei *Melolontha* bleibt die Möglichkeit bestehen, daß sich in den vorhandenen Membranen äußerst kleine spaltförmige Durchbrechungen finden. Gut gefärbte Präparate dieser Stigmen zeigten in jeder der vielen länglich-runden Membranen einen in der Richtung des längsten Durchmessers verlaufenden ungefärbten Streifen. Etwas Ähnliches vermochte ich an den Stigmen anderer Lamellicornierlarven nicht nachzuweisen. Da es unwahrscheinlich ist, daß allein *Melolontha* eine durchbrochene, die übrigen Larven eine geschlossene Stigmenplatte besitzen, wird sich die beschriebene Erscheinung durch Strukturverhältnisse der Membranen erklären. Das Chitin derselben ist an ihrem Ende dicker als in der Mitte. Der Rand wird außerdem durch kleine von der festen Umrahmung der Kreise ausgehende Zacken gestützt, eine Erscheinung, die bei *Cetonia* am deutlichsten hervortritt.

Fast ebenso großen Schwierigkeiten wie die Untersuchung der Stigmenplatte begegnet die Frage nach der Luftdurchlässigkeit des Stigmenspaltes. Den Charakter des Spaltes als der eigentlichen Stigmenöffnung hat bereits De Geer richtig erkannt. Wenn Krancher (26, S. 556) diesen Stigmenteil als Chitinzapfen zur Anhaftung eines Verschlußmuskels deutet, so ist diese Auffassung durch die Beobachtung der Entstehung des Spaltes widerlegt. Boas erblickt die Bedeutung des Stigmenspaltes darin, daß er dazu dient, bei der Häutung das alte Stigma mit den daranhängenden Tracheen aus dem neuen herauszuziehen. Am fertigen Stigma ist seiner Ansicht nach der Spalt durch Aneinanderlegen seiner Wände vollkommen geschlossen. Meinert teilt die Lamellicornierlarven nach der Wegsamkeit ihres Stigmenspaltes in zwei Gruppen: 1. die Copridinen und Geotrupinen mit luftdurchlässigem, 2. die übrigen mit geschlossenem Spalt und starker Chitinisierung seiner Wände.

Bezüglich der Stigmen von *Melolontha* und *Cetonia* muß ich im Gegensatz zu Boas und Meinert hervorheben, daß ich sowohl auf Mikrotom- wie auf Handschnitten die Wände des Stigmenganges nicht aneinanderliegend fand. Mag nun auch erst der Druck des Messers die Wände voneinander getrennt haben, so spricht der Befund doch für die Möglickheit, sie leicht zum Klaffen zu bringen. Ob und inwieweit es im Belieben der Larve steht, von der Fähigkeit, ihren Stigmengang zu öffnen oder zu schließen Gebrauch zu machen, läßt sich kaum entscheiden, da das Objekt für Untersuchung im lebenden Zustande bei starker Vergrößerung durchaus ungeeignet ist. Unmittelbar am Spalt ist bei keiner Larve ein Muskel aufzufinden, wenngleich Meinert bei Copridinen und Geotrupinen einen in dessen Nähe sich an die Stigmenwand anhaftenden als Öffnungsmuskel der Spalte bezeichnet. Dieser Muskel findet sich auch bei *Melolontha*. *Cetonia* besitzt an seiner Stelle ein Band, welches in seinem Bau die größte Ähnlichkeit mit dem in der Einleitung beschriebenen des großen Kegels am Verschlußapparat aufweist. Eine Verschlußeinrichtung in der üblichen Ausbildung kommt nur den Lucaniden zu (*Sinodendron*).

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

Vielleicht ist der bei den übrigen Lamellicorniern gefundene Muskel als Überbleibsel einer solchen aufzufassen.

Die Larven der Gattungen *Aphodius*, *Cetonia* und *Melolontha* zeichnen sich durch eine Eigentümlichkeit ihres Tracheensystems aus, die ich bei keiner anderen Käferlarve so ausgeprägt fand wie hier. Schon mit bloßem Auge erkennt man bei diesen Tieren einen hellen Hof um die Stigmen herum, der, wie eine Betrachtung unter der Lupe lehrt, durch einen Kranz unmittelbar unter dem Stigma entspringender feiner Tracheen gebildet wird (Fig. 41 und 42.)

Irgend ein Organ, welches durch diese zahlreichen feinen Tracheen besonders reich mit Sauerstoff versorgt wird, ist nicht vorhanden. Sie heften sich in der Umgebung, vor allem an den Fettkörper an. Es handelt sich hier augenscheinlich um eine Tracheenlunge, ein Organ, bestimmt, den Sauerstoff von den Tracheen an das Blut abzugeben. Aber eine solche Lunge kann nur funktionieren, wenn durch das Stigma, also den Stigmenspalt, atmosphärische Luft aufgenommen wird. So spricht auch das Vorhandensein dieser Lunge dafür, daß der Stigmenspalt offen ist. Überhaupt ist nicht einzusehen, wie bei zahlreichen Lamellicorniern die Atmung erfolgen soll, wenn das Stigma geschlossen ist.

Canthariden.

Von Cantharidenlarven untersuchte ich zwei Arten, die einige Verschiedenheiten in ihrer Stigmenform aufweisen. Die Stigmen liegen, besonders bei der größeren Art (*Cantharis* sp.) am Grunde einer Einsenkung der Körperhaupt. Das erste Paar gehört dem Mesothorax an.

Die kleinere, nicht näher bestimmbare Art, von der nur ein Exemplar im Walde unter abgefallenem Laub gefunden wurde, besitzt die einfachere Stigmenform (Fig. 30). Das Stigma zeigt einen flach muschelförmigen Vorraum und eine Stigmenplatte von nierenförmiger Gestalt, die durch kleine, vom Grund und von den Seiten des Vorraumes ausgehende Balken getragen wird. Am vorderen konkaven Rand dieser Platte liegt die Stigmenöffnung als trichterartiger Spalt (o).

Ganz ähnlich gebaut sind die abdominalen Stigmen der Cantharislarve, nur sind die Stützbalken kräftiger und verzweigt. Das Thorakalstigma dagegen bietet durch die Veränderung in der Lage des Stigmenspaltes ein etwas abweichendes Bild (Fig. 37). Der Spalt (o) greift vom Vorderrande der Stigmenplatte zum gegenüberliegenden hinteren Rand hindurch und teilt dadurch die Platte in zwei gleich große und gleichgestaltete Teile. Einen Verschlußapparat habe ich nicht auffinden können, obwohl nach Haase (20) die Mesothorakalstigmen eine starke Verschlußeinrichtung besitzen. Auch bei den Canthariden ist die Tracheenverzweigung dicht am Stigma eine ziemlich starke.

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

Lampyridae.

Die drei untersuchten Formen, *Luciola italica*, *Lampyris noctiluca* und eine nicht näher zu bestimmende aus einem morschen Fichtenstumpf besitzen im wesentlichen gleich gestaltete Organe. Ihr erstes Stigma liegt mesothorakal. Es mag das Stigma der größten Larve, *Luciola italica* als Beispiel dienen (Fig. 32). Mit den Canthariden hat diese Form nur die Lage der Stigmen am Grunde einer Hauteinsenkung gemeinsam; in der Gestalt der Organe entfernt sie sich weit von ihnen.

Der auffälligste Teil des Stigmas sind zwei Kammern, deren benachbarte Längswände sich zu einer gemeinsamen Mittelwand zusammenfügen. Die Decke jeder Kammer setzt sich zusammen aus zwei Chitinlamellen, die sich von der Mittelwand und der Seitenwand her gegeneinander wölben.

Der an die Seitenränder bezw. an die Mittelwand stoßende Teil der Lamellen wird durch je eine Reihe regelmäßig angeordneter Chitinrippen gestützt. Nach dem Körperinnern der Larve zu mündet jede der beiden Kammern mit einer weiten, gut umgrenzten Öffnung in den gemeinsamen Stigmenraum, eine Halbkugel, an die sich die Trachee ansetzt. Bei *Lucicola* ist der Rand dieser Halbkugel etwas nach innen gebogen und durch stärkere Chitinisierung ausgezeichnet, bei der unbekannten Larvenform entspringen aus seinem unterhalb der paarigen Hohlräume gelegenen Teil einige lange Chitinpfeiler. Eine dünne Chitinhaut bildet die Decke des Vorraumes, der nur durch einen engen Gang, den Stigmenspalt, mit der Körperoberfläche in Verbindung steht. Eine erwähnenswerte Abweichung von der eben gegebenen Beschreibung des Lampyridenstigmas stellt das thorakale Stigma der unbekannten Larvenart dar. Statt der gewöhnlichen zwei Kammern finden sich hier drei derselben (Fig. 33).

Cleridae.

Die Stigmen der unter Kiefernborke den ganzen Sommer hindurch häufig anzutreffenden Larve von *Clerus formicarius* verdienen ihrer sehr eigentümlichen Gestalt wegen besondere Beachtung. Das erste Stigmenpaar gehört dem Mesothorax an.

Alle Stigmen sind von gleicher Beschaffenheit. Das Organ besitzt eine weite, offene Mündung, deren Rand nach innen umgeschlagen ist, die Stigmenplatte (Fig. 18, p). Vom Rande aus erstreckt sich nach hinten eine schmale, flache Kammer (K), deren Länge nicht ganz die des halben Stigmendurchmessers erreicht. Eine Mittelwand, die sich bei einer günstigen Lage der Kammer als Längsfalte ihrer unteren Wand (des Kammerbodens) zu erkennen gibt, teilt das ganze Gebilde in zwei gleichgroße Räume. Die Decke jeder Kammer wird dadurch gebildet, daß die zu einer feinen Membran verlängerten Endflächen der Seiten- und Mittelwand umgeschlagen und miteinander verklebt sind.

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

Die Kammerwände sind quergefaltet; die Enden der Falten stützen die Kammerdecke. Die Grenze des schalenförmigen Stigmenvorraumes gegen den Stigmengang bezeichnet eine kräftige, aus radialen Chitinspitzen gebildete Reuse. Der Stigmengang ist mit einem starken Spiralfaden ausgestattet.

Hydrophilidae.

Die Larven leben teils im Wasser, teils auf Wiesen unter verwesenden Vegetabilien oder im Kuhmist. Der Einfluß dieser Lebensweise macht sich in der Beschaffenheit ihrer Atmungsorgane geltend, und es ergeben sich besonders interessante Verhältnisse daraus, daß die Anpassung des Respirationssystems an die Lebensbedingungen nicht bei allen Larven gleichartig ausgeprägt ist. Bereits Schiödte hat Unterschiede in dieser Beziehung festgestellt und hauptsächlich die verschieden weit fortgeschrittene Rückbildung des 12. Segmentes und die Stigmenform der einzelnen Larven zu ihrer Einteilung benutzt.

Nach diesen Merkmalen lassen sich zwei Hauptgruppen von Hydrophilidenlarven aufstellen. Die eine kennzeichnet sich dadurch, daß ihre Stigmen alle gleichgestaltet sind.

Nach Schiödte gehört hierher die Larve von *Helophorus grandis*. Leider war mir diese für die Untersuchung der Hydrophilidenstigmen wichtige Art nicht zugänglich, doch läßt sich aus Schiödtes Abbildung (vol. 1, Tab. VII, Fig. 11) ersehen, daß das letzte Stigmenpaar der Larve die gleiche Beschaffenheit besitzt, wie sie bei allen Hydrophilidenlarven und damit auch bei *Helophorus* die vorderen acht Paare zeigen.

Ähnliche Verhältnisse finden sich auch bei der Larve von *Berosus spinosus*, von der ich zwei Exemplare untersuchen konnte. Die kleinen, wenig auffälligen Vorderstigmen des Tieres liegen an der Spitze kurzer Erhebungen der Körperhaut (Fig. 24). Der tracheenähnliche Stigmengang, der am deutlichsten hervortritt, gabelt sich an der Spitze der Hauterhebung. Der kürzere von den beiden Ästen (o) besitzt zusammengepreßte Wände und strebt geradeswegs zur Cuticula empor. Er stellt den Stigmenspalt dar. Das andere, längere Spaltstück des Stigmenganges, welches besonders in seinem Anfangsteil eine größere Weite besitzt, erstreckt sich bis in die Spitze des Hautfortsatzes. Sein blind geschlossenes Ende, die Stigmenkammer (K), legt sich der Oberfläche desselben an. Die Wand dieses Stigmenteiles ist mit spärlichen, undeutlich hervortretenden Querrippen ausgestattet.

Das letzte Stigma weicht in seiner Gestalt etwas von den vorderen ab (Fig. 25). Es erscheint im Vergleich zu ihnen kürzer dadurch, daß ihm ein Stigmengang fehlt. Das Organ beginnt über der Trachee mit einem weiten Anfangsteil, der sich allmählich verschmälert und mit einem kurzen, verhältnismäßig gut abgesetzten Blindsack endigt (K). Die Wand ist auch hier mit undeutlichen Rippen und spärlichen Borsten ausgestattet. Einen Stigmenspalt konnte ich an dem mir vorliegenden Präparat nicht auffinden. Doch ist ein solcher zweifellos vorhanden,

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

aber so undeutlich, daß er ohne Färbung nicht sichtbar wird. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß die vorderen und hinteren Stigmen grundsätzlich gleich gebaut sind.

Die Stigmen der *Berosus*larve machen den Eindruck rudimentärer Organe; ein Tier, welches ich längere Zeit in tiefem Wasser hielt, kam niemals zur Atmung an die Oberfläche.

Ungleich bedeutender sind die Unterschiede zwischen den vorderen und den Endstigmen bei den übrigen Hydrophilidenlarven. Hier ist die Divergenz so auffällig, daß sich an demselben Tier zwei ganz verschiedene Stigmenformen finden.

Im Gegensatz zu *Berosus* nehmen die nun zu besprechenden Hydrophilidenlarven durch ihre Endstigmen Luft auf. Diese Organe fallen auf den ersten Blick durch ihre Größe auf, eine Erscheinung, die Haase zu der Angabe veranlaßt hat, die ausgewachsene Larve von *Hydrophilus* besitze nur ein Stigmenpaar am Hinterleibsende (20, p. 51). Soweit meine Beobachtungen reichen, sind bei den Hydrophilidenlarven in allen Stadien sämtliche Stigmen sichtbar. Nur die Larve von *Spercheus emarginatus* macht eine Ausnahme. Es wurden untersucht die Larven von *Cercyon litoralis, Sphaeridium bipustulatum* aus Kuhmist, einer dritten Art, die in einem „Nest" von Algenfäden lebt, ferner *Hydrous caraboides, Hydrophilus piceus* und *Spercheus emarginatus.*

Die Vorderstigmen der Cercyonlarve liegen an der Spitze von Hautfortsätzen wie die von *Berosus,* denen sie auch in ihrem Bau gleichen. Ein Unterschied besteht nur insofern, als der Blindsack an der Spitze der Hauterhöhung durch eine mittlere Längsscheide in zwei Kammern getrennt ist.

Die Endstigmen, welche unter der schildartigen Dorsalplatte des achten Abdominalsegmentes versteckt sind (Fig. 9), stellen undeutlich geringelte Röhren dar; sie münden im Gegensatz zu den Vorderstigmen mit einer etwas erweiterten runden Öffnung nach außen. Bei den folgenden Larven kehren die gleichen Verhältnisse wieder, nur finden sich geringe Abweichungen in der Form der Endstigmen. So sind die beiden letzten Stigmen der in den Algennestern gefundenen Larve stark verkürzt und am Außenrande nach der Längsachse des Körpers zu auffällig erweitert (Fig. 8). Die Wand ist nicht geringelt, sondern mit Chitinspitzen ausgekleidet, die in Querreihen angeordnet sind.

Die Endstigmen der Sphaeridiumlarve sind flache Schalen mit regellos gestellten Spitzen. An dieser Larve läßt sich der Bau der verhältnismäßig gut entwickelten vorderen Stigmen besonders schön übersehen (Fig. 28 und Textfig. XI). Der Stigmengang wie auch der Stigmenspalt ist nicht anders gebildet, wie bei den übrigen Hydrophilidenlarven, dagegen erreicht die Ausgestaltung der Stigmenkammer eine hohe Vollendung. Die ventrale Wand der Kammer bildet durch Einfaltung drei niedrige Längswände, von denen die eine in der Mittelebene, die andern beiden an den Seiten der Kammer verlaufen. Die Wände laufen in schlanke, hohle Stützpfeiler aus, die zur Decke der Kammer emporstreben und sich dort mit verbreiterten Enden ansetzen.

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

Entsprechend der größeren Weite der Kammer sind die Pfeiler im basalen Teil derselben sehr lang und dabei dünn, während sie nach dem verflachten Kammerende zu kürzer werden, dafür aber an Stärke zunehmen. Die Pfeiler der seitlichen Wände stehen in je einer geraden Linie nebeneinander, die der Mittelwand abwechselnd je einer nach rechts und links von der Mittelebene. Auf diese Weise erscheinen ihre Ansatzstellen an der Chitinmembran der Kammerdecke als vier Längsreihen leuchtender ovaler Plättchen: zwei benachbarte mittlere und zwei seitliche.

Das Innere der Kammer wird dementsprechend in vier Räume zerlegt, die durch die Lücken zwischen den einzelnen Pfeilern miteinander in Verbindung stehen.

Gegenüber diesen hochentwickelten Organen erscheinen die Vorderstigmen der Larven von *Hydrous* und *Hydrophilus* sehr vereinfacht, ja unvollkommen entwickelt. Dies trifft besonders für die jüngsten, noch in der Eihülle steckenden Larven zu, die ich von *Hydrous caraboides* untersuchen konnte.

Von den einzelnen Stigmenteilen ist der Stigmengang, der Vorraum und die Kammer deutlich zu erkennen, der Stigmenspalt kaum wahrzunehmen. Der Vorraum wird von feinen Borsten ausgekleidet, die Teilung der Kammer durch eine Mittelwand beschränkt sich auf ihren Endteil (Fig. 26).

Bei den erwachsenen Larven tritt der stark zusammengelegte Stigmenspalt deutlicher hervor als bei jungen. Die Wandung des Vorraumes ist sehr dünnhäutig und die Teilung der Kammer weiter durchgeführt (Fig. 27 und Textfig. XI). Die Mittelwand ragt bis zur Hälfte der Kammerhöhe in den Raum hinein, die seitlichen Wände stellen zwei jederseits dicht unter der Decke des Gewölbes entlanglaufende Wälle dar (Textfig. XI). Die an ihren Enden kaum verbreiterten Stützpfeiler unterscheiden sich nur wenig durch ihre Stärke von den übrigen in die Kammerhöhlung hineinragenden Chitinspitzen Dem Basalteil der Kammer fehlen auch hier die eben beschriebenen Einzelheiten.

