

Beiträge zur Kenntnis der Samenübertragung bei *Ephestia kuehniella* Zeller.

Von

Margarete Quast.

(Mit 13 Textfiguren.)

Geschichtliches.

Die Untersuchungen über den Genitalapparat der Lepidopteren sind wesentlich in morphologischer und entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht erfolgt. Verhältnismäßig gering dagegen sind die Arbeiten, die die Lepidopteren in anatomischer Hinsicht zum Gegenstande haben.

Die ersten, die sich nachweislich mit den Lepidopteren wissenschaftlich beschäftigt haben, sind Malpighi und Swammerdam. Malpighi zergliederte und beschrieb *Bombyx mori* L., Swammerdam *Vanessa urticae* L. Durch die Arbeiten der Folgezeit wurden die anatomischen Kenntnisse über die Lepidopteren nur wenig erweitert. Herold bemerkt deshalb in seiner „Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge“ (1815), daß er für seine Untersuchungen nur „unvollkommene Beschreibungen und mangelhafte Abbildungen vorgefunden habe“. Wie schon der Titel des Werkes von Herold ergibt, bewegen sich seine Untersuchungen auf entwicklungsgeschichtlichem Gebiete. Gleichwohl enthalten sie in immerhin nicht geringem Umfange auch Ausführungen in anatomischer Beziehung, insbesondere auch bezüglich des Genitalapparates. Über den Vorgang der Kopulation sagt er jedoch nichts, über den der Befruchtung bestätigt er auf Grund seiner Untersuchungen lediglich die Angaben des Malpighi. Suckow (1828) behandelt zwar ausschließlich die Geschlechtsorgane der Insekten, seine Angaben über die Geschlechtsorgane der Lepidopteren enthalten aber nichts Neues, sind im Gegenteil vielfach unrichtig und ungenau. Eingehende Untersuchungen mit wertvollen Ergebnissen über die Geschlechtsorgane der Lepidopteren, namentlich der weiblichen Tiere, und über die Samenübertragung sind erst von v. Siebold und fast gleichzeitig von Stein (1848) vorgenommen worden, die auch beide die Unrichtigkeiten in der Darstellung Suckows zuerst nachgewiesen haben. Die Arbeiten, die in der Folgezeit über Lepidopteren geschrieben wurden, sind wiederum entwicklungsgeschichtlicher Natur — Meyer, Bessels, Leydig und Brandt (1848—1880) — sowie morphologischer Natur, insbesondere wurden in letzter Hinsicht in umfangreicher Weise die Segmentierungsverhältnisse zum Gegenstande der Untersuchungen genommen, so im Anschluß an Burmeister (1832) von Lacaze-Duthiers (1853). Obwohl von v. Siebold und auch von Leydig die Spermatophore ausdrücklich erwähnt wird, war

die Kenntnis des Geschlechtsapparates der Lepidopteren noch allgemein so gering, daß Hagen, dem 1882 bei der Untersuchung zweier *Yucca*-Motten die Spermatophore und die Chitinstruktur in der Bursa copulatrix auffielen, erklären konnte, er habe vergeblich versucht, in der Literatur hierüber etwas zu finden. 1901 untersucht Stitz den Genitalapparat allein der Mikrolepidopteren, über den er sehr ins einzelne gehende Angaben macht, die die bisherige Erkenntnis nennenswert förderten. Über die Funktion der einzelnen Teile bei der Begattung spricht er lediglich Vermutungen aus. In umfassender Weise hat sich Petersen in neuerer Zeit mit den Geschlechtsorganen der Lepidopteren beschäftigt. Nachdem er bereits 1900 und 1904 wichtige morphologische Arbeiten über ihn veröffentlicht hatte, hat er unter Berücksichtigung der Arbeit von Stitz insbesondere die Spermatophoren der Schmetterlinge zum Gegenstande seiner Beobachtungen gemacht und auch Untersuchungen der Vorgänge bei der Samenübertragung angestellt. Eine Untersuchung der eigentlichen Kopula und des Zusammenwirkens der einzelnen Geschlechtsteile bei ihr, enthält, obwohl m. E. nur eine solche die Funktion der Teile genügend erklären kann, seine Arbeit nicht. Sie ist Aufgabe der vorliegenden Arbeit. Sie beschränkt sich jedoch auf *Ephestia kuehniella* Z., die eine Züchtung ohne besondere Mühe gestattet und vor allem auch in der Gefangenschaft in Glasgefäßen kopuliert. Von anderen Arten, die zur Vergleichung herangezogen werden, ist nur die Bursa copulatrix untersucht.

Untersuchungsmethoden.

Die Tiere, die zum Schneiden vorbereitet werden sollten, wurden in Carnoy's Gemisch fixiert. Bei größeren wurde, wenn die Bursa copulatrix untersucht werden sollte, die Fixierflüssigkeit von Hollande angewandt. Sie bot gegenüber dem Gemisch von Carnoy den Vorteil, daß man die Tiere zwei bis acht Stunden darin belassen konnte. Sie wurden weiter so behandelt, daß sie auf 24 Stunden in reines Terpentinöl, alsdann ebenso lange in ein Gemisch aus Terpentinöl und gereinigtes Bienenwachs zu gleichen Teilen, schließlich für dieselbe Zeit in Paraffin kamen.

Das Schneiden der Objekte erfolgte in Paraffin, gleichwohl ob sie nach Carnoy oder nach Hollande fixiert waren. Es gestaltete sich infolge der starken Chitinisierung gerade des Kopulationsapparates äußerst schwierig. Die Chinenteile brachen, obwohl die Schnittfläche vorher stets mit der Mastixcollodium-ätherlösung nach Heider betupft wurde, sehr oft aus.

Zum Färben der Schnitte wurde Hämatoxylin nach Grenacher, versetzt mit etwas Essigsäure, verwandt, zum Nachfärben Säurefuchsin mit Pikrinsäure nach van Guison.

Es erschien mir wichtig, vor allem Totalpräparate zu erhalten, da bei ihnen die Funktion der einzelnen Organe am besten er-

kennbar sein mußte. Zu diesem Zwecke wurde in schwacher Alkohollösung zuerst der Genitaltrakt herauspräpariert, die zu untersuchenden Teile freigelegt, diese durch die Alkoholstufen gebracht, bis sie schließlich in kleinen Glasröhrchen in absolutem Alkohol zur Aufhebung gebracht werden konnten. Dauerpräparate wurden von der Bursa copulatrix und von den Geschlechtsanhängen des Männchens angefertigt. Sie wurden, nachdem sie in absolutem Alkohol gewesen waren, noch in Xylol aufgehellt und in Canadabalsam eingeschlossen. Das Aufheben in Glasröhrchen erschien, da es ein Betrachten des Objektes von allen Seiten gestattet, zweckdienlich.

Terminologie.

Die Bezeichnung der einzelnen Teile des Geschlechtsapparates ist bisher keine einheitliche. Insbesondere ist dies bezüglich des weiblichen Genitalapparates der Fall, während sich bei dem männlichen, infolge seiner häufigen morphologischen Untersuchungen schon eher eine einheitliche Ausdrucksweise herausgebildet hat. In den folgenden Ausführungen werden die Bezeichnungen von Petersen zu Grunde gelegt, der namentlich für die Geschlechtsteile des männlichen Tieres versucht hat, eine feste Terminologie einzuführen. Für den Fall der Heranziehung der früheren Arbeiten ist es jedoch notwendig, auf folgende Unterschiede besonders hinzuweisen. Bei der Bursa copulatrix werden hier drei Teile unterschieden, das Mündungsgebiet oder Ostium bursae, der Bursa-Hals oder Ductus bursae und der Bursa-Sack oder Corpus bursae. Statt Ductus bursae sagen Herold und Stein „Scheide“, von Sieboldt „Rutenkanal“, statt Corpus bursae sagen Herold „Samenbehälter“, Stein „Scheide“, v. Siebold „Begattungstasche“. — Der von dem Ductus bursae, bisweilen auch vom Corpus bursae zum Ovidukt führende Gang wird hier Ductus seminalis genannt. In älteren Arbeiten heißt er statt dessen „Samenleiter“. Das ihm gegenüber in den Ovidukt einmündende Receptaculum seminis zeigt häufig eine Auftreibung, die hier mit „Vestibulum“ bezeichnet wird. Herold nennt sie statt dessen „das einhornige Organ“.

Es ist noch zu prüfen, ob das Gebilde, in dem der Same bei den Lepidopteren übertragen wird, als Spermatophore zu bezeichnen ist. Als eine echte Spermatophore wird, wie Cholodkowsky in Zusammenfassung ihrer sämtlichen Begriffsmerkmale ausgeführt hat, eine Bildung verstanden, die im Geschlechtsapparat des Männchens entsteht, eigene Wandungen besitzt und zur Übertragung des Samens aus den männlichen in die weiblichen Geschlechtsorgane dient. Alle diese Merkmale sind für die Gebilde, in denen Spermatozoen der Lepidopteren übertragen werden, von Petersen festgestellt. Sie werden daher von Petersen durchaus zutreffend Spermatophore genannt, dem hier auch in dieser Bezeichnung gefolgt wird. Vielfach, z. B. von Hagen, wird

die Bezeichnung Spermatophore in anderem Sinne gebraucht, nämlich dahin, daß mit ihr die Vereinigung mehrerer Spermatozoen, wie sie bei Lepidopteren allerdings auch vorkommen, verstanden wird. Bemerkt sei, daß für letztere von Ballowitz die Benennung „Spermatozeugma“ und von Cholodkowsky die Benennung „Spermatodesmen“ vorgeschlagen worden ist. Hier soll der Bezeichnung von Cholodkowsky gefolgt werden.

Ehe auf die Vorgänge bei der Begattung eingegangen werden kann, ist es erforderlich, eine Beschreibung des männlichen sowie des weiblichen Genitalapparates voranzuschicken.

Der männliche Genitalapparat.

Die äußeren Geschlechtsanhänge. Nach Entfernung der Flügel sind am Abdomen von *Ephestia kuehniella* acht Segmente frei sichtbar, von denen das erste nur als Tergit besteht. Das nun folgende Segment ist bei beiden Geschlechtern verschieden ausgebildet, da es zu den Genitalien in Beziehung tritt. Beim Männchen läßt das neunte Segment eine viel stärkere Chitinisierung erkennen, als das bei den vorhergehenden Segmenten der Fall ist. Es zerfällt in einen dorsalen und einen ventralen Teil, die beide lateral gelenkig miteinander verbunden sind (Fig. 1). Die breitere Bauchschuppe zeigt in der Mittellinie eine oralwärtsgerichtete, spatelförmige Aussackung, den Saccus, der dem Ansatz von Muskeln dient. Am distalen Ende des neunten Segments heften sich die beweglichen Lateralklappen oder Valvae an. Es sind bei *Ephestia kuehniella* bewegliche Anhänge, deren konkave Fläche dicht mit Borsten besetzt ist. An der Dorsalseite werden sie ihrer ganzen Länge nach von einer Chitinleiste verstärkt. Diese bildet an der dorsobasalen Ecke einen Condylus, der mit dem Gelenk zwischen Tergit und Sternit artikuliert. Zander spricht in seiner „Morphologie der männlichen Geschlechtsorgane der Lepidopteren“

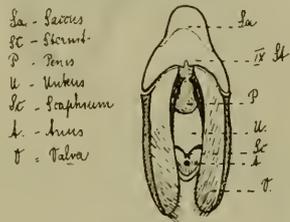


Fig. 1.

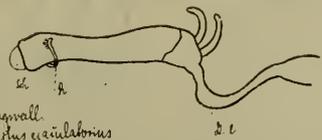


Fig. 2.

von einer Beziehung zwischen dem Saccus und den Valvae; je größer der Saccus ist, um so kleiner sind die Valvae und umgekehrt. Die Lateralklappen werden bei der Begattung stark gespreizt. Sie dienen vorzugsweise zum Festhalten des Weibchens, nachdem mit ihrer Hilfe die weibliche Geschlechtsöffnung der männlichen genähert worden ist, haben aber vermutlich auch die Funktion eines Reizwerkzeuges. Zwischen ihnen ragt der fingerförmige Penis hervor. Wenn man ihn isolieren will, zeigt sich, daß er mit einer Hülle fest verwachsen ist (Fig. 2). Diese, die Penistasche, ist in ihrer Randzone mit der Basis der

Valvae und dem Analsegment verbunden. Ihr medialer Teil senkt sich auf der einen Seite in die Bauchhöhle hinein, in entgegengesetzter bildet er den sogen. „Ringwall“ des Penis. Es ist das eine Hautduplikatur, die aus einer inneren, membranösen und einer äußeren, stärker chitinisierten Lamelle besteht. Die äußere Lamelle ist häufig durch Stacheln und Zähne ausgezeichnet. Bei *Ephestia kuehniella* bildet der Ringwall, wie man das seinem Namen entnehmen könnte, keinen allseitig geschlossenen Ring. Er stellt vielmehr eine Rinne dar, die den Penis von der ventralen

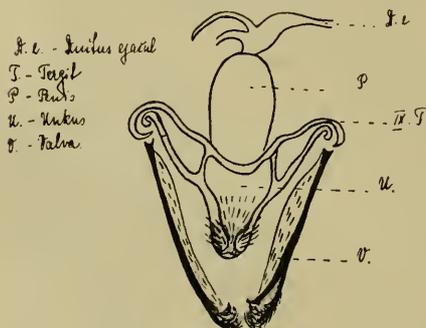


Fig. 3.