Die Endstigmen sind schon im jüngsten Larvenstadium denen der erwachsenen Larve ganz ähnlich, werden also von vornherein als offene Schalen angelegt. Bemerkenswert ist an ihnen eine nach der Mittellinie des Körpers zu vorspringende flache, schmale Ausbuchtung, die am Grunde mit einem lange Spitzen tragenden Wall ausgestattet ist.

Durch die eigentümliche Beschaffenheit der Tracheenenden in unmittelbarer Nähe der Endstigmen zeichnet sich besonders die Larve von *Hydrophilus piceus* aus. Der Spiralfaden ist hier nur in der einen Hälfte des Tracheenumfanges ausgebildet, die andere Seite der Tracheenwandung ist weichhäutig und strukturlos. Diese Einrichtung steht im Zusammenhang mit der Art des Verschlusses der Atmungsorgane, der nicht nur durch den Verschlußapparat, sondern außerdem durch Zusammenklappen des Hinterleibsendes (Aneinanderlegen des 11. und 12. Segmentes) bewirkt wird. Die dabei erfolgende Umbiegung der

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

Stigmen wird durch das Fehlen des Spiralfadens auf der einen Seite des Tracheenendes erleichtert.

Von den bisher behandelten Schwimmkäferlarven weicht die *Spercheus*-Larve durch eine Eigentümlichkeit ab, die ich bei keiner andern Käferlarve wiederfand. Schiödte gibt von ihr an: Spiracula praeter octavum par abdominis nulla (v. 8, p. 217).

Diese Angabe beruht auf ungenauer Beobachtung. Es sind außer dem erwähnten letzten Stigmenpaar noch zwei weitere, und zwar das erste auf dem Mesothorax, das zweite auf dem ersten Hinterleibsring sichtbar, die übrigen Stigmen, also das zweite bis siebente Paar des Abdomens, sind geschlossen. Die zwei Paar Vorderstigmen weichen in ihrer Beschaffenheit etwas von den gleichen Organen der übrigen Hydrophilidenlarven ab (Fig. 22). Sie sind nur wenig über die Körperoberfläche erhöht. Der Stigmenvorraum liegt dicht unter der Cuticula und mündet durch eine enge, zentrale Stigmenöffnung nach außen. Die Stigmenkammern sind gut ausgebildet, ihre Wände mit Querrippen ausgestattet.

Das letzte, offene Stigmenpaar besitzt ebenfalls eine sekundäre Verschlußeinrichtung, doch von anderer Art als die übrigen Hydrophiliden.

Parnidae.

Die Larve von *Parnus griseus* erhielt ich aus Tümpeln durch Absieben von Schlamm und Pflanzenteilen.

Das Tier lebt gleich gut unter wie über Wasser. Das letzte Segment besteht aus einem dorsalen Teil und einer ventralen, beweglich mit diesem verbundenen Klappe. Das Verbindungsstück ist sehr weichhäutig. Im Wasser wird die Klappe offen gehalten. Da an die weiche Haut eine Anzahl von Tracheenbüscheln herantreten, mag sie imstande sein, die Atmung unter Wasser zu vermitteln, zumal die außerordentlich träge Larve kaum viel Sauerstoff benötigt. Die Luftatmung vermitteln die in gewöhnlicher Anzahl vorhandenen Stigmen, welche eine sonderbare Lage am Körper einnehmen. Das mesothorakale Paar findet sich ventral, die ersten sieben Paare des Abdomens an den Seiten ihrer Segmente, das achte Paar liegt auf dem Rücken und am Hinterrand des achten Abdominalsegmentes. Die letzten beiden Stigmen sind etwas größer als die übrigen abdominalen, stimmen aber im Bau mit ihnen überein (Fig. 34). Der durch seine dunkle Farbe und starke Chitinisierung am deutlichsten hervortretende Stigmenteil ist eine aus zwei nebeneinanderliegenden Räumen zusammengesetzte flache Kammer. Die Decke der Kammern bildet eine dünne Chitinmembran, die von breiten Rändern aus stärkerem Chitin umrahmt wird. Die Kammerwände sind quer gerieft.

Beide Kammern münden in den tiefer gelegenen Stigmenvorraum; dieser steht durch einen trichterartigen Gang, den Stigmenspalt, mit der Cuticula in Verbindung; nach dem Körperinnern entsendet er eine Röhre, die in die Trachee übergeht, ohne einen Verschlußapparat

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

zu bilden, und vollkommen einer Trachee gleicht, aber einen stärkeren Spiralfaden besitzt als diese.

Eine andere hierherzurechnende Larve, die wahrscheinlich der Gattung *Limnius* angehört, fand ich in einem Bach an Steinen. Sie gleicht in der Stigmenform der *Parnus*-Larve, nur sind ihre Organe klein und in ihren einzelnen Teilen nicht so wohlentwickelt. Das Tier macht wohl auch keinen Gebrauch von ihnen, da es ständig von Wasser umspült wird und für die Wasseratmung mit ausstülpbaren Analkiemenschläuchen ausgestattet ist.

Elmidae.

Ganz das Gleiche gilt für die bekannte Larve von *Elmis Maugei*, die ebenfalls unter Wasser zwischen Moosrasen sich aufhält. Auch die Stigmen dieses Tieres sind von geringer Größe.

Helodidae.

Von den zu dieser Familie gehörenden Arten sind *Cyphon variabilis* und *Helodes* sp. als Larven im Frühjahr und Sommer sehr häufig in stehenden Gewässern anzutreffen, wo die an ihren langen, vielgliederigen Fühlern leicht kenntlichen Tierchen lebhaft an der Unterseite der Wasserlinsendecke entlanglaufen oder zwischen Wassermoos herumklettern. Sie kommen in ziemlich langen Pausen an die Wasseroberfläche, um zu atmen. Während der Atmung sah ich manchmal die *Cyphon*-Larve durch Einziehen und Strecken der Segmente pumpende Bewegungen ausführen. Die Luftaufnahme vermittelt ein einziges Paar großer Stigmen, das am Körperende liegt (Fig. 2). Die beiden Stigmen stoßen aneinander und nehmen die ganze Breite des Hinterrandes vom achten Abdominalsegment ein. In ihrer Umgebung stehen kleine verzweigte Borsten, die wahrscheinlich zum Festhalten der Luft dienen.

Die Stigmen sind einfache Schalen, deren Wand ein feines, regelmäßiges Maschenwerk kleiner Chitinleisten auskleidet. Unmittelbar distal des Verschlußapparates steht ein Kranz kurzer Spitzen. Die vorderen Stigmen liegen ebenfalls unweit des Hinterrandes ihrer Segmente. Sie sind sämtlich geschlossen und schwer aufzufinden; ihr erstes Paar gehört dem Mesothorax an. Erwähnung verdient die Beschaffenheit des Tracheensystems.

Dieses besteht in der Hauptsache aus den sehr umfangreichen Längsstämmen, denen gegenüber die queren Commissuren und die übrigen spärlichen Tracheenäste ganz zurücktreten.

Den Längsstämmen fehlt der Spiralfaden; sie sind sehr dünnwandige, dehnbare, in jedem Segment zu einer blasigen Erweiterung aufgetriebene Schläuche, die, schon dem bloßen Auge sichtbar, als silberglänzende Längsstreifen an den beiden Körperseiten hervortreten. Obwohl auch diese Larven am Körperende als Kiemen bezeichnete, ausstülpbare Lamellen besitzen, in denen das Blut lebhaft

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

zirkuliert und die hervorgestreckt werden, sobald den Tieren der Zutritt zur Atemluft verwehrt wird, sind sie anscheinend nicht imstande, längere Zeit völlig untergetaucht zu leben, denn auch in sehr sauerstoffreichem Wasser gingen sie schon nach mehreren Stunden ein, sobald ihnen die Möglichkeit genommen wurde, an die Oberfläche zu gelangen.

Nosodendridae.

Nosodendron fasciculare. Trotzdem sich eine Reihe französischer Entomologon mit Untersuchungen dieser Larve und insbesondere ihrer Stigmen beschäftigt hat, sind über Stellung, Anzahl und Gestalt der Organe bisher nur unzureichende Angaben gemacht worden.

Chapuis und Candèze fanden nur das erste Abdominalstigma (10). Dufour (14) zählte sieben Paare abdominaler Stigmen. Laboulbène (27) sah auch das ganz am Vorderrand des Mesothorax gelegene Stigma und behauptete, ebenso wie Perris (41), die Larve besäße im ganzen nur acht Paar von diesen Organen statt der sonst bei Käferlarven üblichen neun. Die Stellung der Stigmen in kleinen Hauterhebungen erklärte er als Anpassung an die Lebensweise der Larve, die sich im Baumfluß aufhält.

Es ist merkwürdig, daß alle diese Forscher das neunte Stigmenpaar übersehen haben, da es bedeutend größer als alle übrigen ist. Doch erklärt sich dies dadurch, daß es stets an falscher Stelle, nämlich in Hauterhebungen auf dem Rücken des elften Segmentes gesucht wurde, während es in Wirklichkeit am spitz ausgezogenen Ende desselben liegt (Fig. 30).

Die Gestalt der Vorder- und Endstigmen ist ganz die gleiche. Erinnert schon die Stellung der Organe in Hautfortsätzen, bezw. die Verlagerung des letzten Paares ans Körperende an die Hydrophilidenlarven, so erhöht sich die Ähnlichkeit noch durch die nahezu gleiche Form der Stigmen. Die Stigmenkammer ist zweiteilig; die Membranen ihres Daches werden von den Enden feiner, den Seitenwänden der Kammern ansitzender Rippen getragen.

Beobachtet man das lebende Tier, so sieht man, daß es meist das Hinterende an die Oberfläche bringt, während die übrigen Stigmen anscheinend nicht mit der Luft in Berührung gebracht werden. Das Hinterende führt häufig langsam pendelnde Bewegungen aus, die von Bedeutung für den Gaswechsel sein dürften.

Dermestidae.

Die Stigmen der Dermestidenlarven bieten in ihrer Form keine Besonderheiten. Es sind offene Röhren von ähnlichem Bau wie die Stigmen etwa der Staphyliniden. Eigentümlich ist nur ihre Stellung auf den Segmenten, wie ich sie bei *Dermestes lardarius* beobachtete. Während das thorakale Paar seinen Platz zwischen Pro- und Mesothorax hat, sind die abdominalen Stigmen in der Weise von vorn nach hinten und zugleich nach oben verlagert, daß sie auf dem ersten Hinter-

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

leibsring etwa in der Mitte unter der braunen Binde des Rückenschildes, auf dem achten am Hinterrande desselben und nahe dem Rücken liegen.

Elateridae.

Da die Stigmen der Schnellkäferlarven den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen bildeten, beobachtete ich von dieser Familie eine größere Anzahl Larven. Sie fanden sich teilweise recht häufig in morschem Holz, Gartenerde, Kartoffelknollen und Kuhmist. Nach Schiödte ließen sich folgende Arten bestimmen: *Melanotus castanipes, Ampedus dibaphus, Ectinus aterrimus, Agriotes lineatus, Tactocomus tessellatus, Hypogamus cinctus, Cardiophorus asellus.* Mehrere andere Arten konnten nicht bestimmt werden.

Die Stigmen aller dieser Larven zeigen untereinander die größte Übereinstimmung, nur die von *Cardiophorus* nehmen eine gesonderte Stellung ein.

Schiödte bildet aber eine Reihe anderer Elateridenstigmen ab, deren Formverschiedenheiten so beträchtlich sind, daß sie zur systematischen Einteilung der Larven mit herangezogen wurden.

Die Stigmen der Brust liegen auf dem Mesothorax an der Unterseite, die des Abdomens an der Seite des Körpers, vorn und seitlich begrenzt von Chitinleisten, die Schiödte als impressiones musculares bezeichnet. Der folgenden Beschreibung liegt die Art *Ampedus dibaphus* zugrunde (Fig. 35). Der am meisten in die Augen fallende Teil der Stigmen ist die Stigmenplatte, ein von der gelben Cuticula sich durch seine dunklere Farbe gut abhebendes Feld von länglich viereckigem Umriß, das sich schon bei schwacher Vergrößerung als aus zwei mit ihren benachbarten Längskanten aneinandergefügten Stücken zusammengesetzt erweist. Die durch eine feine Linie angedeutete Längsachse (g) des ganzen Gebildes teilt daher dieses in eine dorsale und ventrale Hälfte. Die bilaterale Symmetrie der Stigmenplatte tritt durch eine Reihe von Einzelheiten im Bau ihrer beiden Hälften besonders deutlich in Erscheinung. Das Mittelstück jeder Hälfte besteht aus einer dünnen, durchsichtigen Chitinmembran, die ihrer ganzen Länge nach von einem Nahtstreifen durchsetzt wird, den Schiödte in seinen Abbildungen als Spalt (S) gezeichnet und „rima respiratoria" genannt hat. Der Streifen zeigt an, daß die Membran kein einheitliches Stück, sondern durch Zusammenschluß zweier Lamellen gebildet ist. Ob diese entlang der Nahtlinie völlig miteinander verschmelzen oder, wie es Schiödte darstellt, einen feinen Spalt zwischen sich offen lassen, ist eine schwer zu entscheidende Frage.

An Totalpraeparaten sah ich nie einen so breiten Spalt wie ihn Schiödte zeichnet, sondern die Ränder der Lamellen eng aneinander. An einzelnen herauspräparierten Stigmen oder stark gequetschten Präparaten klaffen zwar häufig die Ränder, doch wird der Spalt hier künstlich, durch die Präparation herbeigeführt sein. Jedenfalls gelingt es sehr leicht, die Lamellen der Membran entlang der Nahtlinie zu

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

trennen. Die beiden Längskanten und die Vorderkante der Membran umgibt ein breiter Rand von festerem, dunkel gefärbtem Chitin. Dieser entsendet in die Membran hinein eine Reihe kurzer Chitinspitzen (Sp.). Der Rand selbst erscheint quergericft. Die Riefen der Ränder lassen sich bei einer tieferen Einstellung des Mikroskopes in die Tiefe verfolgen; es zeigt sich dann, daß sie als Rippen der Wandung zweier unter der Stigmenplatte gelegener Kammern aufzufassen sind.

Die in die Membranen auslaufenden Chitinspitzen erweisen sich als die oberste Reihe einer Anzahl kurzer, in die Kammern hineinragender Chitinspitzen, mit denen die Seitenwände sehr reichlich, der Boden der Kammern nur spärlich besetzt sind. Auch die Wandrippen sind, wie eine Betrachtung der Stigmenkämmern von der Seite und von innen lehrt, an den Seitenwänden am stärksten, am Boden schwächer ausgebildet, sodaß sie hier nur feine Rillen darstellen.

Ein sehr anschauliches Bild, das alle diese Einzelheiten im Zusammenhang übersehen läßt, liefern Querschnitte durch die Stigmenkammern, welche nicht ganz senkrecht zur Stigmenplatte geführt sind, sondern diese in etwas schräger Richtung getroffen haben. Ein solcher Schnitt zeigt das herausgeschnittene Stück der beiden Kammern als zwei in die untere färbbare Schicht der Cuticula eingebettete Ringe, deren Chitin von der gleichen Beschaffenheit ist wie das der oberen Cuticularschicht und ohne scharfe Grenze in dieses übergeht. Zwischen die benachbarten Wände der Kammern ragt ein Fortsatz der unteren Cuticularschicht, der als Falte derselben bezeichnet werden muß, da sich in seiner Mitte ein spaltartiges Lumen findet (Textfig. X). Die Kammerwand läßt auf Schnitten von größerer Dicke die oben beschriebene Riefung erkennen. Die Rippenenden legen sich an die Decke der Kammern an, sie bilden auf dieser die Riefen der dunkel gefärbten Chitinränder der Stigmenplatte.

Die Zacken der dünnen Membranen entspringen dicht unter der Stigmenplatte aus der innersten Schicht der Kammerwand, der auch die oben erwähnten Borsten ansitzen, und dürften daher, wie schon bei der Beschreibung der Stigmenplatte hervorgehoben wurde, als oberste, etwas veränderte Reihe derselben aufzufassen sein.

Für diese Auffassung spricht, daß sie bei manchen Stigmen, z. B. denen von *Ampedus*, als vier von den übrigen vier gerieften Streifen deutlich unterschiedene Reihen auf der Stigmenplatte hervortreten.

Dagegen ziehen sich an anderen Stigmen, etwa bei *Melanotus*, nur vier geriefte Längsstreifen über die Stigmenplatte, und hier sind die in die Membranen auslaufenden Zacken offensichtlich nichts anderes als die in feine Spitzen ausgezogenen Enden der Wandrippen.

Endlich gibt ein Querschnitt Aufschluß über die Bildung der Stigmenplatte. Bereits aus dem Vorhandensein der Nahtlinien in den Membranen ließ sich die Folgerung ziehen, daß die Platte durch Zusammenschluß von drei Chitinlamellen entstanden sei.

Der Schnitt zeigt uns, daß an der Stelle, wo die Kammerwände in die Cuticula übergehen, das Chitin der äußeren Schicht eine besondere Mächtigkeit erreicht: es bildet so die vier dunkel gefärbten

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

Streifen auf der Stigmenplatte, welche die Membranen umranden. Die Membranen selbst sind die zu feinen Lamellen verlängerten Enden der Ränder, die sich umschlagen und zu einem die Kammerhöhlung überbrückenden Dach zusammenschließen (vergl. Textfig. X). Auch durch Betrachtung von Querschnitten läßt sich kaum entscheiden, ob der Verschluß ein vollkommener ist. In den meisten Fällen klafft zwischen den Rändern der Lamellen eine weite Lücke. Diese ist aber sicher ein Kunstprodukt, wie daraus hervorgeht, daß die Spalte der einen Seite eine andere Weite besitzt als die benachbarte und zumeist auch die Wände der Kammern auseinander- oder zusammengeschoben sind. Auf anderen Schnitten liegen die Ränder der Lamellen eng aneinander.

Der Vorderrand der Stigmenplatte ist in die Tiefe versenkt, er besteht aus so festem, dunkel gefärbtem Chitin, daß eine Grenze der drei Streifen der Platte nicht nachweisbar ist, sondern der ganze Vorderrand als einheitliches Stück erscheint.