Seite her umgreift. An ihrem freien Rande ist die Rinne von kleinen Stacheln besetzt. Nach Zander hat die Penistasche den Zweck, „eine sichere Führung des Penis bei der Begattung zu ermöglichen“. Petersen nennt sie „einen Stütz- und Gleitapparat des Penis“ und schlägt für sie die Bezeichnung *Fultura penis* vor, während er die innere und äußere Lamelle mit *Fultura inferior* und *Fultura superior* benennt. — An dem Penis sind

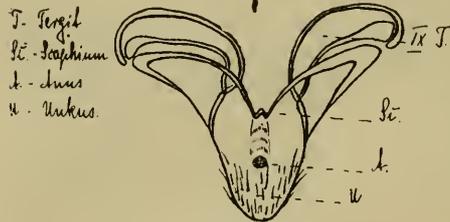


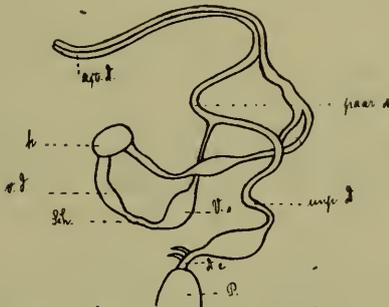
Fig. 4.

zwei Teile zu unterscheiden, ein membranöser, oralwärts gerichteter Teil und ein stark chitinisiertes Endstück. Je länger der eine dieser Teile ist, um so kürzer ist der andere. Die Fig. 2 zeigt, daß bei *Ephestia kuehniella* das chitinisierte Endstück bei weitem überwiegt. Die Form des Endstückes ist für die Systematik von größter Wichtigkeit, da sie selbst bei nahe verwandten Arten deutliche Unterschiede zeigt. Bei *Ephestia kuehniella* ist es ein in seiner Mitte wenig konkav gebogenes Rohr. Es erweitert sich etwas sowohl an seinem distalen Ende als auch an seiner Basis. Diese ist dadurch auffallend, daß sie an der ventralen Seite einen Blindsack bildet, der bei einigen Lepidopteren eine ansehnliche Größe erreicht. Bei *Ephestia kuehniella* bleibt er nur kurz. An ihm treten von außen starke Muskeln heran. Sein Inneres enthält denjenigen Muskel, der den Ductus ejaculatorius nach der Kopula zurückzieht. (Fig. 3.) — Das Tergit des neunten Segmentes (Fig. 4) ist nur als eine schmale Chitinspange erhalten. Es artikuliert mit einem eigentümlich haubenförmigen Stück mit stark chitinisierten, beborsteten Rändern. Dieses zeigt eine deutliche ventrale Krümmung und deckt mit seinem haubenförmigen Teil die Öffnung des Anus. Es führt den Namen *Supraanalstück* oder

Seite her umgreift. An ihrem freien Rande ist die Rinne von kleinen Stacheln besetzt. Nach Zander hat die Penistasche den Zweck, „eine sichere Führung des Penis bei der Begattung zu ermöglichen“. Petersen nennt sie „einen Stütz- und Gleitapparat des Penis“ und schlägt für sie die Bezeichnung *Fultura penis* vor, während er die innere und äußere Lamelle mit *Fultura inferior* und *Fultura superior* benennt. — An dem Penis sind

zwei Teile zu unterscheiden, ein membranöser, oralwärts gerichteter Teil und ein stark chitinisiertes Endstück. Je länger der eine dieser Teile ist, um so kürzer ist der andere. Die Fig. 2 zeigt, daß bei *Ephestia kuehniella* das chitinisierte Endstück bei weitem überwiegt. Die Form des Endstückes ist für die Systematik von größter Wichtigkeit, da sie selbst bei nahe verwandten Arten deutliche Unterschiede zeigt. Bei *Ephestia kuehniella* ist es ein in seiner Mitte wenig konkav gebogenes Rohr. Es erweitert sich etwas sowohl an seinem distalen Ende als auch an

Unkus. Von der Ventralscite ragt zur Analöffnung ein Chitinstück heran, das wie z. B. bei *Aglossa pinguinalis* L., Condylen bildet und mit den Fortsätzen des Unkus artikuliert. Bei *Ephestia kuehniella* ist dieses Subanalstück oder Scaphium mit dem Unkus verwachsen. Es bildet in der Mittellinie einen schwachen Haken. Ältere Forscher glaubten in dem Unkus und dem Scaphium Reste des Tergits und des Sternits des zehnten Segmentes vor sich zu haben. Zander hat jedoch nachgewiesen, daß es sich dabei um „sekundäre Anhänge“ handelt, die von der dorsalen resp. ventralen Basis des konischen Afterkegels vorwachsen. Über die Funktion des Unkus ist man sich noch nicht klar. Allgemein wird angenommen, daß er bei der Kopulation das Weibchen von der dorsalen Seite festzuhalten habe. Dieser Ansicht ist auch Petersen. Er schreibt: „Der Haken des Unkus hat die Bedeutung eines



a. d. - accessorische Drüsen, paar. d. - paarige Drüsen, b. - Hoden
 c. d. - vas deferens, d. h. - Schalthülle, v. s. - Vesicula seminalis
 unpa. d. - unpaare Drüsen, d. e. - Ductus ejaculatorius, p. - Penis

Fig. 5.

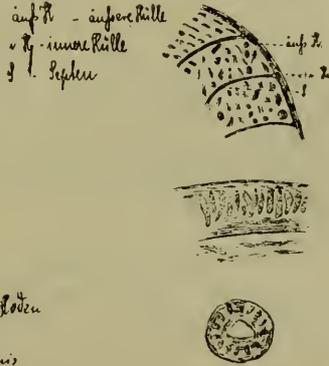


Fig. 6.

Klammerorganes bei der Kopulation“. Ich habe bei *Ephestia kuehniella* nur feststellen können, daß er dem Körper des Weibchens dorsal aufliegt. Er läßt sich mit Leichtigkeit abheben.

Die inneren Geschlechtsorgane. Zwischen dem dritten und vierten Abdominalsegmente (Fig. 5) liegt der rundliche, 1 mm große, unpaare Hoden. Er hat eine tief violette Farbe. Auf Schnitten zeigt sich, daß zwei Hüllen ihn umgeben, die ungefähr (Fig. 6) gleich dick sind und verhältnismäßig große flache Kerne besitzen. Einzelne, deutlich geschiedene Zellen sind in ihnen nicht erkennbar. Von der inneren Hülle zweigen sich zahlreiche Septen, die ebenfalls große Kerne haben, ab. Sie durchziehen den Hoden und zerlegen ihn in eine Anzahl von Fächern, Follikel genannt. Die innere Hülle sowohl als auch die Septen weisen zahlreiche Pigmentkörner auf. Die Follikel sind mit Spermatozoenbündeln strotzend angefüllt.

An den Hoden schließen sich die beiden Vasa deferentia an, auf die die äußere Hülle des Hodens übergeht. Ihre Wandungen sind sehr dick und enthalten große Kerne, deren Inhalt granuliert erscheint. Die Kerne liegen dicht beieinander, Zellgrenzen sind in dem Plasma nicht erkennbar. Das anfangs weite Lumen der Vasa deferentia wird allmählich enger.

Es schließt sich jederseits ein Kanal, von Stütz als „Schaltstück“ bezeichnet, an. Seine Wandung hat an Dicke abgenommen, die Kerne sind noch immer recht groß, doch sind sie mehr an die Äußere der Wandung gerückt. Das Lumen, das im Anfange die Form eines Dreiecks mit abgerundeten Ecken hatte, wird allmählich sehr eng.

Die kurzen Schaltstücke münden in einen blasenförmig erweiterten Teil, der von Escherich die Bezeichnung „Vesicula seminalis“ bekam. Seine Wandungen bestehen aus cylindrischen Zellen, mit großen, runden Kernen. Das weite Lumen ist durchweg mit Spermatozoen angefüllt. Im weiteren Verlaufe verengert sich das Lumen wieder und wird schließlich zu einem sehr feinen Kanal mit flachen Zellen, der in die sogenannten „paarigen Drüsen“ ungefähr in der Mitte ihres Verlaufes einmündet. Distalwärts dieser Einmündungsstelle besteht eine Verbindung mit den accessorischen Drüsen, deren Sekret sich mit Hämatoxylin stark färbt.

Die paarigen Drüsen vereinigen sich zu einem unpaaren Drüsenapparat, an dem Stütz drei Teile unterscheidet. An *Ephestia kuehniella* ließen sich nur zwei davon feststellen. Der erste fällt dadurch auf, daß man in ihm gewöhnlich ein Sekret bemerkt, das sich mit Pikrinsäure intensiv färbt. Es zerfällt häufig zu Brocken und gleicht dem geronnenen Eiweiße. Dasselbe Sekret läßt sich in der Bursa copulatrix eines begatteten Weibchens feststellen und zwar dient es hier dazu, die Wandung der Spermatophore zu bilden und zeigt, nachdem diese sich entleert hat, genau denselben bröckligen Zerfall. Der letzte Teil der unpaaren Drüsen hat bei *Ephestia kuehniella* eine große Ausdehnung und erscheint blasenförmig erweitert. Seine Wandung wird aus fast kubischen Zellen mit auf Längsschnitten kreisförmig begrenzten Kernen gebildet. Er geht in den engen Ductus ejaculatorius über, der nach kurzem Verlauf in das Penisrohr eintritt. An dieser Stelle finden sich zwei kleine, hornförmige Blindschläuche, deren Bedeutung mir nicht klar geworden ist. Er macht hier vielfache Biegungen. An seine Wandung, die mit einer zarten Chitinschicht ausgekleidet ist, treten zahlreiche Muskeln heran. Gegen das Ende zu wird das Lumen allmählich weiter. Die Wand ist stark gefaltet. Bei der Begattung tritt durch intraabdominalen Druck der Endabschnitt des Ductus ejaculatorius aus dem Penisrohr hervor.

Der weibliche Geschlechtsapparat.

(Fig. 7.) Der Bau des weiblichen Genitalapparates ist bedeutend einfacher als derjenige des männlichen. Äußere Geschlechtsanhänge fehlen ihm. Der innere Genitalapparat besteht aus acht Ovarialröhren, die zu je vier geordnet sind. Ihre Wandungen sind zart. Sie umschließen die einzellig angeordneten Eier und erwecken in ihrer lückenlosen Aufeinanderfolge den Eindruck einer Perlenschnur. Beim Öffnen des Abdomens stellen sie eine ziemlich ungeordnete, kompakte Masse dar. Sie werden durch Tracheen zusammengehalten und von Nerven und dem Fettkörper durchsetzt. Das erschwert das Präparieren wesentlich, da es nur mit größter Mühe gelingt, sie zu isolieren. Je vier Eiröhren vereinigen sich zu je einem kurzen Ovidukt. (Oviductus duplex). Die beiden Ovidukte vereinigen sich ihrerseits zu dem Oviductus simplex. (Oviductus communis). Er ist etwa viermal

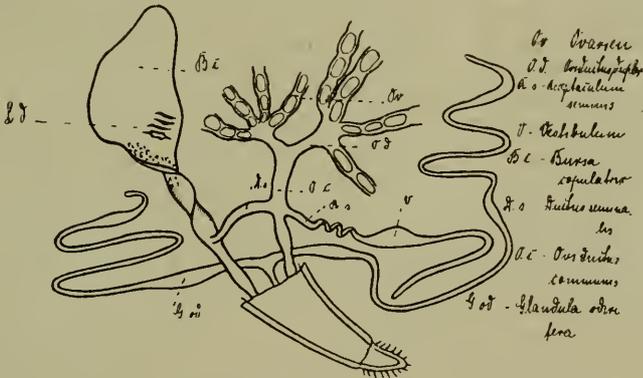


Fig. 7.

so lang als jeder Oviductus duplex und mündet in der Nähe des Afters nach außen aus. Im ersten Drittel seiner Länge gibt er zwei Gänge ab. Nach der ventralen Seite geht das Receptaculum seminis, nach der dorsalen der Ductus seminalis ab. Das Receptaculum seminis beginnt mit ein paar spiraligen Windungen, erweitet sich dann zu einer halbkugeligen Auftreibung und geht in einen ziemlich engen, blind endenden Schlauch aus. Der Ductus seminalis, der innerhalb der Lepidoptere ngattungen oft von sehr mannigfacher Ausbildung ist, zeigt bei *Ephestia kuehniella* eine einfache Bildung. Er stellt einen ziemlich kurzen Gang dar, und mündet ungefähr in die Mitte des Ductus bursae ein. Er beginnt mit ziemlich weiter Öffnung am Oviductus simplex, verengert sich bis zu seiner Einmündungsstelle in den Duktus bursae aber beträchtlich.