Die Stigmenkammern sind in ihrem hinteren, dem Körperende der Larve zugekehrten Teil flach, nach dem Vorderrande zu gewinnen sie allmählich an Tiefe. Gerade unter der Vorderkante der Stigmenplatte öffnen sich die Kammern in den gemeinsamen Vorraum. Der Vorderrand desselben steht durch eine Chitinbrücke mit der Mittelwand der Stigmenplatte in Verbindung und sendet zu beiden Seiten derselben einige Chitinpfeiler an den Plattenrand.

Im übrigen ist seine Wandung verhältnismäßig dünn, und es fehlen ihr stärker hervortretende Strukturen bis auf eine schwache, unregelmäßige Querfaltung; nach dem Körperinneren zu geht sie unvermittelt in den Stigmengang über.

Einen Verschlußapparat habe ich bei keiner Larve finden können.

Schiödte schreibt zwar (v. 6, p. 493, zusammenfassend) „. . . punctum paulo supra spiraculum situm saepius fuscescens, interdum nonnihil eminens vel depressione circulari circumvallatum, locum saepissime indicat intestinum, ubi ligamentum claviculare tracheae primariae figitur.“

Der von Schiödte als ligamentum claviculare bezeichnete Stigmenteil hat aber mit einem Verschlußapparat nicht das mindeste zu tun; er stellt vielmehr eine gangartige Verbindung zwischen dem Stigmenvorraum und der Körperoberfläche dar, ist also nichts anderes als der Stigmenspalt. Die stark chitinisierte und gefaltete Wand dieses Ganges geht mit einer trichterartigen Erweiterung in die Cuticula über, läßt auch noch unterhalb derselben deutlich ein Lumen erkennen, verschmälert sich weiter nach dem Vorraum zu allmählich und legt sich, bevor sie in diesen einmündet, so eng zusammen, daß sich schwer entscheiden läßt, ob der Gang in seiner ganzen Länge wegsam ist (Fig. 35, 0). Auf Schnitten wird der Spalt, da er ziemlich stark gebogen ist, nie in voller Ausdehnung getroffen.

Böving bildet einige Stigmen ausländischer, großer Elateridenlarven ab, die einen geraden, offenen Stigmenspalt besitzen.

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

Bei *Ampedus dibaphus* scheint der Stigmenspalt mit dem Vorderrande durch eine feine, schwer aufzufindende Naht in der Cuticula verbunden zu sein (vergl. Textfig. X, x), die sich an einer Exuvie bei Betrachtung von innen fand.

Die in voranstehenden Ausführungen gegebene Beschreibung der Elateridenstigmen gilt für die Larve von *Cardiophorus asellus*, eine Art, die sich noch durch andere Eigentümlichkeiten vor anderen Elateridenlarven auszeichnet, nur mit Einschränkungen. Das Organ dieser Larve besteht zwar auch aus den beiden Kammern dem Stigmenspalt und einem Vorraum, allein diese Teile sind anders, einfacher gebaut. Die Kammern sind von sehr geringer Größe, flach, und es fehlen ihnen die für die übrigen Elateridenstigmen so bezeichnenden Einzelheiten der Struktur. Der Stigmenspalt verläuft in gerader Richtung, er tritt durch das starke Lichtbrechungsvermögen seiner Wandung sehr gut hervor. Der Stigmenvorraum hat die Gestalt einer Röhre, besitzt deutliche Spiralen und unterscheidet sich infolgedessen nicht von der Trachee. Alle Teile des Stigmas bestehen aus dünnem, durchsichtigem Chitin.

Buprestidae.

Obwohl die Stigmen der Prachtkäferlarven eine sehr auffällige Gestalt besitzen, hat weniger ihre Bauart, als ihre Lage am Körper der Larven im Verein mit der Kopf- und Segmentbildung der Tiere die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt. Goureau (18) fand das erste Stigmenpaar der Larve von *Agrilus biguttatus* auf dem Vorderrand des Mesothorax, H. Lucas (31) bei *Chalcophora mariana* zwischen Pro- und Mesothorax, ebenso Dufour (15 u. 16), der eine mesothorakale Lage des ersten Stigmas bei Käferlarven bestritt, bei vier anderen Buprestidenlarven. Schiödte gibt für die Buprestidenlarven allgemein an: Spiracula thoracica omnium maxima, membranae articulariae mesothoracis immersa (v. 6, p. 633). In seinem Werk finden sich eine Anzahl Abbildungen von Buprestidenstigmen und Ausführungen über ihre Beschaffenheit.

Meine Beobachtungen beziehen sich auf das Stigma der Larve von *Agrilus biguttatus* und einer sehr ähnlichen Form, von der nur ein Exemplar unter Kiefernrinde gefunden wurde. Bei beiden Arten liegt das erste Stigmenpaar auf dem Mesothorax. Beim ersten Anblick der Organe überrascht ihre große Ähnlichkeit mit den Stigmen der Lamellicornierlarven.

Der auffälligste Teil des Stigmas der *Agrilus*larve ist die Stigmenplatte. Diese besteht, wie bei den Lamellicorniern, aus einem von zwei dünnen Lamellen gebildeten Randteil, der eigentlichen Platte, und einem, hier etwas emporgewölbten und gefalteten Mittelstück, in dem sich zwischen den Lamellen Gewebe erhält (vergl. Textfig. XV). Der Randteil hat die Gestalt eines Hufeisens, das an der konvexen Seite feine Riefen aufweist (Fig. 38). Die Platte wird durch zahlreiche Pfeiler gestützt, die zum Mittelstück hinübergreifen und dort mit

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

verbreiterten Enden ansetzen. Die Pfeiler sind zumeist, wie eine Gabelung ihres Anfangsteiles erkennen läßt, aus mehreren Einzelstäben verschmolzen. Ihre oberste Reihe, dicht unter der Stigmenplatte, ist am kräftigsten entwickelt und durch ihre braune Färbung von den tieferstehenden ausgezeichnet; diese nehmen umsomehr an Länge und Stärke ab, je näher sie dem unteren Rande des Stigmas stehen und erreichen zuletzt die Stigmenplatte nicht mehr, sondern bilden kurze Spitzen, wie sie gewöhnlich die Stigmenwand bekleiden.

Das Mittelstück stellt sich als Einwölbung des von der Stigmenplatte nicht umschlossenen Teiles der Stigmenwand dar. Es wird, ebenso wie das Lamellicornierstigma, von dem Stigmenspalt (o) durchsetzt, einem Gang, der am emporgewölbten Ende des Mittelstückes nach außen mündet, in etwas schräger Richtung mit ziemlich regelmäßig längsgefalteten Wänden hindurch verläuft und an der Unterseite mit einer Querspalte in den Stigmenvorraum führt.

Das proximale Stück der Wand des Spaltes tritt durch das stark lichtbrechende, gelbbraune Chitin gut hervor; im übrigen ist die Wand weichhäutig und biegsam. Der Spalt ist sehr wahrscheinlich wegsam für die Atemluft, denn seine Wände berühren sich auf Schnitten, die ihn in ganzer Länge getroffen haben, an keiner Stelle.

In das Mittelstück hinein erstreckt sich vom Stigmenrande her eine eigenartige Epithelbildung, die als eine bis an den Stigmenspalt reichende Falte eines von der Hypodermis des Stigmas abgesetzten Zellkörpers bezeichnet werden muß, der wie ein Pfropf vor dem Eingang in das Mittelstück liegt. Diese Bildung findet sich bei jungen wie bei erwachsenen Larven, hat also keine Beziehung zur Stigmenneubildung.

Ein etwas anders gestaltetes Stigma als *Agrilus* besitzt die unbekannte Buprestidenlarve, welche sich von *Agrilus* vor allem durch das Fehlen der beiden Chitinspitzen am letzten Segment unterscheidet. Die Stigmenplatte ist unregelmäßig nierenförmig, der Stigmenspalt liegt an der konkaven Seite. Die Membran der Platte besteht aus einer dünnen Chitinanlage, die durch eine Anzahl festerer, von einem Rande der Platte zum andern hinüberziehender Leisten versteift wird.

Die Stützbalken sind wenig verzweigt, kräftiger und in geringerer Zahl vorhanden als bei *Agrilus*. Ein ganz ähnliches Stigma bildet Schiödte von *Euchroma* ab, gibt aber insofern eine andere Darstellung davon, als er die Stellen zwischen den Verteilungsleisten der Stigmenplatte als Lücken zeichnet (vol. 6, Tab. I Fig. 12—15), dagegen den Stigmenspalt nicht angibt.

Die an dessen Stelle angedeuteten Wellenlinien beweisen indes, daß auch das abgebildete Stigma hier einen Spalt besitzt.

Die verschiedenen Stigmenformen der Buprestidenlarven sind wahrscheinlich Stufen einer ähnlichen Entwicklungsreihe wie bei den Lamellicorniern. Das Stigma von *Agrilus* läßt sich aus dem von *Euchroma* durch stärkere Einwölbung des an die Konkavseite der Stigmenplatte stoßenden Wandteiles des Stigmas ableiten.

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

Lymexylonidae.

Von der Art *Lymexylon dermestoides* konnte ich einige Vertreter untersuchen.

Die Stigmen, deren erstes Paar dem Mesothorax angehört, besitzen eine quergestellte, langrunde Öffnung, die am Rande von einer schmalen Stgimenplatte überragt wird (Fig. 12). Der Stigmenvorraum ist reich mit kleinen, spitz ausgezogenen Chitinfalten ausgestattet. Er sendet nach hinten einen sehr flachen, an der Oberfläche liegenden Vorsprung, der sich aus acht bis zehn Kammern zusammensetzt. Diese Kammern sind in ihrem peripheren Teil äußerst flach, im basalen am tiefsten. Ihre Wände werden von kleinen Chitinbalken gebildet; die Ränder der Wände schlagen sich nach beiden Seiten um und bilden die Kammerdächer.

Bostrychoidea.

Unter dieser Gruppenbezeichnung fasse ich eine Reihe von Larven zusammen, die näher zu bestimmen nicht möglich war. Zur Zucht fand ich nicht genügend Tiere. So wurde mir von einigen Arten nicht einmal die Familienzugehörigkeit bekannt. Wenn ich sie trotzdem hierherrechne, so ist dafür nur die Ähnlichkeit ihrer Stigmen mit denen der Bostrychidenlarven maßgebend gewesen. Es kehrt bei allen diesen Larven, trotz der in den Einzelheiten weitgehenden Unterschiede, immer die gleiche Grundform der Organe wieder.

Ein verhältnismäßig einfaches Stigma besitzt eine Bostrychidenlarve (Fig. 13). Die Stigmen sind verhältnismäßig groß; das thorakale, auf dem ersten Segment gelegene Paar hat etwa den doppelten Umfang als die übrigen. Die weite, ovale Stigmenöffnung wird am Rande durch eine schmale Stigmenplatte überwölbt. Der bei den thorakalen Stigmen flach schalenförmige, bei den abdominalen röhrenartige Vorraum ist mit kurzen Chitinspitzen besetzt, die in Querreihen so eng aneinanderstehen, daß sie der Wand ein tracheenähnliches Aussehen verleihen. Die dorsale Seite des Vorraumes bildet eine kleine, flache Ausbuchtung, die Stigmenkammer, welche soweit von der Stigmenplatte überwölbt wird, daß ihr peripherer Teil vollkommen nach außen abgeschlossen ist.

Die Kammer der Bruststigmen liegt mehr nach vorn, die der abdominalen mehr nach hinten. Ein Stigmengang fehlt sowohl den thorakalen wie den abdominalen Stigmen, auf den Vorraum folgt sofort der Verschlußapparat.

Eine Piniden- bzw. Anobiidenlarve bietet eine etwas andere Stigmenform (Fig. 15). Auch hier liegt das erste Stigma prothorakal.

Der Unterschied vom Bostrychidenstigma liegt in der stärkeren Entwicklung der Kammer. Diese erreicht an Länge etwa den Durchmesser der Stigmenöffnung. Ihre Wände bestehen aus starkem Chitin, sie sind stark gewölbt und legen ihre umgeschlagenen Ränder — die

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

Stigmenplatte — so eng aneinander, daß sie die Kammer in ihrem peripheren Teil vollkommen abschließen, und nur an der Basis ein Spalt offen bleibt, der in die ziemlich enge Stigmenöffnung ausgeht. Die Kammer tritt durch ihre gelbbraune Färbung stark hervor und verleiht dem Stigma ein eigentümliches Aussehen.

Von drei weiteren Larven, die sich von den eben beschriebenen durch ihre Körperform unterscheiden, gleicht die eine in ihrem Stigmenbau den Bostrychiden. Die Stigmen, deren erstes Paar dem Mesothorax angehört, besitzen eine weite, runde Öffnung. Eine Stigmenplatte fehlt. Die Kammer, die dementsprechend ebenfalls eines Daches entbehrt, ist am ersten und zweiten Stigmenpaar am besten entwickelt und sehr unvollkommen durch eine Längswand geteilt, nimmt an den folgenden Paaren ständig an Umfang ab und ist am letzten nur noch durch eine kaum wahrnehmbare Erweiterung des Randes angedeutet. Der schalenförmige Stigmenvorraum ist reich mit Chitinspitzen ausgestattet, die sich an der Grenze gegen den Stigmengang zu einer Reuse verdichten.

Bei einer zweiten Larvenform, deren erstes Stigmenpaar dem Prothorax angehört, erreicht die Stigmenkammer etwa dieselbe Länge wie der Durchmesser des Stigmenvorraumes (Fig. 14). Ihre Tiefe ist sehr gering und von den Feinheiten des Baues nur wenig erkennbar, da das ganze Organ eine sehr geringe Größe besitzt. Vom Rand der Kammer springt eine Reihe radiär angeordneter Chitinleisten vor. Zwischen diesen treten winzige, unregelmäßig gestaltete Verdickungen der Wand hervor. Ein schmales Feld in der Mitte der Kammer bleibt frei von jeder Struktur.

Soweit es möglich ist, sich aus diesen Einzelheiten eine Anschauung über den Bau der Kammer zu bilden, scheint deren Boden aus einer dünnen, glatten Chitinwand zu bestehen, während die seitlichen Leisten als Stützen der Kammerdecke anzusprechen sein dürften, die nur den Rand der Kammer umgibt. Der von einer ziemlich breiten Stigmenplatte überwölbte Stigmenvorraum besitzt ebenfalls eine dünne, glatte Wandung.

Eine dritte Larvenart erreicht in der Entwicklung der Stigmenkammer die höchste Vollendung. Der Vorraum erscheint hier nur als ihr untergeordneter Anfangsteil (Fig. 16 u. 17). Die Kammerdecke wird wie bei der Ptinidenlarve durch Zusammenwölben der Kammerwände gebildet. Die Verschmelzungslinie ist durch eine von der sehr kleinen Stigmenöffnung ausgehende Naht angedeutet.

Pyrochroidae.

Die unter der Rinde abgestorbener Laubhölzer häufig anzutreffende Larve von *Pyrochroa coccinea* zeichnet sich dadurch aus, daß ihr letztes Stigmenpaar etwas vergrößert ist. Das erste Stigma liegt vorn auf dem Mesothorax. Die quergestellte, ovale Stigmenöffnung wird von einem Kranz plattenartig verbreiterter Chitinvorsprünge überragt.

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

Die Platten sind ungleich groß und teilweise mit ihren Enden untereinander verschmolzen. Der reich mit verzweigten Chitinspitzen ausgestattete Stigmenvorraum verengt sich dicht über dem kurzen Stigmengang zu einem Spalt, den besonders lange Spitzen sperren.

Meloidae.

An den Larven des *Triungulinus*-Stadiums von *Meloe proscarabaeus* fällt die Vergrößerung des ersten Abdominalstigmas auf, welches selbst das mesothorakale Stigma an Größe übertrifft und fast die ganze Breite des ersten Hinterleibsringes einnimmt. Die Stigmen sind weit glockenförmig und mit einer schmalen Stigmendecke versehen, welche ebenso wie die Stigmenwand eine netzartige Struktur zeigt (Fig. 7).

Cistelidae.

Die im Weidenmulm häufige Larve von *Cistela atra* hat einfache, röhrenförmige Stigmen, deren erstes Paar dem Mesothorax angehört. Sie bieten in ihrer Beschaffenheit keinerlei Besonderheiten. Höchstens die Struktur des Stigmenganges verdient Erwähnung. Dieser besitzt einen mit Chitinspitzen besetzten Spiralfaden, dessen Windungen durch Seitenäste miteinander zu einem weitläufigen Maschenwerk verbunden sind.

Tenebrionidae.

Die Stigmen der Larve von *Tenebrio molitor* stimmen in Form und Anordnung mit denen von *Cistela* völlig überein, nur ist ihr Spitzenbesatz weitaus spärlicher.

Nitidulidae.

Die Larven von *Soronia grisea* fanden sich sehr zahlreich im ausfließenden Saft alter Weiden. Von ähnlichen Stellen sammelte ich eine ganze Reihe anderer Larvenarten, die ihrer Körperform nach in diese oder eine nahe verwandte Familie gehören. Über die Stellung der Stigmen bei *Epuraea* schreibt Perris (Ann. Soc. Ent. Fr. 1862, p. 186): „Ces stigmates offrent une particularité que je n'ai rencontrée jusqu'ici dans aucune larve de Coléoptère; ils sont non pas sessiles comme à l'ordinaire, mais pédonculés, c'est à dire portés sur une petite cylindrique faisant saillie.“ Diese Stellung der Stigmen an der Spitze von Hauterhebungen, wie ihre Verteilung auf den Körpersegmenten und ihre Form ist ganz die gleiche wie bei *Nosodendron*. Ein Unterschied besteht nur darin, daß bei allen hierhergerechneten Larven das letzte Stigmenpaar nicht am Körperende der Larve, sondern wie die übrigen seitlich gelegen ist.

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

Byturidae.

Die als Himbeermade allbekannte Larve von *Byturus tomentosus* hat im Bau ihrer Stigmen große Ähnlichkeit mit den Nitiduliden, weicht aber dadurch von ihnen ab, daß die Stigmen nicht über die Körperhaut erhöht stehen. Ferner ist die Stigmenmündung nicht wie bei den Nitiduliden bis auf einen Spalt verschlossen, sondern die den Rand überwölbende Stigmenplatte läßt eine runde, zentrale Öffnung frei. Dementsprechend ist in diesem Organ eine aus radiären Spitzen gebildete Reuse vorhanden (Fig. 21).

Cryptophagidae.