Petersen hat nachgewiesen, daß der Zustand des Ductus seminalis und der Bursa im Verhältnis zum Ovidukt den verschie-

denen Entwicklungsstufen der Ontogenese entsprechen. Ursprünglich besitze, so führt er aus, der weibliche Sexualapparat nur eine einzige Öffnung am Sternum des ersten Abdominalsegmentes. Die besondere Öffnung des Oviduktes am neunten Segment trete erst viel später auf. Das Auftreten einer zweiten „Geschlechtsöffnung“ mache einen Verbindungsgang zwischen dem Ductus bursae und dem Oviductus communis notwendig. Das sei der Ductus seminalis. Infolge sekundärer Umwandlungen der Bursa copulatrix und des Ductus seminalis komme es bei den am höchsten differenzierten Typen zu einer Form, wo ein langer Ductus seminalis von der Höhlung der Bursa selbst zum Ovidukt geht.

Daß der Ductus seminalis bei verschiedenen Arten innerhalb ein und derselben Gattung sehr verschiedene Ausbildung in Bezug auf Länge und Aussehen haben kann, führt Dampf 1908 bei den *Olethreutinae* durch. Sehr lang sei er bei einem Teil von *Olethreutes* Hb. sowie bei *Bactra* Stph. und *Lobesia* Gn., sehr kurz dagegen bei *Pammene* Hb. und *Grapholitha* Hein. In den meisten Fällen gehe er vom ersten Viertel oder von der Hälfte des Ductus bursae ab, bei *Pammene* und *Grapholitha* von der Begattungstasche selbst. In der Regel erweitere er sich zu einer Bulla seminalis, bei *Carpocapsa* Tr. sei „an Stelle der Bulla nur eine starke, nach einer Seite gerichtete und gleichmäßig gekrümmte Vorwölbung des Duktus“ vorhanden. Bei *Lobesia* erweitere er sich nur etwas stärker. Dasselbe habe ich bei *Ephestia kuchniella* feststellen können. Bei *Grapholitha* entspringe die Bulla seminalis zusammen mit dem Ductus seminalis aus der Bursa selbst.

Eine Erweiterung des Ductus seminalis zu einer Bulla seminalis ist auch Petersen bei seinen Untersuchungen aufgefallen. Man treffe sie in sehr verschiedener Ausbildung an, nicht selten auf einem Stiele sitzend, häufig der Form der Bursa angepaßt, so daß es berechtigt erscheine, von einer Pseudo-Bursa zu sprechen. Über ihre Funktion ließe sich Endgültiges noch nicht sagen, doch sei es wahrscheinlich, daß sie „(vielleicht abwechselnd aufsaugend und treibend) die Beförderung des Spermas in das Receptaculum unterstütze“. Die Innenwand der Bulla seminalis sei mit Chitin ausgekleidet, das bei einigen tropischen Tagfaltern sehr merkwürdige Bildungen aufweise.

Der Ductus bursae ist 2 mm lang. Er mündet zwischen dem achten und neunten Abdominalsegment nach außen. Oberhalb des Ductus seminalis erweitert sich der Ductus bursae und erscheint spiralg gedreht. Er zeigt an seiner Einmündungsstelle in die Bursa copulatrix schon von außen wahrnehmbare Chitinzähnen. Der Corpus der Bursa stelle an unbefruchteten Exemplaren einen stark faltigen Sack dar. Nach der Kopulation hat das Aussehen der Bursa copulatrix eine wesentliche Veränderung erlitten. Die in die Bursa eingedrungene Spermatophore erfüllt

den Hohlraum der Bursa so prall, daß sie die Falten der Wandungen glättet. Dadurch hat die Bursa ihr anfänglich runzeliges Aussehen verloren und ist zu einem glattwandigen, festen Gebilde geworden, das bei der Präparation als glänzend weißer Körper in die Augen fällt. Als auffallende Bildung ist sie schon frühzeitig beschrieben worden. Zum ersten Mal geschah es von Malpighi, der ihre Funktion, bei der Begattung den Samen aufzunehmen, bereits richtig erkannt hat.

Eingehende Untersuchungen widmet ihr Herold 1815. Er unterscheidet 5 Teile an ihr: das Köpfchen, den Hals, den Körper, die Scheide und den Samenleiter. Den ersten beiden Teilen schreibt er eine wesentliche Bedeutung nicht zu, da sie vielen Schmetterlingsarten fehlen. Aus seiner Zeichnung geht hervor, daß er mit dem „Köpfchen“ und dem „Hals“ einen haubenförmigen Fortsatz der Bursa meint, der sich bei einigen Lepidopterenarten findet. Den „Körper“ beschreibt er als gewöhnlich geraden, langgestielten, verschieden gestalteten Sack von glänzendweißem, perlmutterartigem Aussehen. In seinem Inneren unterscheidet er zwei „Häute“, von denen sich die innere bei der Präparation losgelöst habe. Auf diese Bemerkung komme ich bei der Beschreibung der Spermatophore noch zurück.

Suckow beschrieb 1828 die „Scheide“ von *Gastropacha pini* L. als einfach sackförmig.

Stein (1847) hebt hervor, daß die „Scheide“ und der Eingang (Oviductus communis) mit besonderen Öffnungen nach außen münden. Er hat ihre Histologie untersucht und beschreibt sie als aus einer Muskelschicht, einer Zellschicht und einer Epithelialhaut bestehend.

Hennguy verweist in seinem Werke „Les Insectes“ auf eine Arbeit von Balbiani (1869) über *Bombyx mori*. Dort zeige die Bursa copulatrix ei- oder birnförmige Gestalt, bestehe aus einer dicken, widerstandsfähigen Membran und sei im Inneren von einer Lage abgeplatteter Zellen ausgekleidet. Sie weise keine Spur einer Muskulatur auf. Der Ductus seminalis besitze Ringmuskulatur, die durch Kontraktion sein Lumen verengern könne.

Stitz (1901) unterscheidet an der Bursa zwei ineinander übergehende Teile: einen geräumigen Sack (Corpus) und einen allmählich enger werdenden Hals (Cervix). Der Sack habe eine dorsale Lage und dehne sich verschieden weit aus. Er reiche bei *Tineola* Zll. und *Hydrotampa* L. bis in die vordersten Segmente hinein. Die Wandung könne glatt oder gefaltet sein und zeichne sich durch ziemlich große Kerne aus. Der Bursa-Hals könne auf verschiedene Weise aus dem Bursa-Sack entspringen. Entweder findet ein allmählicher Übergang des Halses in das Corpus der Bursa statt, oder der Hals setze sich deutlich vom Corpus der Bursa ab. Die Wandung des Halses gleiche in ihrer histologischen Struktur derjenigen der Bursa, nur die Zellkerne differieren von-

einander. Ein Muskelbelag und zwar Ringmuskulatur, befinde sich der Hauptsache nach nur an dem Halsteil, häufig setze sie sich jedoch auf die Übergangsstelle zwischen Hals und Bursa fort. Bei *Tortrix* L. bekleide sie einen größeren Teil der Außenwand der Bursa, während sie dem Hals ganz fehle. Am Grunde des Bursa-Sackes finde sich bei keiner Form Muskelbelag.

Ein übersichtliches Bild von dem Formenreichtum der einzelnen Teile der Bursa copulatrix gibt Petersen 1904 in seiner morphologischen Arbeit: „Die Morphologie der Generationsorgane der Schmetterlinge und ihre Bedeutung für die Artbildung“. Er erwähnt die mannigfaltigen Bildungen, die das Ostium bursae auszeichnen können: Häkchen, Zähne, Papillen, Leisten etc. Es bestehe zwischen ihnen und den Kopulationsorganen des Männchens eine Korrelation. Ebenso zeige der Ductus bursae bei den einzelnen Arten große Verschiedenheiten in seiner Länge, seiner Art in die Bursa überzugehen und seiner Innenwand, die mit Chitinbildungen ausgekleidet oder ganz glatt und weichhäutig sein könne. Mit seinen Ausbuckelungen und Anhängen weise auch der Bursa-Sack größte Mannigfaltigkeit in der Ausbildung auf. Insbesondere könne die verschiedene Form und Verteilung der Zahnplatten als wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Arten gelten.

Marshall gibt 1905 eine Beschreibung der anatomischen Verhältnisse bei *Hemileuca Maia* (Drury). Die Bursa copulatrix liege auf der linken Seite des Körpers. Der 1 mm lange Ductus bursae öffne sich ventral vom 8. Abdominalsegment. Die Bursa sei dünnwandig, beinahe strukturlos und bestehe aus einer faserartigen (fibrous-like) Masse, in der Kerne unregelmäßig verstreut liegen.

Dampf (1908) hat bei den *Olethreutinae* eine sehr mannigfache Ausbildung der Bursa beobachten können. Sie könne langgestreckt, kugelförmig, birnförmig, zwiebelartig, in der Äquatorialzone stärker ausgebuchtet sein und weise stets im Inneren einen Chitinbelag auf.

Röpke (1909) hat bei *Smerinthus hybridus* und *Smerinthus hybridus operosa* einen haubenförmigen Aufsatz und das Fehlen einer Chitinstruktur feststellen können.

Der histologische Bau der Bursa copulatrix zeigt bei *Ephestia kuehniella* die folgenden Verhältnisse. In ihrer ganzen Ausdehnung zeigt die Bursa copulatrix eine zarte Chitinauskleidung, unter der ein Epiderm mit runden Kernen liegt. Diese vergrößern sich an denjenigen Stellen, deren Chitinbelag stärker ist und in Falten, die Zähnchen tragen, vorspringt. Am größten sind die Kerne unter einer aus vier in das Lumen der Bursa hineinragenden Chitinplatten, von denen in einem späteren Teile noch gehandelt wird. Unter dieser Bildung findet sich auch ein ziemlich starker Muskelbelag, der sich als Ringmuskulatur auf den ersten Teil des Halses fortsetzt. Hier zeigt die Chitinauskleidung zahl-

reiche Stacheln. Der Ductus bursae weist zahlreiche Längsfalten auf.

Die *Laminae dentatae*. Beim Untersuchen der Bursa copulatrix fällt besonders der innere Chitinbelag derselben ins Auge. Dieser ist den Schmetterlingen nicht eigentümlich, sondern wurde von Stein 1847 auch bei Käfern entdeckt. Bei Elateriden fand er in der Scheide jederseits eine hornige mit Stachelzähnen bewaffnete Platte, in die sich die äußere Corticalschicht eines Samenschlauches fest verankert hatte. Dieser Befund ließ ihn über den Zweck der Bewaffnungen der Epithelialhaut der Begattungstasche und der Scheide Folgendes schließen. Da der Same stets eine sehr konsistente, zähe Flüssigkeit darstelle, könne er nur allmählich aus den männlichen Geschlechtsorganen hervorkommen. Er werde auch dieser Eigenschaften wegen noch mit der Rute in Verbindung bleiben, wenn er schon die weiblichen Begattungsorgane füllt. Ein enger Zugang zur Begattungstasche werde dem entgegenarbeiten. Noch besser aber wirken die hornigen Stacheln der Epithelialhaut der Scheide, indem sie in die zähe Samenmasse eingreifen, und sie an dem Orte ihrer Bestimmung zurückhalten.

Hagen beschreibt 1882 den inneren Chitinbelag der Bursa copulatrix zweier Tineiden. An dem birnförmigen Teil der Bursa ließen sich schon mit bloßem Auge zwei dunkle Punkte erkennen, die sich unter dem Mikroskop „als wunderbar geformte gelbe Sterne ergaben“. Sie sitzen einem kurzen, fest in die Wand der Bursa eingefügtem Hals auf, die an dieser Stelle feine konzentrische Falten zeige. Die Sterne seien einer halb geöffneten Kaktusblüte vergleichbar. Jedes der lanzettförmigen Blätter werde von einer tiefen Mittelrinne, die bis zur Blattspitze reiche, durchzogen. Die Blätter seien zuerst wenig nach außen, der Spitzenteil aber wieder nach innen gebogen. Beide Sterne stehen einander etwas oberhalb der Mitte der Birne gegenüber. Im Gegensatz zu den Beobachtungen Steins berührten hier die Chitinzähne den „inneren Sack“, die Spermatophore, nicht, diese ließe sich vielmehr unverletzt herausziehen, nachdem man die Spitze der Birne abgeschnitten hat. Hagen nimmt, was die Funktion dieser seltsamen Chitinbildungen anbetrifft, an, daß durch sie die Umhüllungen der Spermatozoen verletzt werden sollen, gleichzeitig auch der „innere Sack“. Die tiefe Mittelrippe der Blätter werde den so frei gewordenen Spermatozoen einen Weg in den „inneren Sack“ hinein bahnen.

Von einer Verletzung der Spermatophorenwand in der Gegend der Zahnplatte berichtet auch Stitz 1901. „Die Spermatozoen erfüllten den Raum zwischen Bursawand und Spermatophore.“ Er stellt eine große Ausdehnung der inneren Chitinlage fest. Sie kleide die Bursa copulatrix vollständig aus, sei aber nicht überall gleich dick. Da, wo der Halsteil in den Bursasack mündet, verstärke sie sich häufig, so bei *Hydrocampa nymphacata* L., *Aglossa*

pinguinalis L., *Tinea granella* L. Besonders an der Ventralseite bilde der Chitinbelag vorspringende Stacheln und Zähnen, die nicht selten in Längsreihen angeordnet sind und bis in den Halsteil der Bursa hineinragen. Die Laminae dentatae, Platten aus dickem achromatischem Chitin, lägen gewöhnlich am Fundus des Bursa-Sackes. Sie trügen eine Anzahl von Stacheln und seien häufig schon mit bloßem Auge erkennbar. Unter den aus farblosem Chitin bestehenden Zähnen liege gewöhnlich ein Zellkern. Die Stacheln bestünden aus achromatischem Chitin.