Das Stigma der Larve von *Cryptophagus subfumatus* entspricht in seiner Form ganz dem der *Byturus*-Larve. Auch die Anordnung der Organe ist dieselbe. Das Gleiche gilt für eine Anzahl anderer, wohl hierher zu rechnender Larvenarten.

Coccinellidae.

Von Marienkäferlarven untersuchte ich besonders die eigenartige Larve von *Chilocorus bipustulatus*. Die Stigmen, deren erstes Paar vorn auf dem Mesothorax liegt, sind klein. Ihre Mündung ist kreisrund; es fehlt jede Andeutung eines Vorraumes. Das Organ ist eine Röhre von überall gleicher Weite, die in ihrer ganzen Länge mit einem Spiralfaden ausgestattet ist.

Der Faden trägt kleine Chitinspitzen, die nach der Stigmenmündung hin immer länger werden. Ihre äußerste, dem Rand ansitzende Reihe legt sich wie eine Reuse über die Stigmenöffnung (vergl. Textfig. I).

Chrysomelidae.

Innerhalb dieser großen, artenreichen Familie tritt uns eine Reihe ziemlich stark von einander abweichender Stigmenformen entgegen.

Bei allen Larven liegt das erste Stigmenpaar am Vorderrande des Mesothorax.

Einfach gebaut sind die Stigmen von *Agelastica alni*, *Galerucella nymphaeae*, der *Haltica*-Arten und mancher anderer Larven. Sie stellen einfache Röhren dar wie die Coccinellidenstigmen; das Stigma der *Haltica*-Larven besitzt einen deutlich abgesetzten Vorraum und eine schmale Stigmenplatte.

Das Stigma von *Lina populi* (Fig. 5) erinnert sehr an das der *Chilocorus*-Larve. Die Stigmenöffnung überragt die Körperoberfläche ein wenig. Ein Stigmenvorraum fehlt; die das Stigma auskleidenden Spiralen sind durch Seitenzweige zu einem weitläufigen Maschenwerk verbunden. Das Maschenwerk verdichtet und verstärkt sich nach der Stigmenöffnung hin, die ein Kranz von kleinen Chitinspitzen umrandet.

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

Eine Weiterbildung dieser Stigmenform bietet das Organ der Larve von *Cassida viridis* (Fig. 4 und 5). Das Stigma überragt die Haut stark konisch. Der Rand der Stigmenöffnung besitzt ebenfalls einen Kranz von Chitinvorsprüngen, die am Hinterrande am kräftigsten sind. Der Eingang ist glockenförmig zu einem Vorraum erweitert, dessen Wand ein ganz ähnliches Maschenwerk auskleidet, wie es uns am distalen Ende des Stigmas von *Lina populi* entgegentrat. Den Vorraum scheidet eine gut entwickelte Reuse aus dicht zusammenschließenden Chitinspitzen von dem mit starkem Spiralfaden ausgestatteten Stigmengang.

Eine andere Stigmenform treffen wir bei *Crioceris lillii* (Fig. 20). Das Stigma dieser Larve hat mit denen von *Lina* und *Cassida* die Gliederung in Vorraum und Stigmengang gemeinsam, es liegt aber nicht über die Körperhaut erhaben, sondern in gleicher Höhe mit dieser. Den glattwandigen Vorraum überwölbt eine schmale Stigmenplatte. Die hintere Seite des Vorraumes bildet eine durch eine Mittelwand längsgeteilte Kammer. Die Stigmenplatte, welche die beiden Räume der Kammern überwölbt, schließt diese im peripheren Teil vollkommen ab, im basalen dagegen nähern sich die Ränder der Decke einander soweit, daß zwischen ihnen ein feiner, in die Stigmenöffnung übergehender Spalt klafft. Die Kammerwände sind quer gefaltet.

Die in mehr als einer Beziehung bemerkenswerteste Stigmenbildung nicht nur unter den Chrysomeliden, sondern allen bekannten Käferlarven kommt den *Donacia*-Larven zu.

Im Jahre 1842 lenkten zuerst Kölliker, etwas später (1848) Perris die Aufmerksamkeit der Forscher auf die am achten Abdominalsegment der Larve befindlichen hakenartigen Anhänge, ohne indessen ihre biologische und morphologische Bedeutung klarzustellen. Perris fand an der Basis der Häkchen „Pseudostigmen", Membranen, die den Verschluß zweier Tracheenstämme bildeten. Chapuis und Candèze (10) sowie von Siebold (1859) (50) wiesen nach, daß es sich um wirkliche Stigmen handele, da in der Membran ein Spalt vorhanden sei. Siebold gab eine ausführliche Beschreibung des inneren Baues der Häkchen. 1887 und 1889 lieferte Schmidt-Schwedt zwei eingehende Untersuchungen, in denen er zu dem Ergebnis kam, daß nicht das Stigma an der Basis der Häkchen, sondern diese selbst die Atmung vermittelten (48 und 49).

Zu der entgegengesetzten Auffassung gelangte 1888 Dewitz (12).

Die beiden neuesten Arbeiten sind die von Böving (1906) (5) und Deibel (1910) (11). Durch diese beiden Untersuchungen ist die Kenntnis nicht nur des letzten Stigmenpaares, der Abdominalanhänge, sondern auch der vorderen Stigmen in solchem Maße gefördert worden, daß sich eine neue Untersuchung erübrigt. Ich beschränke mich daher darauf, nach den genannten Arbeiten eine kurze Übersicht über den Bau der Stigmen zu geben und die Organe mit Stigmen anderer Chrysomelidenlarven zu vergleichen.

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

Nach Deibel sind die Vorderstigmen der *Donacia*-Larven in den früheren Stadien collabiert und schwer sichtbar; erst bei der letzten Häutung erlangen sie ihre Form. Diese läßt sich mit der des Cassidastigmas vergleichen. Das Stigma überragt die Körperhaut bei den *Donacia*-Arten wenig, bei der nahe verwandten *Macroplea mutica* stärker. Es besitzt einen starkwandigen Vorraum, dem jedoch eine Maschenstruktur wie bei *Cassida* fehlt, und eine starke Reuse. Der Verschlußapparat liegt in kurzer Entfernung proximal der Reuse, sodaß auch kein Stigmengang vorhanden ist.

Das Endstigma (vgl. Textfig. XII) kann man sich aus dem Organ von *Crioceris* entstanden denken unter der Annahme, daß die Kammer der *Crioceris*-Stigmen sich von ihrer Unterlage abhebt, indem die umgebende Cuticula sich der Kammerwand anlegt. Die bei *Crioceris* runde Stigmenöffnung ist bei *Donacia* zu einem Längsspalt zusammengedrängt, der sich an der Basis der Häkchen inmitten einer hellen Chitinfläche, dem „Stigmenhof" Deibels findet. Dieser Stigmenhof würde der Stigmenplatte entsprechen.

Der Stigmenspalt führt in einen von Deibel als „Trichter" bezeichneten Vorraum, der eine starke, radiär gestreifte Chitinwand besitzt. Die Wand des Häkchens besteht aus zwei Chitinschichten, von denen die äußere in die Körperhaut übergeht. Die innere steht im Zusammenhang mit der hinteren Wand des Vorraumes. Das Häkchen ist demnach nichts anderes als eine in einen Hautfortsatz eingebettete Stigmenkammer. Sie besteht, ebenso wie die Kammer des *Crioceris*-Stigmas, aus zwei durch eine Mittelwand getrennten Räumen; wenigstens ist dies nach Deibels Untersuchungen bei jungen Larven der Fall. Bei älteren Larven tritt dazu im mittleren Teil des Häkchens noch eine aus stabartigen Vorsprüngen der Mittelwand gebildete Zwischenwand, sodaß die Stigmenkammer der Endform in ihrem mittleren Teil sich aus vier Räumen zusammensetzt (vgl. Textfig. XII). Die Seitenwand der Kammer ist fein gerieft und auf der Innenseite mit Chitinspitzen besetzt, die nach dem Vorraum hin an Länge zunehmen, sich verzweigen und schließlich zu einer kompakten Masse verschmelzen, welche die Hohlräume völlig erfüllt.

Im Gegensatz zu den Vorderstigmen besitzen die Endstigmen einen mit Spiralfaden ausgestatteten Stigmengang.

Cerambycidae.

Im Anschluß an die Erörterungen über die Lage des ersten Stigmenpaares der Buprestidenlarven haben Goureau (18) und H. Lucas (31) auch eine Anzahl Bockkäferlarven untersucht und die Stigmen an ähnlicher Stelle gefunden wie bei jenen: an der Grenze von Pro- und Mesothorax. Während Lucas für intersegmentale Lage der Stigmen eintritt, rechnet Goureau sie zum Mesothorax. Schiödte schreibt: „Spiracula prothoracica omnium maxima, membranae articulariae mesothoracis immersa." (v. 10, p. 384). Die Lage der Stigmen ist, wie meistens bei weichhäutigen Larven, in der Tat schwer zu be-

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

urteilen, umsomehr, als es wohl möglich ist, daß bei verschiedenen Gattungen dasselbe Stigma nicht an der gleichen Stelle liegt.

Die Bruststigmen der von mir untersuchten Cerambycidenlarven, Arten der Gattungen *Rhagium*, *Leptura* und *Saperda* liegen in der Intersegmentalfalte zwischen dem ersten und zweiten Segment.

Die Grundform der Stigmen scheint bei allen Bockkäferlarven die gleiche zu sein.

Das Organ besitzt eine weite, langrunde Mündung mit umgeschlagenem Rand, (der Stigmenplatte), verengt sich nach innen und besitzt dicht über dem Verschlußapparat zwei von beiden Längsseiten entspringende Platten, welche in die Stigmenhöhle weit hineinragen und sie bis auf einen engen, zwischen ihnen klaffenden Spalt abschließen (Fig. 10). Die Platten setzen sich aus langen, miteinander verschmolzenen Chitinspitzen zusammen. Die übrigen Einzelheiten des Stigmenbaues sind von außerordentlicher Feinheit. Die Wand ist reich besetzt mit kurzen, reich verzweigten Spitzen oder spitzentragenden Chitinhöckern. Der umgeschlagene Rand des Stigmas (die Stigmenplatte) endet bei *Saperda* mit einer gleichmäßigen, scharfen Kante, andere Larven, z. B. die *Rhagium*-Arten, zeichnen sich durch einen sehr zierlichen Bau des Randstreifens aus. Dieser umgibt nur den Vorderrand als einfaches Band, die hintere Seite, an den Bruststigmen nur in ihrer oberen Hälfte, ist in eine Reihe kleiner, kammerartiger Abschnitte zerlegt (K). In gleichem Abstand voneinander erheben sich aus der Stigmenwand niedrige, radiär angeordnete Chitinbalken (Fig. 11, B), deren in die Stigmenhöhle schauendes Ende in gleicher Höhe mit dem Randstreifen liegt, während das entgegengesetzte ein wenig über den umgebogenen Rand erhaben ist.

Diese Leisten bilden die Seitenwände der Randkammern, jedes zwischen zwei Leisten liegende Wandstück den Boden einer Kammer. Um die Decken der einzelnen Kammern zu erkennen, ist es nötig, den Rand eines Stigmas forgfältig abzutrennen, sodaß die Randkammern frei liegen (Fig. 11). Es werden dann auf dem Boden jeder Kammer Querleisten sichtbar. Diese ziehen sich an ihren Seitenwänden in die Höhe, biegen am Ende derselben nach innen um und laufen in dünne Membranen (L) aus, die sich von den Rändern der Seitenwände her über die Kammerhöhle wölben und diese soweit überdecken, daß nur in der Mitte ein feiner Spalt offen bleibt. Es besteht also die Decke einer einzelnen Kammer aus zwei Lamellen. Jede Seitenwand sendet nach beiden Seiten von ihrem Rande eine Lamelle aus, beteiligt sich also an der Bildung der Decke zweier Nachbarkammern.

Während die Randkammern der abdominalen Stigmen alle ungefähr dieselbe Größe besitzen, sind an den Bruststigmen die mittleren von ihnen am größten, die darangrenzenden nehmen nach den Seiten hin an Größe ab.

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

Bei der Präparation der Stigmen fiel mir eine Eigentümlichkeit der Tracheen auf. Diese sind eng besetzt mit großen, der Hypodermis fest anhaftenden Zellen, welche als veränderte Fettzellen anzusprechen sind.

Curculionidae.

Eine verhältnismäßig einfache Stigmenform fand ich bei einer kleinen, in Blattminen von Salix amygdalina lebenden, in Körpergestalt und Lebensweise den *Orchestes*-Larven gleichenden Curculionide, die wohl ebenfalls der Gattung *Orchestes* angehört.

Die Bruststigmen gehören, im Gegensatz zu den prothorakal gelegenen der anderen Curculioniden, dem Mesothorax an, wenn sie auch ihren Platz ganz am Vorderrande desselben haben.

Die Stigmen dieser Larven besitzen einen glattwandigen Vorraum, der nach hinten eine durch einige Falten versteifte Kammer aussendet. Die Stigmenplatte ist sehr schmal. Daher besitzt der Vorraum eine weite Stigmenöffnung und die Kammer nur an ihren Rändern eine Decke. Der Stigmengang ist sehr lang.

Als Beispiel für eine aus dem eben beschriebenen Stigma durch Umgestaltung seiner Teile entstandene Form mag das Organ einer in Wurzelgallen lebenden, wohl der Gattung *Ceutorhynchus* angehörenden Larve dienen. Der Stigmengang ist im Verhältnis kürzer und weiter, die Kammer geräumig und durch eine Längsfalte geteilt. Eine breite Stigmenplatte deckt die Mündung bis auf eine zentrale Öffnung zu und schließt sich über jeder Kammerhälfte zu einem Dach, das seine Entstehungsweise durch einen in die Stigmenöffnung übergehenden Spalt anzeigt.

Genau die gleiche Stigmenform findet sich bei der Larve von *Balaninus nucum*.

Die meisten anderen Curculionidenlarven haben ihre Stigmen noch weiter in der gleichen Richtung ausgestaltet. Die zentrale Stigmenöffnung ist weiter verkleinert und bildet nur ein Loch von engem Durchmesser in der Stigmenplatte. Dementsprechend finden sich statt der beiden Spalten in den Kammerdecken nur noch Nahtlinien.

Die Wand der Kammer ist quergefaltet; die Ränder der Falten springen von den Seitenwänden her weit in das Innere der beiden Räume vor und stützen die Kammerdecke.

Hylobius abietis besitzt nur je drei solcher Falten, die dafür aber sehr groß sind, an den Außenwänden der Ausbuchtung (Fig. 19). Bei vielen anderen Larven trägt aurch die Mittelwand vorspringende Falten; in diesem Fall sind die Falten zahlreicher, aber kleiner.

Scolytidae.

Die Larven dieser Käferfamilie, die ja auch im übrigen denen der Rüsselkäfer sehr ähnlich sind, schließen sich in ihrem Stigmenbau so eng an diese an, daß sich eine Beschreibung erübrigt.

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

Übersicht über Form und Lage der Stigmen.

Form der Stigmen und Verschlußapparat.

Familie	Spiracula: uniforia		multiforin	biforia: Einzelkammer	biforia: Doppelkammer Stigmenmündung offene	biforia: Doppelkammer Stigmenmündung geschlossene	Verschluß-Apparat
Cicindelidae . . .	+						+
Carabidae	+	+					+
Dytiscidae		+					+
Haliplidae						+	—
Gyrinidae				+			—
Staphylinidae . .	+						+
Silphidae	+						+
Histeridae						+	+
Lamellicornia . .			+				+—
Cantharidae . . .			+				—
Lampyridae . . .						+	—
Cleridae					+		+
Hydrophilidae . .				+[1])	+[1])	+	+
Parnidae						+	—
Elmidae						+	—
Helodidae	+						+
Nosodendridae . .						+	+
Dermestidae . . .	+						
Elateridae						+	—
Buprestidae . . .			+				+
Lymexylonidae .		+					+
Bostrychidae . .				+			+
Pyrochroidae. . .		+					+
Meloidae		+					+
Cistelidae	+						+
Tenebrionidae . .	+						+
Nitidulidae . . .						+	+
Byturidae					+		+
Cryptophagidae .					+		+
Coccinellidae . . .	+						+
Chrysomelidae . .	+	+			+[1])	+[1])	+
Cerambycidae . .		+					+
Curculionidae . .		+		+	+		+
Scolytidae					+		+

Es bedeutet: + vorhanden, — fehlt.

[1]) Bedeutet, daß sich die Form nicht bei allen untersuchten Vertretern der Familie findet, bei den Hydrophiliden nur bei *Berosus*, resp. *Spercheus*, bei den Chrysomeliden nur bei *Crioceris*, resp. *Donacia*.

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

Lage der Stigmen.

Familie	Thorakalsegment 1.	2.	3.	Abdominalsegment 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
Cicindelidae . . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Carabidae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Dytiscidae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Haliplidae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	*Haliplus*
		.	<	.	.	.	.	.	.	.	?	*Cnemidotus*
Gyrinidae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Staphylinidae . .	.		<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Silphidae	.		<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Histeridae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Lamellicornia . .	.		<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cantharidae . . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Lampyridae . . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cleridae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Hydrophilidae . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
		.	<	.	<	<	<	<	<	<	.	Spercheus
Parnidae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Elmidae.		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Helodidae		<	<	<	<	<	<	<	<	<	.	
Nosodendridae . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Dermestidae . . .	.		<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Elateridae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Buprestidae . . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Lymexylonidae .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Bostrychidae . .	.		<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Pyrochroidae. . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Meloidae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cistelidae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Tenebrionidae . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Nitidulidae . . .	.		<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Byturidae		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cryptophagidae .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Coccinellidae . . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Chrysomeildae . .		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	
		.	<	.	.	.	.	.	.	.	.	*Donacia*
Cerambycidae . .	.		<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Curculionidae . .	.		<	.	.	.	.	.	.	.	.	
Scolytidae	.		<	.	.	.	.	.	.	.	.	

Es bedeutet: . ausgebildetes, < collabiertes Stigma.

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

Die Stigmentypen und ihr phylogenetischer Zusammenhang.