Nach Stitz berichtet Petersen über die Chitinauskleidung der Bursa copulatrix. Er findet in der Form der Ausbildung der Laminae dentatae „ein vortreffliches Kriterium für spezifische Unterscheidungen“. Bei allen primären Lepidopteren zeige die Bursa copulatrix eine Chitinauskleidung ohne Differenzierungen in Form einer einfachen Membran. Erst sekundär treten Zähnen und Anhäufungen derselben auf. Bei den jüngsten Lepidopteren zeige die ganze innere Bursawand starke Chitinstacheln, wie z. B. bei *Tephroclystia*. In seiner Auffassung der physiologischen Bedeutung der Laminae dentatae stellt sich Petersen in Gegensatz zu Hagen und Stitz. Ein Aufreißen der Spermatophorenwand, so erklärt er, sei unnötig, da der Hals der Spermatophore den Spermatozoen den Weg ins Freie nicht nur frei gibt, sondern sie mit seinem Ende an die Stelle führe, die sie zu erreichen streben: den Ductus seminalis. Die Funktion der Laminae dentatae könne seiner Ansicht nach nur darin bestehen, daß glatte Corpus der Spermatophore in seiner Lage festzuhalten.

Aus dem Jahre 1908 liegt eine Beschreibung der Chitinbildungen in der Bursa copulatrix bei den *Olethreutinae* von Dampf vor, ohne auf ihre Funktion einzugehen. Er schreibt: „In der Regel befinden sich auf der Innenseite (der Bursa copulatrix), einander gegenüberliegend, zwei gekrümmte, spitze oder abgeplattete Chitinzähne, die weit ins Innere hineinragen. Bei *Ancylis* Hb. sind diese Zähne zu zwei längs gerichteten, spitz zulaufenden, dreieckigen Chitinplatten umgewandelt, die in der Form an einen Sonnenuhrzeiger erinnern und mit der einen Kante an der Bursawand ansitzen. Bei einzelnen Arten (*Olethreutes*) stehen an Stelle der Chitinzähne runde Vorwölbungen, die mit feinen Zähnen besetzt sind und bei einem Teil der Gattungen und Arten, die auch sonst etwas aberrant sind (*Asthenia*, *Dichrorampha*, *Lipoptycha*) fehlt der Chitinzahn auf der einen Seite ganz. Nur wenige Gattungen und Arten (*Olethreutes antiquana*, *Lobesia*, *Euarmonia woberiana*) zeigen an Stelle irgend welcher Zahnbildung nur eine stärker chitinisierte Partie der Bursawand von verschiedenartiger Gestalt, die sich dann gewöhnlich etwas ins Innere vorwölbt“.

Bei meinen Untersuchungen fiel mir als erstes die große Ausdehnung der Laminae dentatae ins Auge. Wenn sie sich bei den von Stitz untersuchten Arten mehr oder weniger auf den Fundus

des Bursa-Sackes lokalisierten, traf ich Arten an, bei denen sie fast die ganze Länge des Bursa-Sackes einnehmen. Das fiel mir besonders an der Bursa copulatrix von *Satyrus alcyone* Schiff. auf (Fig. 8). Schon mit bloßem Auge erkennt man daran zwei braune, schwach gebogene Platten, die an der der Ventralseite des Tieres zugekehrten Hälfte der Bursa liegen. Bei der Betrachtung durch die Lupe sieht man sie mit vielen Querreihen brauner, abgestumpfter Zähnchen besetzt. Auch der Halsteil der Bursa erweist sich hier

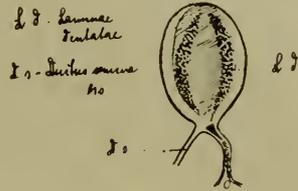


Fig. 8.

überaus stark chitinisiert. Eine eigentümliche Anordnung der Zähnchen zeigt die Zahnplatte bei *Papilio machaon* L. (Fig. 9). Hier ist sie nur in der Einzahl vorhanden, durchzieht aber wie bei *Satyrus alcyone* die ganze Länge der Bursa und setzt sich noch in den Hals hinein fort. Das Chitin ist gelblich, nur die stärksten Zähnchen, die in einer Zickzacklinie die Mitte der Zahnplatte durchziehen, zeigen braunes Chitin. — Häufig tragen die in das Lumen der Bursa vorspringenden Längsfalten besonders starken Chitinbelag. Charakteristisch dafür ist die Bursa copulatrix bei *Stenoptilia pneumonanthos* Schleich (Fig. 10). Ein Längsschnitt durch die Bursa zeigt, wie ein starker, gelber Chitinfortsatz in das Lumen der Bursa hineinragt. Man gewinnt den Eindruck, daß durch diese Vorsprünge einer in die Bursa eindringenden Spermatophore der Weg versperrt wird.



Bursa copulatrix von *Papilio machaon* 10 x vergrößert

Fig. 9.

Bei *Ephestia kuehniella* bietet die Chitinauskleidung keine Besonderheiten. Sie überzieht in feinen Stacheln sowohl den Hals als auch den Bursasack. Da, wo der Halsteil in den Sack übergeht, zeichnen sich die Stacheln durch besondere Größe aus und sind auch zahlreicher vorhanden. Im untersten Teil des Sackes findet man auf der Ventralseite eine Zahnplatte, die auch schon mit bloßem Auge wahrnehmbar ist (Fig. 11 u. 12). Beim Öffnen der Bursa sieht man, daß man es mit vier eigentümlich geformten Plättchen zu tun hat. Ihre Form wird durch die Zeichnung wiedergegeben. Sie ragen, auf einer kleinen Erhebung sitzend, in das Lumen der Bursa hinein. Mit ihren scharfen Kanten wären sie wohl imstande, einen weichhäutigen Körper zu verletzen. Dieser

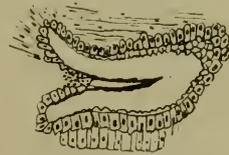


Fig. 10.

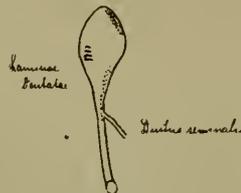


Fig. 11.



Fig. 12.