Trotz aller Formverschiedenheiten, in denen uns die Stigmen der Käferlarven entgegentreten, ist es verhältnismäßig einfach, sie in mehrere Gruppen verschiedener Stigmentypen einzuordnen. Diese Tatsache hat bereits Schiödte bei seiner Bearbeitung der Käferlarven erkannt. Er unterscheidet in seiner Arbeit (47, p. 429): Stigmen mit einer Öffnung = Spiracula uniforia, darunter wieder Spiracula hiantia und Spiracula bilabiata, je nachdem die Mündung der „Lippen" (= Ränder) entbehrt oder mit solchen ausgestattet ist. Ferner Spiracula biforia (Stigmen mit doppeltem Eingangsspalt) und endlich Spiracula multiforia, die er in Spiracula cancellata und cribraria einteilt. „Alle diese Formen", lesen wir p. 429, „lassen sich deuten als biologische Anpassungen gewisser Grundtypen mit dem Zweck, das Eindringen von Fremdkörpern in die Atemwege zu verhüten." Die Ableitung der einzelnen Stigmen aus der Grundform, wie er sie hier andeutet, hat aber Schiödte nirgends durchgeführt; dazu fehlte ihm die Kenntnis der Übergangsformen.

Als ursprünglich sind die *Spiracula uniforia, hiantia* Schiödtes anzusehen, wie sie sich bei Carabiden, Staphyliniden usw. finden (vergl. Textfig. I u. II). Sie bilden die Ausgangsform für alle übrigen. Diese Stigmen sind im einfachsten Falle kurze Röhren mit weiter, kreisrunder oder ovaler Mündung. Ihre Wand ist gewöhnlich mit Spitzen besetzt, eine Reihe derselben am Stigmenrande zeichnet sich oft durch ihre Länge aus. Die Spitzen erscheinen häufig als die Enden von Falten oder Leisten der Chitin-intima. Die Falten verschmelzen vielfach miteinander. Geschieht dies durch bogiges Ineinandergreifen ihrer Enden, so erhält die Stigmenwand ein zelliges, wabiges Aussehen (vgl. *Pterostichus*, Tenebrioniden . .), ordnen sich dagegen die Falten zu Querreihen an, so wird das Stigma einer Trachee ähnlich (*Dytiscus*), und die Ähnlichkeit wird noch größer, wenn die Querreihen sich zu Spiralen zusammenfügen und die ihnen sonst ansitzenden Chitinspitzen geschwunden sind. Aber auch beim Fehlen eines Verschlußapparates, der sonst die Grenze zwischen Stigma und Trachee bildet, sind die stärkeren, weitläufigeren Spiralen des Stigmenteiles von den feinen, gleichmäßigen der Trachee meist gut zu unterscheiden.

Ganz allgemein läßt sich sagen, daß die Ausbildung der Spitzen zur Faltenbildung in einer Wechselbeziehung steht. Je kräftiger die Spitzen entwickelt sind, desto mehr treten die Falten bezw. Leisten oder Spiralen zurück und umgekehrt. Während die Spitzen für den Mündungsteil des Stigmas bezeichnend sind, überwiegen die Faltenbildungen weiter im Inneren. Regelrechte Spiralen finden sich nur im proximalen Teil des Stigmas, im Stigmengang.

Es dürfte in diesen Verschiedenheiten der Struktur und der Art ihrer Verteilung vielleicht der Übergang der Struktur der Körperhaut (Spitzen der Cuticula) in die der Trachee (Spiralfaden) zu erblicken sein.

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

Ihrer Funktion nach sind die verschiedenen Strukturen offenbar so zu deuten, daß die Spitzen als Filter, die Falten, Leisten und am besten die Spiralen der Versteifung dienen. Es leuchtet dann ohne weitere Erklärung ein, daß der Mündungsteil der Stigmen Spitzen besitzt, ferner, daß die Stigmen umso besser versteift sind, je länger sie sind. Die doppelte Funktion der Stigmen, die Aufgabe der Luftreinigung und Luftleitung hat schon bei ganz einfachen Stigmenformen (z. B. Staphyliniden) zu einer Differenzierung des Organes geführt (vgl. Textfig. II). Der distale Teil, den wir als Stigmenvorraum (atrium) bezeichnen (a), sondert sich durch eine Reuse (R) an seinem Grunde gesperrt, von dem proximalen, dem Stigmengang (g), der den Verschlußapparat dicht über der Tracheeneinmündung bildet (V).

Es sind die Umformungen des Atriums, die uns weiterhin interessieren, da aus ihnen alle anderen Stigmenformen entstanden sind.

In der von Schiödte als *Spiracula uniforia bilabiata* bezeichneten zweiten Stigmengruppe müssen wir die Ausgangsformen sowohl für die multiforen wie für die biforen Stigmen suchen. Während nun die zur Bildung des biforen Stigmas führend Entwicklung an einer Reihe von Übergangsformen fast lückenlos verfolgt werden kann, läßt sich die Entstehung der multiforen Formen, die zunächst betrachtet sei, nur theoretisch erschließen.

Das Kennzeichen der bilabiaten Stigmen ist die aus einer Randfalte hervorgegangene, die Stigmenöffnung überragende Stigmenplatte (vgl. Textfig. IV, P). Aus dieser ist offenbar die Stigmenplatte, wie sie uns am Stigma der Lamellicornier oder Buprestiden entgegentritt, hervorgegangen. Sie dürfte daraus in folgender Weise entstanden sein: Die Randfalte überwölbt den größten Teil der Stigmenöffnung und verschließt diese bis auf einen schmalen Stigmenspalt. Während nun in ihrem Randteil die Matrix schwindet und sich die beiden Chitinlamellen so eng aneinanderlegen, daß sie eine äußerst dünne Membran bilden, erhält sich im Mittelstück Gewebe (Textfig. XIV, P[1]). Die Stützbalken (Sp) sind offenbar aus den der Wand ansitzenden Spitzen hervorgegangen. Zwar sind die Spitzen massive Chitingebilde und die Tragbalken hohl, allein der Gegensatz verliert seine Schroffheit, wenn man beispielsweise die langen Spitzen der Dytiscidenstigmen betrachtet. Diese sind nur in ihrem Endteil massiv, an der Basis hohl, sie erscheinen, wie schon oben erwähnt, als die zu Spitzen ausgezogenen, zusammengelegten Enden von Chitinfalten. Andererseits ist in manchen Tragbalken, z. B. am Buprestidenstigma, ein Lumen kaum zu erkennen und der Übergang von Spitzen in Tragbalken deutlich zu verfolgen.

Die zur Bildung des biforen Stigmas führende Entwicklung läßt sich aus der Betrachtung mehrerer bilabiater Stigmenformen recht gut erschließen. Als Ausgangsform darf das Stigma von *Pterostichus* betrachtet werden (vergl. Textfig. III). Der Rand dieses Organes zeichnet sich durch seine „Bogenreihe" aus. Diese besteht im wesentlichen aus regelmäßigen, starken Chitinvorsprüngen, die

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

nach beiden Seiten feine Chitinlamellen aussenden und durch diese miteinander in Verbindung treten. Am Vorderrand der Thorakalstigmen ist diese Verbindung eine so vollkommene, daß hier ein zusammenhängender Randstreifen gebildet wird.

Die nächste höhere Entwicklungsstufe stellt das Cerambycidenstigma dar (Textfig. V). Hier sind die Bogen des Randes zu Kammern geworden. Die Chitinvorsprünge sind nach außen verlängert und zu Kammerwänden ausgewachsen, die ihnen anhaftenden Lamellen bilden die Kammerdächer. Die Kammern finden sich nur am Hinterrande des Stigmas, der Vorderrand ist ein zusammenhängender Chitinstreifen. An den Thoraxstigmen, die in der Entwicklung oft den übrigen vorauseilen, beschränkt sich die Kammerbildung auf die dorsale Hälfte des Hinterrandes.

Bei *Lymexylon* (Textfig. VI) ist die Zahl der Stigmenkammern auf acht bis zehn reduziert. Die Kammern sind dafür in die Länge gewachsen, und der von ihnen eingenommene Abschnitt des Randes ist umgeschlagen; er bildet eine flache Ausbuchtung desselben.

Die Stigmen von *Clerus* und *Crioceris* (Textfig. VII) lassen sich leicht aus den zuletzt beschriebenen ableiten. Es ist nur nötig, anzunehmen, daß die Zahl der Kammern weiterhin, — bis auf zwei —, reduziert wurde. Diese gewannen dafür stark an Länge und Tiefe. Für diese Annahme spricht, daß sich bei einer Lampyridenlarve drei Kammern finden (Fig. 33). Der Bau der Doppelkammer stimmt in allen Einzelheiten mit dem zweier Nachbarkammern etwa des Cerambycidenstigmas überein.

Die weitere Entwicklung des biforen Stigmas vollzieht sich in der Weise, daß die Doppelkammer immer mehr an Umfang zunimmt, während gleichzeitig die Überwölbung der Stigmenmündung durch die Randlamelle fortschreitet.

Nicht in allen Fällen vermochte ich eine mittlere Naht der Kammerdecke nachzuweisen. (Die einfache Decke dürfte in diesen Fällen durch Schwinden des Spaltes vom Grunde aus entstanden sein.)

Die Byturiden, Cryptophagiden und Rhynchophoren besitzen schon eine wohlentwickelte Doppelkammer und eine runde, zentrale Stigmenöffnung (Textfig. VIII). Bei den Nitiduliden ist die Stigmenöffnung zu einem Spalt zusammengedrängt. Bei diesen, wie bei anderen Stigmen, z. B. denen der Histeriden (Textfig. IX), liegt dieser Spalt unmittelbar am Vorderrande der Doppelkammer, bei den Elateriden dagegen so weit davon entfernt, daß seine Lage der hier vertretenen Auffassung des Elateridenstigmas zunächst Schwierigkeiten zu bereiten scheint. Es ließ sich aber eine feine Spalt und Kammern verbindende Naht am Stigma von *Ampedus dibaphus* nachweisen. Diese, in Textfig. X, mit + bezeichnet, erklärt hinreichend das Zustandekommen der eigentümlichen Lage des Stigmenspaltes. Das ursprünglich an der Oberfläche des Körpers gelegene Atrium wird in die Tiefe versenkt, von der Haut überwölbt (Textfig. IX—XII). Es verliert seine Struktur, wird zartwandig, kann mit Spiralen ausgestattet sein und geht dann ohne Abgrenzung in die anderen Teile des Stigmas über.

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

Stigmen von dieser Gestalt sind es, nach denen Schiödte den Typus der *Spiracula biforia* gegründet hat. Besonders die Organe der Histeriden, Hydrophiliden und Elateriden dienten ihm als Vorlage. An ihnen ist die Doppelkammer, das sekundäre Gebilde, so sehr zur Hauptsache geworden, daß die übrigen Teile des Organes ganz zurücktreten. In den Angaben und Abbildungen Schiödtes vermißt man vor allem den Stigmenspalt, den der Forscher entweder übersehen oder, wie bei den Elateriden, verkannt hat.

Ihren Höhepunkt erreicht die Entwicklung des biforen Stigmas in den Organen von *Sphaeridium* und noch mehr in den Abdominalhäkchen der *Donacia*-Larven (Textfig. XI und XII). Diese Stigmen weichen von den gewöhnlichen biforen einmal dadurch ab, daß sie regelrechte Stützpfeiler besitzen, die sonst den Doppelkammern fehlen. Außerdem hat sich in jedem Hohlraum der Doppelkammer aus einer Einfaltung eine Zwischenwand gebildet, so daß im ganzen vier Räume vorhanden sind. Die Zwischenwand kann ventral liegen wie bei *Sphaeridium* (Textfig. XI, z) oder lateral: bei *Hydrophilus* (Textfig. XI, z) oder schließlich auf die Mittelwand hinaufrücken, wie es bei *Donacia* der Fall ist (Textfig. XII, z). Es bleibt nun noch übrig, die Bildung der Stigmen mit einer einzigen Hohlkammer zu erörtern.

In einzelnen Fällen, bei *Berosus* und *Gyrinus* ist die Einzelkammer zweifellos aus der Doppelkammer hervorgegangen. Die Ausbildung der Mittelwand, die bei verwandten Formen vorhanden ist, unterblieb, weil die Stigmen zu rudimentären Organen wurden. Die Einzelkammer ist ganz ähnlich gestaltet wie ein Raum der Doppelkammer.

Anders liegen die Verhältnisse bei den Bostrychoiden. (Fig. 13—17). Hier ist offenbar die Einzelkammer ursprünglich. Sie zeigt in den Feinheiten ihres Aufbaues wenig Übereinstimmung mit der Doppelkammer und stellt im wesentlichen eine Verlängerung des Atriums vor. Im übrigen ist die Entwicklung von einfacheren zu komplizierten Formen die gleiche wie bei den eigentlich biforen Stigmen.

Das Vorkommen von zweierlei Stigmenformen bei einer Larvenart kann ebenfalls auf zwei Möglichkeiten beruhen. Entweder haben die einfachen Stigmen die Umwandlung nicht mitgemacht, sie sind also wirklich primitiv; oder sie sind erst wieder aus umgeänderten entstanden, und ihre Einfachheit ist eine scheinbare.

Der erste Fall trifft sicherlich für die *Donacia*larven zu. Die letztere Annahme glaube ich für das Endstigma der Hydrophiliden gelten lassen zu müssen. Die sehr variierende Gestalt des Organes, das Vorhandensein einer Randausbuchtung und eines mittleren Längswalles in dieser, vor allem aber der Nachweis eines einkammerigen Endstigmas bei der nahe verwandten *Berosus*larve sprechen für diese Annahme. Jedoch ist zur Entscheidung dieser Frage eine eingehende Untersuchung noch zahlreicheren Materiales, besonders der nach Schiödtes Angaben wichtigen Gattung *Helopnorus* erforderlich.

Die Tabelle S. 40 gibt eine Übersicht über die Verbreitung der verschiedenen Stigmenformen bei den einzelnen Familien. Wir sehen, daß die biforen Stigmen sich bei einer ganzen Reihe von Käferlarven

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

finden, während multifore viel seltener sind und auf die Canthariden, Lamellicornier und Buprestiden beschränkt zu sein scheinen.

Bifore Stigmen treten in derselben Familie neben uniforen auf (Blattkäfer).

Die multiforen wahren auch darin ihre Eigenheit, daß sie nicht in der gleichen Familie neben uniforen, geschweige denn biforen, gefunden werden.

Multifore und bifore Stigmenformen sind Endstufen divergierender Entwicklungsreihen. Die *Spiracula multiforia* stimmen darin überein, daß ihre Bestandteile im wesentlichen aus einer Weiterbildung von Teilen der Ausgangsformen (Randfalte, Spitzen) hervorgegangen sind. Sie stellen trotz ihres sehr komplizierten Baues die primitiveren Stigmen näher stehenden Typen dar.

Die *Spiracula biforia* erscheinen ihnen gegenüber viel mehr als stark veränderte Neubildungen, wenn sie auch letzten Endes ebenfalls in den Grundzügen in der Ausgangsform vorgebildet sind. Der sekundäre Teil, die Doppelkammer, erscheint als Hauptteil des Organes. Das ursprüngliche „Stigma", das Atrium, wird zu einem untergeordneten Stück herabgedrückt. Das bifore Stigma entfernt sich am weitesten von dem primitiven Stigma.

Übergänge zwischen den beiden Gruppen vermochte ich nicht aufzufinden. Immerhin steht gerade ein sehr verwickelt gebautes bifores Stigma, das von *Spnaeridium*, durch die Ausbildung von Stützpfeilern den multiforen Organen am nächsten.

Diese Beziehung verliert an Wert, wenn man den ähnlichen Bau des Abdominalanhanges von *Donacia* berücksichtigt. Es mag sich hier um eine Konvergenzerscheinung handeln, die in Beziehung steht zu der Lage der Doppelkammer, die — sonst der Cuticula dicht angelagert — hier in Fortsätzen der Körperdecke frei die Haut überragt.

Häutung. Neubildung.

Eine zusammenhängende Untersuchung über die Entwicklung der Stigmen von ihrer ersten Anlage beim Embryo durch alle Stadien bis zum vollendeten Insekt ist bisher wohl noch bei keiner Käferart durchgeführt worden. Die Schwierigkeiten, welche sich einem solchen Unternehmen entgegenstellen, sind sehr beträchtliche, und das Ergebnis wird in den meisten Fällen in keinem Verhältnis zu ihrer Überwindung stehen. Im Embryonalstadium konnte ich nur *Hydrous caraboides* untersuchen, doch waren die Tiere bereits vollkommen entwickelt und standen wohl kurz vor dem Ausschlüpfen. Ihre Stigmen unterschieden sich nur unwesentlich von denen älterer Larven.

Etwas beträchtlicher sind die Unterschiede in der Stigmenausbildung zwischen jüngsten und erwachsenen Lamellicornierlarven. Es zeigt sich das Organ im jüngsten Larvenstadium etwa in dem Grade von der Endform verschieden, wie einfache Stigmenarten von weiter entwickelten bei verschiedenen Lamellicorniergattungen. Die von

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

Deibel festgestellte Ungleichheit der Abdominalhäkchen junger und alter *Donacia*larven ist ebenfalls nicht bedeutender.

Häufig zeichnen sich die Stigmen der jüngsten Stadien dadurch aus, daß sie einen unverhältnismäßig langen Stigmengang besitzen, der bei den erwachsenen Larven entweder viel kürzer oder garnicht ausgebildet ist. (Carabiden, Buprestiden, Lamellicornier, *Donacia* und Dyticidenendstigmen.) Daß bei vielen Larven, die im Wasser leben, die Vorderstigmen in den ersten Stadien collabiert sind und erst im letzten entwickelt werden, wurde bereits mehrfach erwähnt.

Wenn nach den eben angeführten Tatsachen der Schluß berechtigt scheint, daß bei den Käferlarven die Stigmenform im wesentlichen schon im jüngsten Stadium die gleiche ist wie bei der erwachsenen Larve und nur die letzten kleinen, bis zur Vollendung noch fehlenden Einzelheiten im Verlauf ihrer Entwicklung ergänzt werden, so muß dabei doch berücksichtigt werden, daß vor jeder Häutung die Zellen der Matrix die Umbildung von neuem vornehmen müssen. Schon tagelang bevor die alte Haut abgestreift wird ist das neue Stigma unter dieser zu erkennen, jedoch muß die Abscheidung der Chitinteile sehr schnell erfolgen, denn Tiere zu finden, die erst in der Anlage des neuen Organes begriffen sind, ist ein seltener Zufall. Selbst Meinert, der sich jahrelang mit Untersuchungen der Käferlarven beschäftigt hat, ist es nicht geglückt, die Bildung der Chitinteile zu verfolgen.

Bei der Häutung der uniforen Stigmen steckt das alte Organ in dem neuen so, daß es vollkommen von ihm umschlossen wird.

Die Neubildung dürfte in der Weise vonstatten gehen, daß sich die Hypodermis des alten Stigma von der Chitinwand ablöst und die Chitinteile des neuen Organes ausscheidet.

Der Längenunterschied zwischen altem und neuem Stigma wird zu einem Teil sicher durch die oben erwähnte Verkürzung des Stigmenganges im Verlauf der einzelnen Häutungen ausgeglichen.

Wenigstens bei den bilabiaten Stigmen aber beteiligt sich auch die angrenzende Hypodermis der Haut an der Neubildung des Organes.

Die im speziellen Teil besprochene Neubildung des Lamellicornierstigmas weicht von der uniforer Stigmen nicht so sehr ab, wie es bei oberflächlicher Betrachtung den Anschein hat. Der Unterschied liegt darin, daß die Stigmenplatte des neuen Organes nicht unter der Wand des alten Organes liegt, sondern seitlich davon. Es wird zu ihrer Bildung ein jedesmal größeres Stück der angrenzender Hypodermis der Körperhaut mitherangezogen. Wie die Abscheidung der Stigmenplatte und der Tragbalken vor sich geht, hat auch Meinert nicht im Zusammenhang beobachten können. Boas erwähnt, daß „Siebplatte“ und Balken von derselben Matrix gebildet werden.

Die Neuanlage des biforen Stigmas hat Böving an den Larven von *Donacia* und *Hister* beobachtet. Das neue Abdominalhäkchen bezw. die Doppelkammer entwickelt sich aus einem „beutelartigen Auswuchs“ (pouch — like outgrowth), den die von der analen Seite des Stigmenvorraumes abgelösten Hypodermiszellen unterhalb des alten Häkchens bezw. der Doppelkammer gebildet haben. Dieser

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

Auswuchs wächst analwärts weiter. Die in der Symmetrieebene seiner Ventralwand liegenden Zellen wachsen in die Höhlung hinein und bilden dort eine vertikale Teilwand mit einer flammenstreifigen oberen Konturlinie („flamestraked, upper line of contour"). Die weiteren Entwicklungsstufen hat Böving nicht beobachten können, doch nimmt er an, daß der Auswuchs, als Ganzes genommen, die Mutterschicht der inneren Chitinlage der Hakenwandung ist, während die vertikale Teilwand und ihr oberer Teil die Zwischenwände absondert.

Auf ganz ähnliche Weise entsteht auch die Doppelkammer des Stigmas von *Hister*.

Diese Beobachtungen Bövings stehen mit der im vorhergehenden Abschnitt gegebenen Ableitung des biforen Stigmas gut in Einklang.

Es werden demnach die Hauptzüge der Entwicklung in den Neubildungen des Organes vor jeder Häutung wiederholt.

Von der einfachen Häutungsart der uniforen Stigmen weicht die des biforen dadurch ab, daß die neue Doppelkammer nicht um die alte herum, sondern unter ihr angelegt wird.

Um festzustellen, ob sich Stigmen von ähnlicher Form wie bei den Larven auch in den beiden letzten Stadien der Coleopteren auffinden lassen, untersuchte ich eine Anzahl Puppen und Imagines. Die Erwartung besonders bei den wenig bekannten, in der Literatur kaum erwähnten Käferpuppen larvenähnliche Stigmen anzutreffen, bestätigte sich indes nicht. Zwar hat nach einer Angabe Bövings (6, p. 62) Sanderson ein bifores Stigma bei der Puppe von *Hispa* entdeckt, doch muß dies ein seltener Fall sein, denn alle von mir untersuchten Käferpuppen besaßen einfache, unifore Stigmen und die Organe zeichnen sich durch ihre Einfachheit und Einförmigkeit aus. Die Stigmen sind zwar in derselben Zahl vorhanden wie bei den Larven, allein die letzten Paare sind stark verkleinert. Dieses Verhalten leitet über zu den Imagines, bei denen gleichfalls die letzten Stigmen gewöhnlich stark verkleinert oder sogar völlig geschwunden sind.

Diese Erscheinung hat offenbar seine Ursache in der Reduktion der letzten Abdominalsegmente bei der Mehrzahl der Käfer. Auffälliger und schwieriger zu erklären ist eine zweite Eigentümlichkeit. Bei den Larven war, wie wir sahen, stets das zweite thorakale Stigmenpaar geschlossen, beim vollendeten Insekt dagegen ist es geöffnet. Vielleicht ist auch die Umwandlung zur Funktion in Beziehung zu setzen, da bei der Imago die Flugtätigkeit erhöhte Ansprüche an die Luftversorgung der Brustringe stellt. Aber damit ist die weitverbreitete, rätselhafte Erscheinung des Verschlusses des zweiten Stigmenpaares bei zahlreichen Larven (auch Schmetterlinge, Fliegen, Wespen) nicht erklärt.

Ihrem Bau nach zeigen auch die imaginalen Stigmen wenig Übereinstimmung mit denen der Larven. Bifore Stigmen fand ich nicht; auch sind solche bisher in der mir zugänglichen Literatur nicht beschrieben. Dagegen besitzen die Stigmen der Blatthornkäfer Ähnlichkeit mit denen ihrer Larven. Allerdings ist auch bei ihnen die Entwicklung der Organe eine sprunghafte, denn zwischen das

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

kompliziert gebaute larvale und imaginale Stigma ist das einfache der Puppe eingeschaltet, und es bestehen mancherlei Verschiedenheiten auch zwischen den Stigmen der Larve und denen des vollendeten Insektes.

Biologische Bedeutung.

Die Feststellung, daß die morphologischen Veränderungen der Larvenstigmen in den späteren Stadien bei der Mehrzahl der Formen wieder rückgängig gemacht werden, weist darauf hin, daß wir in ihnen Anpassungen an irgendwelche Bedingungen des Larvenlebens zu sehen haben. Lassen wir die anatomischen Einzelheiten außer Acht, so gleichen sich die verschiedenen Umformungen darin, daß in allen Fällen durch sie ein nahezu vollständiger Verschluß der ursprünglichen Stigmenöffnung herbeigeführt und die Stigmenhöhle durch eine Chitinmembran, die Stigmenplatte, abgedeckt wird.

Diese Übereinstimmung ist es, die Schiödte zu der oben angeführten Deutung veranlaßte, in allen Umformungen Mittel zur Verhütung des Eindringens von Fremdkörpern in die Atemwege zu sehen. Seine Annahme stützt der Forscher durch die Angabe: „Die dazu angewendeten Mittel stehen sichtlich immer in geradem Verhältnis zu dem Grad von Berührung, in welchen der Körper der Tiere die Stigmen mit der Umgebung bringt, und der größeren oder geringeren Gefahr, welche die Natur dieser Umgebung für die Verstopfung der Atemlöcher herbeiführen kann.“ (47, p. 429.)

Der in diesen Worten geäußerten Ansicht muß ich mich auf Grund meiner Beobachtungen anschließen. Alle Käferlarven mit veränderten, d. h. mehr oder weniger geschlossenen Stigmen leben an Aufenthaltsorten, die die Ausbildung besonderer Schutzeinrichtungen für die Atemwerkzeuge erfordern. Auch andere ähnlich lebende Insektenlarven z. B. Fliegenlarven haben ihre Stigmen in einer ganz analogen Weise umgestaltet. Die Aufenthaltsorte sind Erde, Schlamm, Mulm, Misthaufen, Pflanzenteile, Baumrinde usw.

Wohl treffen wir an diesen Stellen auch Larven mit einfachen, offenen Stigmen wie die Carabiden, Staphyliniden, Silphiden und auch Tenebrioniden, allein dies sind zumeist primitive Formen, bei denen überhaupt nur einfache Stigmen vorzukommen scheinen, und die ihre Stigmen nur durch Ausbildung einer starken Reuse usw. schützen.

Dagegen ist es mir nicht gelungen, auch nur bei einer einzigen freilebenden Larve veränderte Stigmen nachzuweisen, trotzdem ich eine große Zahl von ihnen daraufhin untersuchte. Zwar leben die mit biforen Stigmen ausgestatteten Larven von *Crioceris lilii* und *Cionus scrophulariae* „frei“ auf ihren Futterpflanzen, allein die Gewohnheit der Tiere, ihren Körper mit einer Kot- bezw. Schleimdecke zu überziehen, birgt die gleiche Gefahr der Verstopfung ihrer Atemlöcher in sich wie eine verborgene Lebensweise. Die Curculionidenlarven leben vielfach in Pflanzenstengeln, Früchten, Gallen und Blattminen. Hier

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

sollte man sie besonders geschützt glauben; aber ihre Wohnkammern sind verunreinigt durch Kot und Futterreste, bedroht durch Feuchtigkeit. Die Blattminen sind meist verhältnismäßig sauber und trocken. Ob jedoch damit die Einfachheit der Stigmen ihrer Bewohner zusammenhängt, ist nicht mehr als eine Vermutung.

Die Larven der Blattkäfer sind ein besseres Beispiel: Die freilebenden besitzen einfache Stigmen, *Crioceris* und *Donacia* dagegen veränderte.

Der Einfluß der Lebensweise erklärt sehr gut die Beschaffenheit der Lamellicornierstigmen bei Larve, Puppe und Imago. Von den Blatthornkäfern leben viele während ihres ganzen Lebens an der gleichen Stätte (die *Passalini* Brasiliens, die *Aphodiini* und *Coprini*), andere wenigstens zum Teil auch als Imagines (*Melolonthini*, *Lucanini*). Während nun Larve und Imago unmittelbar mit ihrer Umgebung in Berührung kommen, wenn sie sich darin ihren Weg bahnen, liegt die Puppe ruhig in einem Gespinst oder in einer Kammer mit glatten, harten Wänden. Infolgedessen wird sich bei den schutzbedürftigen Larven und Imagines ein überdecktes Stigma herausgebildet haben; der besser gesicherten Puppe genügt ein einfach gebautes Organ.

An dieser Stelle muß auch die Verschiedenheit der Stigmen bei den wasserbewohnenden Larven zu deuten gesucht werden.

Multifore Stigmen finden sich nach meiner Kenntnis bei keinem Wasserbewohner sondern nur unifore und bifore, so daß sich danach die im Wasser lebenden Larven in zwei Gruppen scheiden lassen. Beide stammen von landlebenden Vorfahren ab, die ursprünglich einfache, offene Stigmen besaßen. Den Grund dafür, daß sich bei der einen Gruppe die einfache Form erhielt, sehe ich in der verschiedenen Lebensweise, durch die sich die Vorfahren der Tiere dem Leben im Wasser angepaßt haben.

Die Larven mit uniforen Stigmen sind wahrscheinlich unmittelbar vom Ufer ins Wasser gegangen und haben die Berührung ihrer Stigmen — wenigstens des letzten Paares — mit der Atmosphäre niemals aufgegeben, indem sie wohl anfangs, wie heute noch die Helodiden, unter der Wasseroberfläche entlangliefen, dann schwimmen lernten, in die Tiefe gingen, nur noch zum Atmen hochkamen und zu so vollkommenen Wassertieren wurden, daß sie, dem Lande ganz entwöhnt, dort mehr oder weniger hilflose Geschöpfe abgeben (Dytisciden!).

Ganz andere Lebensformen treffen wir unter den Larven der zweiten Gruppe. Welch einen Gegensatz zur leicht im Wasser schwebenden *Acilius*larve bildet etwa der mühsam auf dem Grunde dahinstolpernde *Haliplus*! Schwimmen können die wenigsten Larven aus dieser Gruppe (*Gyrinus*, einige große Hydrophiliden).

Die Tiere haben sich auf einem ganz anderen Wege an das Wasser gewöhnt als die Larven mit uniforen Stigmen. Ihre Vorfahren müssen schon auf dem Lande in einer Umgebung gelebt haben, in der sich ihre Stigmen zu biforen umformen konnten, z. B. auf Wiesen, am Uferrande, in Sumpfpflanzen usw. Die Gewöhnung ans Wasserleben war dann nur ein Übergang, der weniger aktiv als passiv erfolgte. So

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

leben noch jetzt die Hydrophilidengattungen *Cercyon* und *Sphaeridium* auf Wiesen zwischen verwesenden Pflanzenresten und im Kuhmist. Die Parnidenlarven halten sich unter wie über Wasser auf. *Haliplus* konnte ich monatelang ebenso gut in 15 cm tiefem Wasser wie in feuchtem Schlamm beobachten. Sogar die schwimmenden Hydrophilidenlarven sind gegenüber den Dytisciden ziemlich unbeholfene Schwimmer; sie haben sich noch nicht daran gewöhnt, ihre Beute unter Wasser zu verzehren. Viele der in diese Gruppe zu rechnenden Tiere kann man als die Amphibien unter den Käferlarven bezeichnen.

Sehr häufig haben die Larven sekundäre Atemorgane ausgebildet (*Gyrinus, Elmis, Berosus, Cnemidotus*?), doch scheinen diese der *Haliplus*-Larve zu fehlen. Diese Art besitzt dann entweder Hautatmung — die aber der dicken Cuticula wegen unwahrscheinlich ist —, oder es muß angenommen werden, daß die biforen Stigmen auch die Atmung unter Wasser zu unterhalten vermögen. In diesem Fall vermitteln wohl die dünnen Membranen der Doppelkammer den Gasaustausch, wenngleich dabei zu berücksichtigen ist, daß sie sehr klein sind. Wie das Ein- und Ausströmen der Atemgase bei den veränderten Stigmen überhaupt erfolgt, läßt sich nur bis zu einer gewissen Grenze übersehen. Solange noch der Stigmenspalt wegsam ist, kann die Luft durch ihn hindurchtreten. Daneben aber ist sicher auch die Membran für die Atemgase durchlässig, ob man ihr nun Eingangsspalten zuschreiben will oder nicht.

Die Tatsache, daß auf der höchsten Entwicklungsstufe sowohl des multiforen wie des biforen Stigmas der Verschlußapparat geschwunden und beim biforen oft die Reusenvorrichtungen stark rückgebildet sind, beweist, daß diese Einrichtungen durch den Verschluß der Stigmenöffnung und die Ausbildung der Stigmenplatte überflüssig geworden sind.

Stigmenform und Verwandtschaft.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Lebensweise und Stigmenform, derart, daß wir aus der Lebensweise auf die Stigmenform schließen können, existiert nicht. Es besteht aber wohl ein Zusammenhang zwischen Stigmenform und systematischer Stellung.

Die Larven der Scolytiden und Curculioniden haben, wie schon erwähnt, neben anderen Übereinstimmungen im Körperbau auch die Stigmenform gemeinsam. Die Imagines beider Familien stimmen in so vielen Merkmalen überein, daß die neuere Systematik daraus sehr enge verwandtschaftliche Beziehungen herleitet. (Ryhnchophoren.)

Ebenso verhalten sich Larven und Imagines mancher Coccinelliden und Chrysomeliden. Das Gleiche gilt für die einander ebenfalls sehr nahestehenden Nitiduliden, Cryptophagiden und Byturiden. Auch die große Ähnlichkeit der Parniden- mit den Elateridenstigmen mag auf Homologie beruhen. Die Imagines beider Familien zeigen ebenso wie ihre Larven manche Übereinstimmung in ihrem Körperbau. Kolbe

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

schreibt (24, S. 250), daß die *Sternoxia*, zu denen die Elateriden gehören, ihre Wurzel anscheinend in den *Dascylloidea*, wohin die Parniden gestellt werden, haben und zwischen beiden Familiengruppen viele Beziehungen bestehen.

Wie wir sahen, sind die Stigmen der Lamellicornier in ihrem Bau denen der Buprestiden außerordentlich ähnlich. Es fällt schwer, sich vorzustellen, daß die beiden Stigmenformen selbständig entstanden sind, daß es sich hier lediglich um eine Konvergenzerscheinung handelt. Nach der heute herrschenden Anschauung über Verwandtschaft sind aber Buprestiden und Lamellicornier nicht nahe miteinander verwandt.

Es gehört eine möglichst umfassende Kenntnis der Käferlarven, ein gründlicher Vergleich aller Einzelheiten ihres Körperbaues unter Berücksichtigung der Imagines dazu, um in jedem einzelnen Fall zu entscheiden, mit welcher Berechtigung sich aus Übereinstimmung im Stigmenbau Schlüsse auf verwandtschaftliche Zusammengehörigkeit ziehen lassen. Unbedingt nötig sind solche vergleichend morphologischen Untersuchungen dort, wo es sich darum handelt, den systematischen Wert des Vorkommens zweier verschiedener Stigmenformen bei nahe verwandten Larven zu beurteilen.

Das Auftreten uniforer und biforer Stigmen innerhalb derselben Familie ist am Beispiel der Blattkäfer früher erläutert worden, es ist ohne systematische Bedeutung, da die bifore Stigmenform sich leicht aus der uniforen ableiten läßt und umgekehrt. Immerhin ist die Verschiedenheit der Stigmen bei den nahe verwandten Dytisciden (unifor) und Halipliden (bifor) bemerkenswert. Die Larven wie auch die Imagines dieser beiden Wasserkäfergruppen weichen in so vielen Merkmalen von einander ab, daß die früher mit den Dytisciden vereinten Gattungen *Haliplus* und *Cnemidotus* neuerdings als eigene Familie abgetrennt werden.

Besondere Beachtung verdienen die Fälle, wo in zwei Familien, die als nahe miteinander verwandt gelten, die Larven der einen multifore, die der anderen bifore Stigmen besitzen, denn beide Stigmenformen sind, wie früher ausgeführt, die Endstufen divergierender Entwicklungsreihen.

Die Larven der Canthariden sind, wie wir sahen, mit multiforen, die der Lampyriden mit biforen Stigmen ausgestattet. Beide Familien werden mit einigen anderen als *Malacodermata* zusammengefaßt und gelten als eng miteinander verwandt.

Die Buprestiden und Elateriden stellt die Systematik als *Sternoxia* zusammen, weil die Imagines beider Familien im Körperbau große Übereinstimmung zeigen. Die Buprestidenlarven besitzen jedoch multifore, die der Elateriden bifore Stigmen. Hier weichen auch im übrigen Körperbau die Larven so sehr voneinander ab, daß Kolbe (24, S. 251) urteilt: „Obgleich die Buprestiden den Elateriden anscheinend nahe verwandt sind, so müssen wir doch . . . . schließen, daß beide Familien weit genug von einander getrennt sind, um die morphologischen Unterschiede ihrer Larventypen verständlich zu machen."

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

Meinert bildet ein bifores Larvenstigma, der gewöhnlich den Lamellicorniern zugerechneten, noch wenig bekannten Art *Trox sabulosus* ab (35, Tab. III Fig. 1). Sollte sich diese Angabe bestätigen, so tritt ein neues Merkmal zu den anderen hinzu, die die Gattung *Trox* von den Lamellicorniern entfernen. Jedoch kann Meinerts Angabe, die sich auf eine mit dem Käfer zusammen gefundene Larve bezieht, auf einer Verwechslung beruhen.

Böving schreibt (6, p. 63): „Schiödte hat . . . (das bifore Stigma) beschrieben bei *Hister*, *Elater* und *Hydroporus*; Rolph hat eine Abbildung, aber keine Beschreibung desselben bei *Cyphon* gegeben. In dem Zoologischen Museum der Universität Kopenhagen . . . . wurde es gefunden . . . bei *Dermestes*, *Byturus*, *Crioceris*, *Drilus* usw.“

Diese Angaben stehen im Widerspruch zu den vorliegenden Untersuchungen. Weder fand ich bei Schiödte eine Angabe, die das Stigma von *Hydroporus* als bifor bezeichnet, noch konnte ich bei *Cyphon* und *Dermestes* bifore Stigmen entdecken.

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

Literaturverzeichnis.

Die mit * bezeichneten Bücher waren mir nicht zugänglich.

1. **Alt, W.** Über das Respirationssystem der Larve von *Dytiscus*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 99 (1912) 3 p. 357.

2. **Berlese, A.** Gli Insetti, loro organizazione, sviluppo, abitudini e rapporti coll' uomo. Vol. I Milano 1909.

3. **Blandford, W. F. H.** On the larva of *Rhynchophorus palmarum*. Trans. Ent. Soc. London Proc. 1893.

4. **Boas, J. E. V.** Über die Stigmen der *Melolontha*-Larve. Vorläufige Mitteilung Zool. Anz. XVI. Jhrg. 1893, p. 389—91.

5. **Böving, A. G.** Bidrag til Kundskaben om Donaciinlarvernes Naturhistorie. Kjobenhavn 1906 (Diss.).

6. Derselbe. Natural History of the larvae of Donaciinae. Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie und Hydrographie 1910.

7. **Brocher, Fr.** Etude anatomique et physiologique de la système respitatoire chez les larves du genre *Dytiscus* (Recherches sur la respiration des ins. aqu.) Ann. d. Biol. lac. T. VI 1913 p. 126—147.

8. **Burmeister.** Handbuch der Entomologie Bd. 1 (Allg. Teil) 1832, S. 172.

9. **Coquerel et Sallé.** Notes sur quelques larves d'Oestrides. Ann. Soc. Ent. Fr. sér. 4. t. 2. 1862 p. 781—794.

10. **Chapuis et Candèze.** Catalogue des Larves des Coléoptères. Liège 1853 in: Mem. Soc. d. Sc. Liège t. VIII.

11. **Deibel, J.** Beiträge zur Kenntnis von Donacia und Macroplea unter besonderer Berücksichtigung der Atmung. Zool. Jahrbücher, Abt. f. Anat. und Ontog. Bd. 31. S. 107—160.

12. **Dewitz.** Entnehmen die Larven der Donacien vermittelst Stigmen oder Atemröhren den Lufträumen der Pflanzen die sauerstoffhaltige Luft? Berl. Ent. Zeitschr. 1888 Bd. 32 S. 5.

13. **Dufour, L.** Histoire comparative des métamorphoses et de l'anatomie des Cetonia aurata et Dorcus parallelodipedus. Ann. de sc. nat., sér. 2, t. XVIII 1842 p. 174.

14. Derselbe. Description de la larve du Nosodendron. Ann. Soc. Ent. Fr. 4. sér. t. 2 1862. p. 146—148.

15. Derselbe. Nouvelles observations sur la situation des stigmates thoraciques dans les larves des Buprestides. Ann. Soc. Ent. Fr. 2. sér. t. II 1844, p. 203—206.

16. Derselbe. Encore une notice sur la composition segmentaire de quelques larves de Coléoptères et sur la position des stigmates thoraciques. Ann. Soc. Ent. Fr. 2. sér. t. III 1845, p. 497—498.

17. **De Geer.** Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes. Stockholm Bd. 4, p. 290.

18. **Goureau, M.** Note pour servir à l'histoire du Morimus lugubris et de la Saperda scalaris. Ann. Soc. Ent. Fr. II. sér., t. II 1844. p. 441.

*19. **Gray, E.** The spiracles of the Click-beetle (larva of Elateridi). Amer. Monthley Microsc. Journ. Bd. 14 Nr. 3 p. 81—84.

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

20. **Haase, E.** Holopneustie bei Käfern. Biolog. Zentralblatt Bd. 7, 1887/88, p. 50—53.

21. **Hagen, H.** Einwürfe gegen Dr. Palméns Ansicht von der Entstehung des geschlossenen Tracheensystems. Zool. Anz. 4. Jhrg. 1881 p. 404—406.

22. **Hansen, H. J.** Opgjørelse af spørgsmaalene Spiracula cribraria — os clausum. Nat. Tidskr. (3) V. 14. 1885 p. 653—665.

23. **Kolbe, H. J.** Einführung in die Kenntnis der Insekten. Berlin 1892.

24. Derselbe. Mein System der Coleopteren. Zeitschr. f. Ins. Biol. Bd. IV, 1908.

25. **Kölliker, A.** Observationes de prima insectorum genesi. Diss. inaug. Turici. 1842.

26. **Krancher, O.** Der Bau der Stigmen bei den Insekten. Zeitschr. wiss. Zool. V. 35. 1880. p. 555.

87. **Laboulbéne, A.** Sur les stigmates de la larve du Nosodendron fasciculare. Ann. Soc. Ent. Fr. 4. sér. t. II 1862 p. 149—152.

28. **Lacordaire.** Introduction à l'Entomologie II 1833, p. 103.

29. **Landois, H.** und **Thelen, W.** Der Tracheenverschluß bei den Insekten. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 17 1867 S. 187—214.

30. **Loewe, C. L. W.** De partibus quibus insecta spiritus ducunt. Diss. inaug. Halae 1814.

31. **Lucas, H.** Observations pour servire à l'Histoire de l'Ergates faber. Ann. Soc. Ent. Fr. 2. sér. T. II 1844 p. 161—176.

32. **Mammen, H.** Über die Morphologie der Heteropteren- und Homopterenstigmen. Zool. Jahrb. (Abt. f. Anat. und Ontog.) 34. Bd. 1912 S. 121—178.

33. **Meinert. Fr.** Spirakelpladen hos Scarabae-Larverne. Vid. Medd. Nat. For. Kjøbenhavn, Jahrg. 3 1882 p. 289.

34. Derselbe. Noget mere om spiracula cribraria og os clausum. En Replik. Vid. Medd. Nat. For. Kjøbenhavn, Aarg. 5. 1883 p. 68.

35. Derselbe. Sideorganerne hos Scarabae-Larverne. Danske Vid. Selsk. Skr. 6 Rackke VIII. 1, 1895 (nat. og mat. Afd.).

36. Derselbe. Spiracula cribraria hos Oldenborre-Larven. Ent. Meddelelse Kjøbenhavn. 5. Bd. 1895/96 p. 103—109.

37. **Moldenhawer.** Beyträge zur Anatomie der Pflanzen. Kiel 1812. p. 314—315.

38. **Müller, G. W.** Über einige in Wasser lebende Schmetterlingsraupen Brasiliens. Arch. Naturg. Jhrg. 50, Bd. 1. 1884, S. 200.

39. **Palmén.** Zur Morphologie des Tracheensystems. Helsingfors 1874.

40. **Perris, E.** Larves des Coléoptères, in: Ann. Soc. Linn. Lyon Vol. 22, 1876.

41. Derselbe. Histoire des Insectes du Pin maritime. Ann. Soc. Ent. France (3) Vol. 2 1854 u. f.

42. Derselbe. Histoire des métamorphoses de la Donacia sagittariae. Ann. Soc. Ent. Fr. (2) Vol. 4 1848, p. 15.

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

43. **Portier, H.** Recherches physiologiques sur les insectes aquatiques. Arch. d. Zool. exp. 5. sér. t. VIII 1911. p. 225.

44. **Réaumur, R. A.** Mém. pour servir à l'histoire des Insectes. Paris 1737 T. III, p. 221.

45. **Rösel von Rosenhof.** Der monatlich herausgegebenen Insektenbelustigungen 2. Teil. Nürnberg 1749. S. 4.

46. **Schiödte, I. C.** De métamorphosi Eleutheratorum observationes in: Nat. Tidskr. (3) Bd. 1, 3, 4, 6, 8—12, 1861—80

47. Derselbe. Spiracula cribraria, os clausum, lidt om naturvidenskabelig Methode og Kritik. Nat. Tidskr. (3) vol. 13, 1883 p. 427—473.

48. **Schmidt-Schwede, E.** Über die Athmung der Larven und Puppen von Donacia crassipes, in: Berl. ent. Zeitschr. Vol. 31, 1887, p. 325—334.

49. Derselbe. Noch einmal über die Athmung der Larven von Donacia crassipes. ibid. Vol. 33, 1889.

50. **v. Siebold, C.** Über die Lebensweise der Donacia linearis in: Amtl. Ber. 34. Vers. deutsch. Naturf. und Ärzte. (Karlsruhe 1859) p. 211.

51. Derselbe. Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. 1848, p. 616.

*52. **Sørensen, W.** Sur la Faculté des condylopodes de fermer et d'ouvrir spontanement leur trachées. Ent. Tidskr. 8. Aarg. 1887, p. 71—75.

53. Derselbe. Forelöbig Meddelelse om Spiraclerne hos Insekterne in Almindelighed og hos Scarabalerne in Särdeleshed. Kjøbenhavn 1895.

54. **Sprengel, K.** Commentarius de partibus quibus insecta spiritus ducunt. Lipsiae 1815.

55. **Swammerdam.** Bibel der Natur. 1737. Leyden.

56. **Treviranus, G. R.** Die Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens, neu dargestellt. Bremen 1831. 1. Bd. S. 258.

57. **Wesenberg-Lund, C.** Biologische Studien über Dytisciden. Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie und Hydrographie 1912 S. 56.

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

Erklärung der Abbildungen.

B Chitinbalken (Kammerwand).
F, f } Chitinfalte.
G Grenzlinie der Kammerräume.
K Stigmenkammer.
L Chitinlamelle (Kammerdecke).
O Stigmenöffnung, = Spalt.
P Stigmenplatte.
r Chitinspitzen tragende Ausweitung.
S Naht.
Sp Chitinspitzen.
St sternartige Chitingebilde.

Fig. 1. *Illybius fenestratus.* Endstigma Vergr. 230:1.
Fig. 2. *Cyphon variabilis.* 6.—9. Abdominalsegment mit dem letzten Stigmenpaar und den mit + bezeichneten kollabierten Stigmen des 6. und 7 7. Abdominalpaares.
Fig. 3. *Lina populi.* Vergr. 230:1 (vgl. Textfig. I).
Fig. 4 und 5. *Cassida viridis.* Vergr. 230:1.
Fig. 6. *Pterostichus striola.* Abdominalstigma. Vergr. 230:1.
Fig. 7. *Meloe proscarabaeus.* Vergr. 780:1 (Textfig. IV).
Fig. 8. In Algennestern gefundene Hydrophilidenlarve. Endstigma Vergr. 230:1.
Fig. 9. *Cercyon litoralis.* 8. und 9. Abdominalsegment mit den Endstigmen.
Fig. 10. *Rhagium inquisitor.* Abdominalstigma Vergr. 230:1 (Textfig. V).
Fig. 11. Randkammern desselben Stigmas. Vergr. 400:1.
Fig. 12. *Lymexylon dermestoides.* Abdominalstigma. Vergr. 230:1 (Textfig. VI).
Fig. 13—17. Bostrychoidenstigmen. Fig. 13. Bostrychide, Vergr. 400:1. Fig. 14. Vergr. 780:1. Fig. 15. Ptinide, Vergr. 400:1. Fig. 16. Ein Stigma von der Oberfläche. Fig. 17. von der Seite gesehen. Vergr. 780:1.
Fig. 18. *Clerus formicarius,* Thorakalstigmen schräg von der Oberfläche. Vergr. 230:1. (Textfig. VII).
Fig. 19. *Hylobius abietis.* Vergr. 230:1 (Textfig. VII).
Fig. 20. *Crioceris lilii.* Vergr. 230:1 (Textfig. VII).
Fig. 21. *Byturus tomentosus.* Vergr. 400:1.
Fig. 22. *Spercheus emarginatus.* 1. Abdominalstigma. Vergr. 230:1.
Fig. 23. *Gyrinus natator.* Vergr. 780:1.
Fig. 24. *Berosus spinosus.* Vorderstigma.
Fig. 25. *Berosus spinosus.* Endstigma. Beide Vergr. 230:1.
Fig. 26. *Hydrous caraboides.* Vorderstigma einer jungen Larve. Vergr. 780:1.
Fig. 27. *Hydrous caraboides.* Vorderstigma. Endform Vergr. 115:1.
Fig. 28. *Sphaeridium bipustulatum.* Vorderstigma. Vergr. 230:1.
Fig 29. *Nosodendron fasciculare.* Vorderstigma.
Fig. 30. *Nosodendron fasciculare.* Endstigmenpaar, beide Vergr. 400:1.
Fig. 31. *Haliplus ruficollis.* Vergr. 780:1.
Fig. 32. *Luciola italica.* Stigma am Grunde einer Hauteinsenkung. Vergr. 230:1.
Fig. 33. Stigma einer unbekannten Lampyridenlarve. Vergr. 230:1.
Fig. 34. *Parnus griseus.* Stigmen des letzten Paares. Vergr. 230:1.
Fig. 35. *Ampedus dibaphus.* Abdominalstigma. Vergr. 400:1.
Fig. 36. Stigma einer unbekannten Cantharidenlarve. Vergr. 230:1.

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

Fig. 37. *Cantharis* sp. Thorakalstigma am Grunde einer Hauteinsenkung. Vergr. 230:1.

Fig. 38. *Agrilus biguttatus.* Thorakalstigma. Vergr. 230:1.

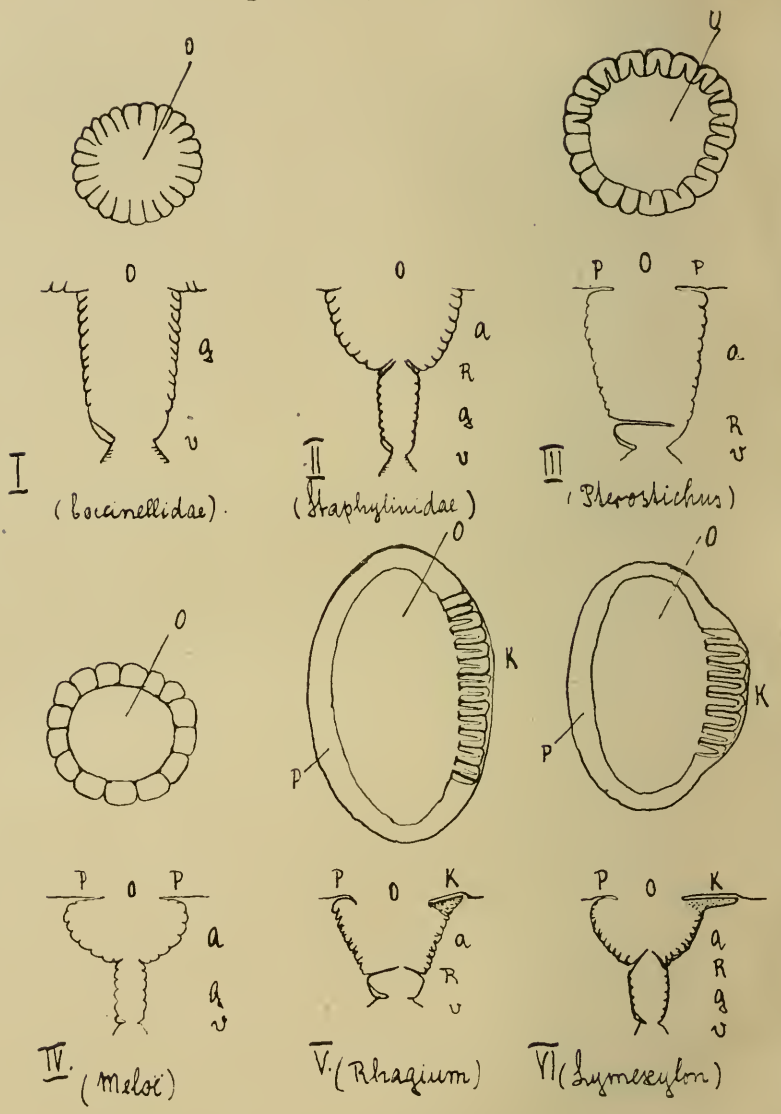
Fig. 39. *Aphodius fimetarius.* Stigmen einer Larve im mittleren Stadium, unmittelbar nach der Häutung, von innen gesehen. Vergr. 870:1.

Fig. 40. *Aphodius fimetarius.* Stigmen des jüngsten Larvenstadiums. Vergr. 780:1.

Fig. 41. *Cetonia aurata.* Stigma mit Tracheenlunge.

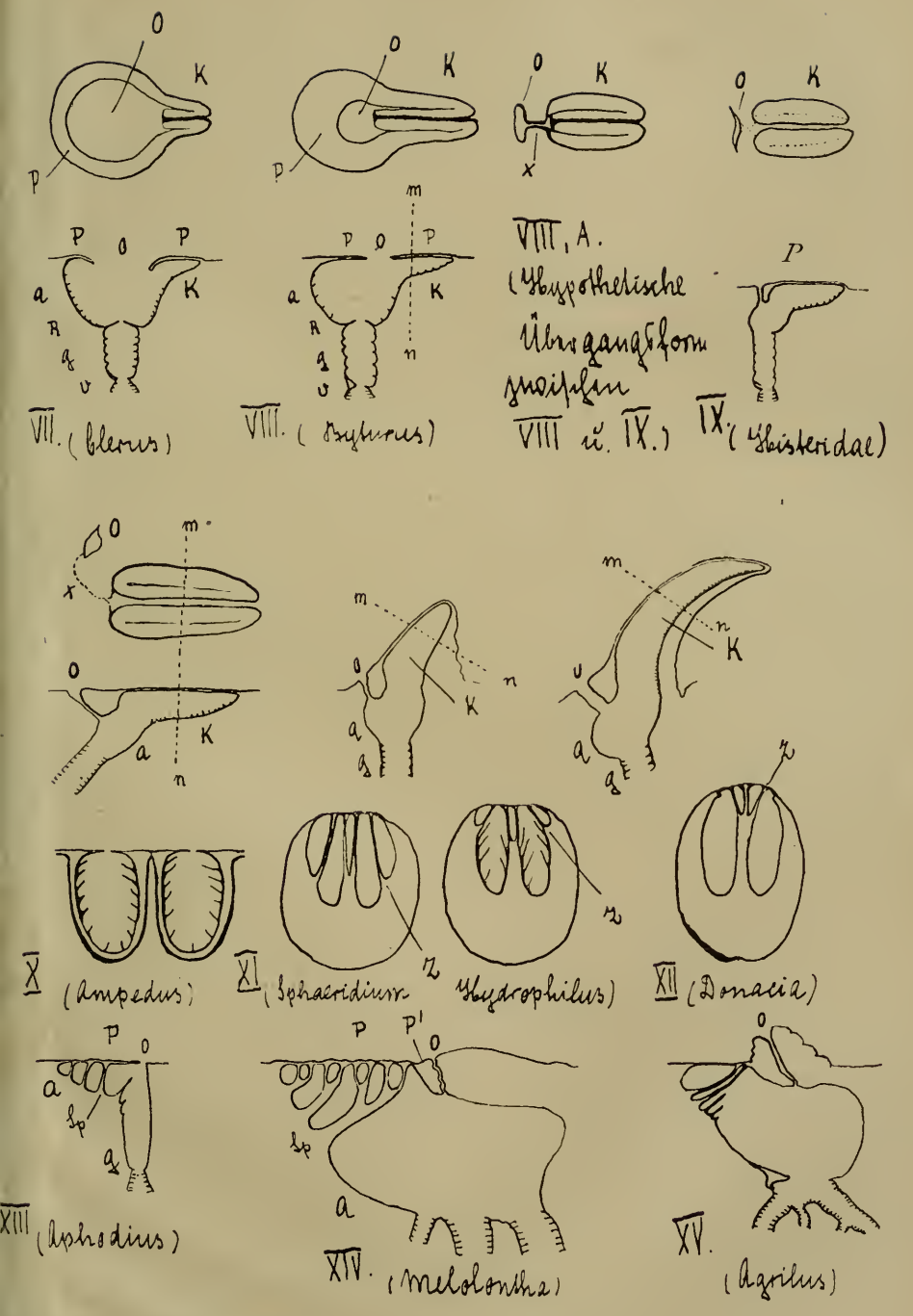
Fig. 42. *Cetonia aurata.* Die drei letzten Stigmen der rechten Körperseite mit den daranhängenden Tracheen. Lupenvergrößerung.

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



a Atrium
g Stigmengang
K Stigmenkammer (In V u. VI Mittelwand punktiert)
O Stigmenmündung
P Stigmenplatte.
P' Mittelfeld der Stigmenplatte
R Reuse
Sp Stützbalken.
v Wasserflüssigkeitsrinne
x Wasserdurchgangslinie zwischen Kammer u. Stigmenmündung
Z Zwischenraum

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

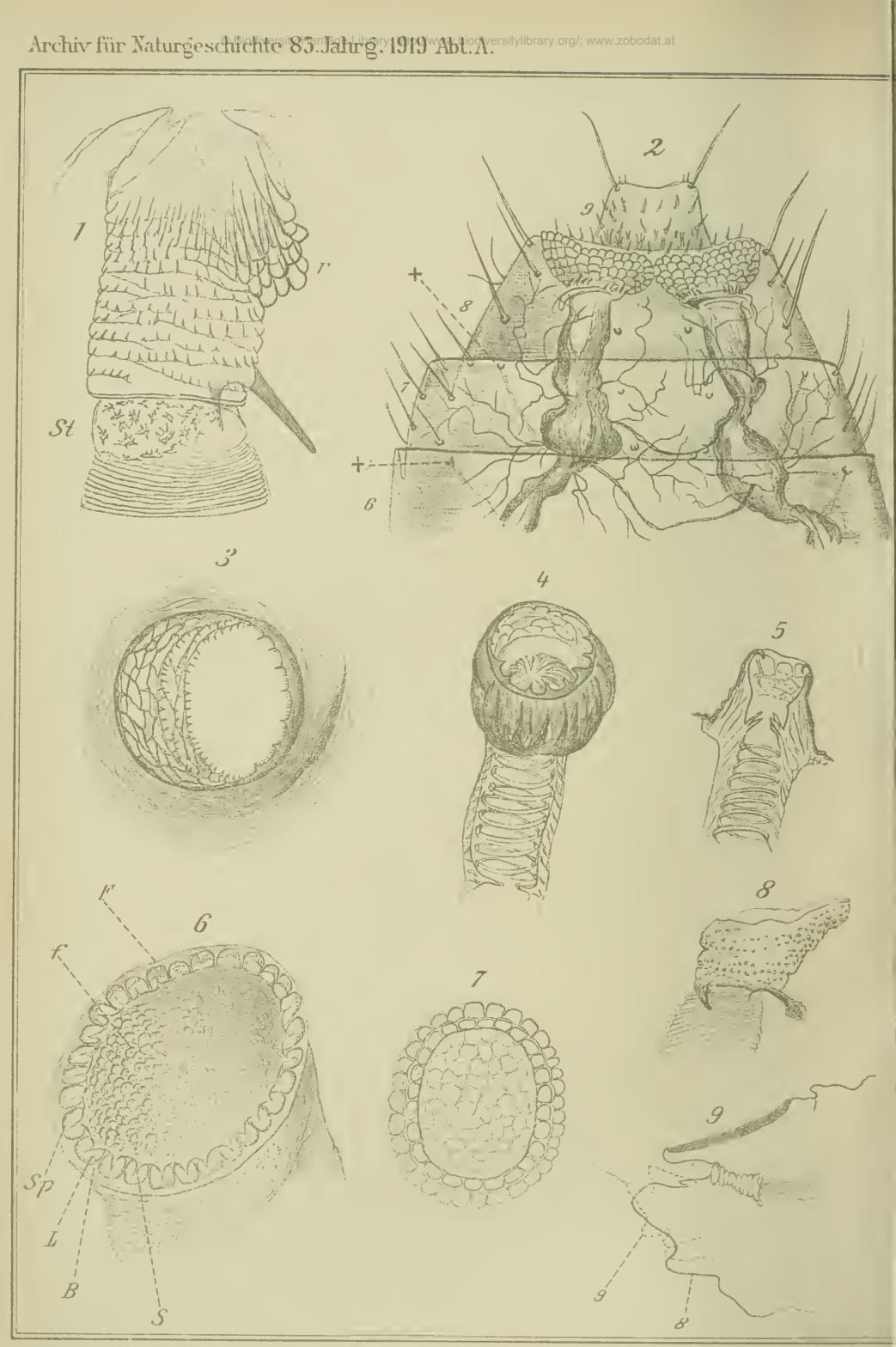


tigmen der Käferlarven.

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

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

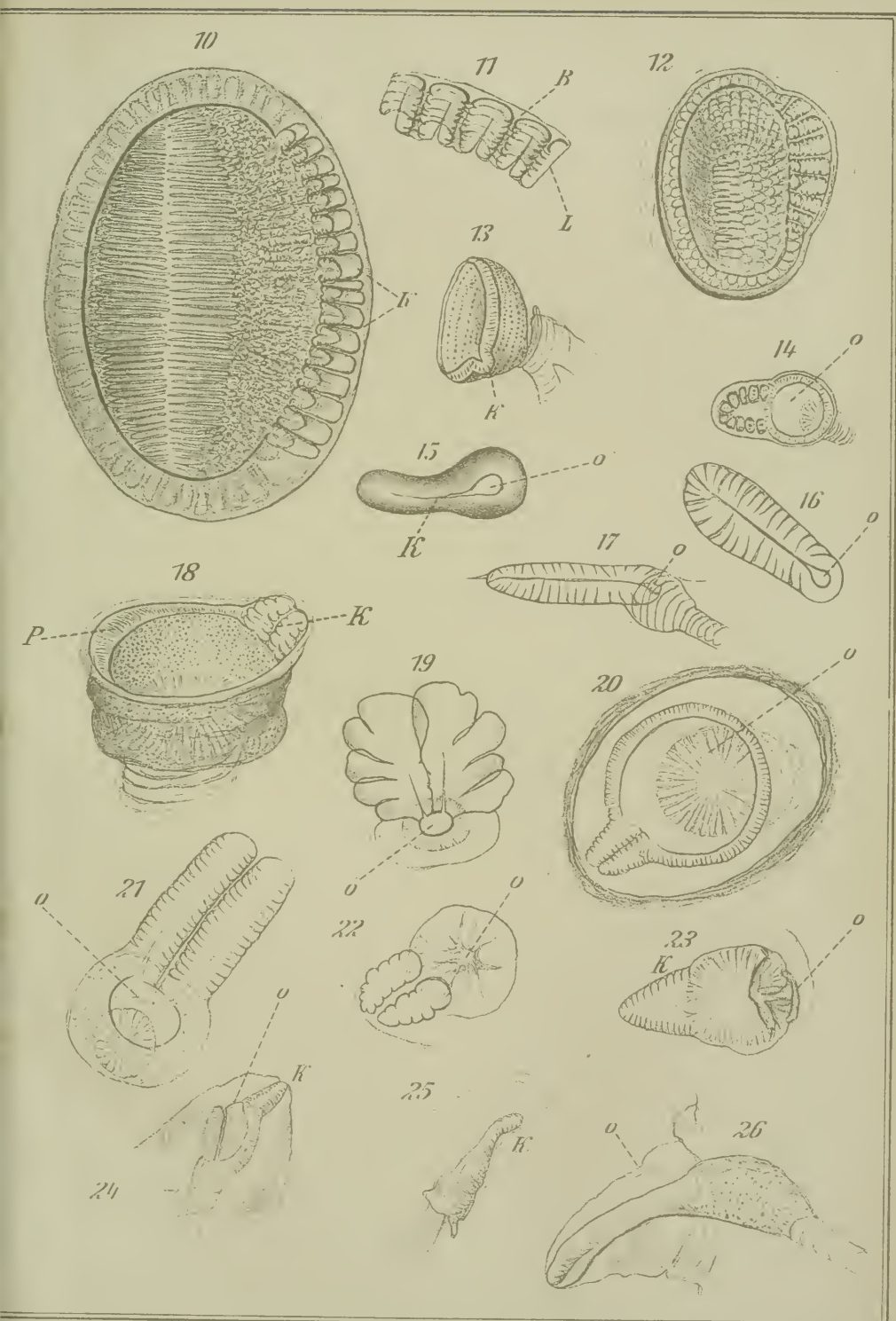
©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Steinke gez

Steinke: Die Stign

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



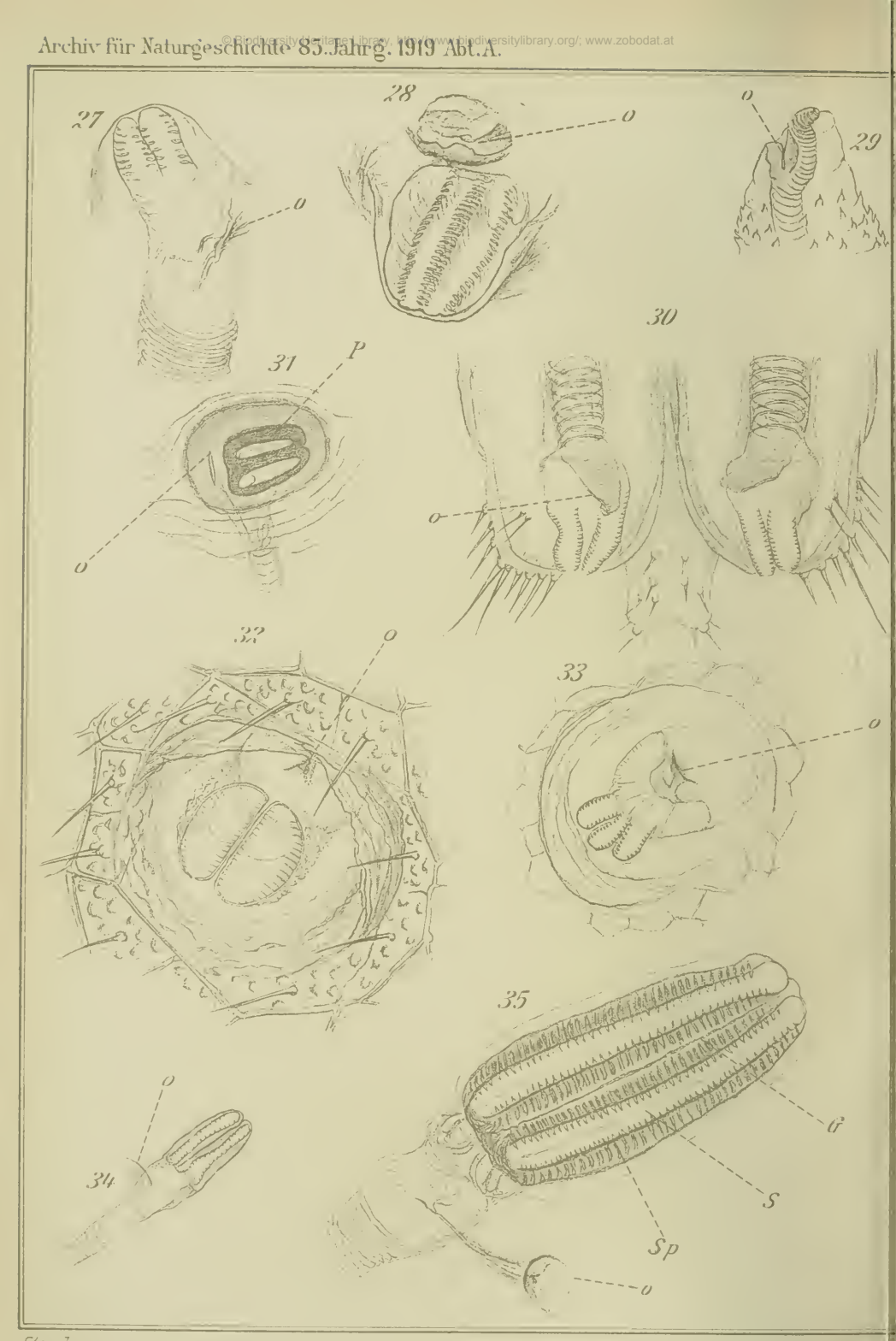
der Käferlarven.

H. Kaiser Lith. Anst. Berlin S.O. 33.

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

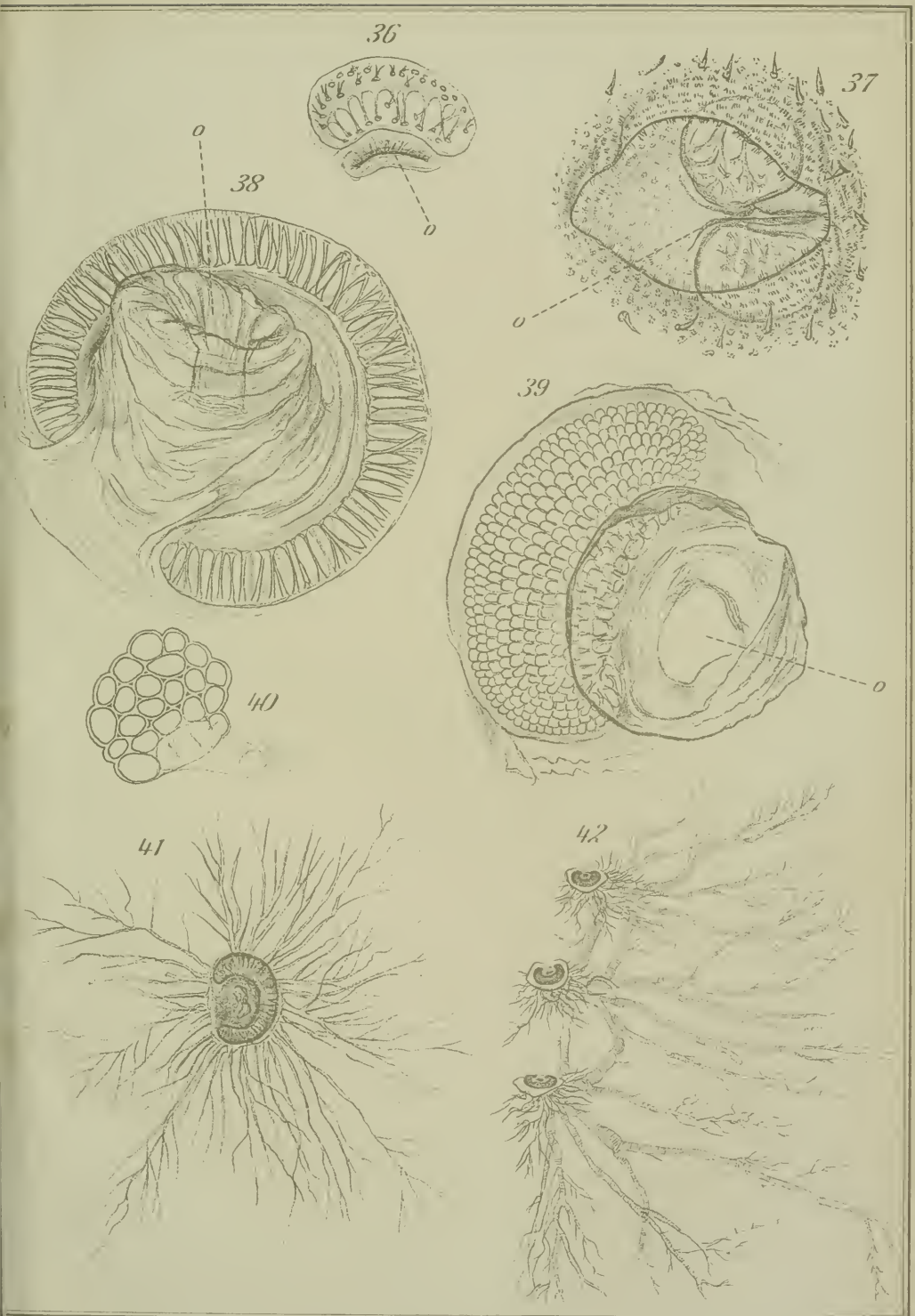
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

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



Steinke gez

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



n der Käferlarven.

H. Kaiser, lith. Anst. Berlin S.O. 33.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Naturgeschichte

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: 85A_7

Autor(en)/Author(s): Steinke Gerhard

Artikel/Article: Die Stigmen der Käferlarven. 1-58