Eindruck machte mich zuerst der Hagen- und Stitz'schen Deutung der Laminae dentatae geneigt. Bei allen denjenigen Lepidopterenarten, bei denen die Form der Spermatophore sich der Form der Bursa copulatrix anschmiegt, kann von einem Zerreißen jedoch nicht die Rede sein, da die Wand der Spermatophore noch in zähflüssigem Zustande in die Bursa copulatrix hineinkommt, wie zuerst Petersen beobachtet hat. Bei dieser Ausbildung würde das Sekret, das die Wand bildet, sich allerdings zwischen den Stacheln und Zähnchen festsetzen müssen. Sobald die Spermatozoen die Spermatophore verlassen haben, findet ein Zerfall ihrer Wandungen statt. Vielleicht ist der Befund von Hagen und von Stitz so zu erklären, daß ein Zerfall der Wandung bereits stattgefunden habe, ehe sämtliche Spermatozoen den Weg in den Ductus seminalis genommen hatten. So wäre es erklärlich, daß sie den Raum zwischen Bursa- und Spermatophorenwand erfüllten. Ein Zerreißen kann nur an der bereits erstarrten Spermatophorenwand stattfinden. Es setzt voraus, daß die Spermatophore nicht das ganze Lumen der Bursa copulatrix einnimmt, sondern Raum für eine Bewegung freiläßt, und daß diese Bewegung der erstarrten Spermatophore stattfindet. Steins Erklärung, daß die innere Bezeichnung der „Scheide“ dazu diene, die zähe Samenmasse festzuhalten, wäre dahin umzuändern, daß sich das Männchen der Spermatophore dadurch entledige, daß es dieselbe an den Chitinplatten abstreife. Dabei wäre eine Zerreißen der Spermatophorenwand nicht ausgeschlossen, besonders wenn die Kopula künstlich getrennt wurde, noch bevor eine vollständige Erstarrung der Spermatophorenwand stattgefunden hatte.

Wenn man, wie Petersen, an die Funktion des Festhaltens der Spermatophore denkt, kommen wieder nur solche in Betracht, die den Bursa-Sack ausfüllen. Diese bedürfen aber, da ihnen kein Raum zur Bewegung bleibt, einer Haltevorrichtung nicht.

Man könnte auch wohl zu der Vermutung kommen, man habe es hier mit einem Reizorgan bei der Begattung zu tun. Dem widerspricht von vornherein die Tatsache, daß der Schwellkörper des Penis die Laminae nur in den seltensten Fällen erreichen dürfte. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß der Zähnchen- und Stachelbesatz des Ductus bursae einen Reiz auf den Schwellkörper ausübe.

Bei meinen Untersuchungen an *Ephestia kuehniella* habe ich weder an den Totalpräparaten noch an Schnitten ein Zerreißen der hier sehr zarten Spermatophorenwand bemerken können. Auch von einem Festhalten des Spermatophorenkörpers konnte nicht die Rede sein, da die beiden Spermatophoren, die ich stets in der Bursa copulatrix fand, ziemlich regellos in ihrem Corpus lagen. Augenscheinlich war die eine durch das Eindringen der zweiten tiefer in das Corpus der Bursa hineingeschoben worden. Wenn man nun mit Petersen annimmt, daß die Eigenbewegung der Spermatozoen beim Verlassen der Spermatophore durch einen

Druck der muskulösen Bursawand unterstützt wird, so könnte dieser Druck leicht eine Verlagerung der unteren Spermatophore zur Folge haben, derart, daß sie sich vor den Eingang des Ductus bursae legt und den Spermatozoen den Weg zum Ductus seminalis versperrt. Das ist durch die Ausbildung der Laminae dentatae sowie aller Chitinzähne und Stacheln, die den Ductus bursae auskleiden, unmöglich gemacht. Sie wirken wie ein Reusenapparat, indem sie alles, was den Ductus bursae verschließen könnte, auffangen, den Spermatozoen jedoch den Weg freilassen.

Die Spermatophore und ihre Übertragung.

Herold (1815) hat als erster die Spermatophore gezeichnet. Er hat sie jedoch als solche nicht erkannt, sondern beschreibt sie als Innenhaut der Bursa. Von Siebold fand bei seinen Untersuchungen der Bursa copulatrix in ihr gewöhnlich eine langgestielte Blase, welche eine körnige, zähe Masse enthielt, in der sich nur selten leblose Spermatozoen befanden. Er kennzeichnet dieses Gebilde als abgerissene Rutenblase des Männchens.

Stein 1847 hat diese Untersuchungen nachgeprüft. Auch er findet in der Begattungstasche eine mit körniger Masse erfüllte Blase, die sich nach abwärts in einen Stiel verengere, der zum Teil in den Rutenkanal hineinragt. Die Wand dieser Blase sei ganz hart, starr und spröde, zeige keinerlei Struktur und weise an verschiedenen Punkten eine verschiedene Dicke auf. Aus allem gehe hervor, daß man es nicht mit einem organisierten Teil zu tun habe. Sie setze sich, wie Querschnitte erwiesen, aus übereinanderliegenden Lamellen zusammen, von denen die äußersten das Licht stärker brächen als die inneren. Dieser Befund veranlaßte Stein den Schluß zu ziehen, daß die Wand ursprünglich aus weicher gallertartiger Masse bestanden habe, die allmählich von außen nach innen verhärtete, vielleicht infolge der Vermischung mit den Sekreten der Zellschicht der Begattungstasche. — Auch die Behauptung von v. Siebold, daß die Blase nur in Ausnahmefällen Spermatozoen und dann nur tote, zufällig hineingeratene enthalte, widerlegt Stein durch eigene Beobachtungen. Fand er auch die Blase selbst nicht mit Spermatozoen gefüllt, so war doch ihr Stiel strotzend angefüllt mit Samenmassen, die ihren Weg durch den Ductus seminalis zum Befruchtungsapparat nahmen.

In seiner vergleichenden Anatomie 1848 berichtigt v. Siebold selbst seine früheren Angaben und faßt alle Beobachtungen in Folgendem zusammen: „Auch sind bereits in den weiblichen Geschlechtsteilen mehrerer den Lepidopteren, Orthopteren und Coleopteren angehörenden Insekten eigentümliche, länger oder kürzer gestielte und auch ungestielte Körper beobachtet worden, welche aus ziemlich festen, dem geronnenen Eiweiß vergleichbaren Wandungen bestehen und in ihrem Innern mit Spermatozoiden angefüllt sind, daher diese Körper wohl am Besten mit Spermatophoren verglichen werden können“.

Hofmann fiel 1860 bei seinen Untersuchungen der Psychiden nur der Unterschied einer Bursa copulatrix in jungfräulichem Zustande auf, in dem sie kontrahiert und zusammengefaltet scheint, während sie nach der Begattung prall gefüllt ist. Ihren Inhalt gibt er als krümelige Masse an.

Hagen erwähnt 1882 die Spermatophore von *Pronuba yucasella* und *Prodoxus*. Er fand in der Bursa copulatrix einen zweiten Sack so lose eingefügt, daß er sich ohne die Chitinbildungen an der Innenwand der Bursa zu beschädigen, herausziehen ließ. In seiner Form weise er einen oberen und einen unteren Teil auf, beide annähernd kugelig und durch einen etwas abgeschnürten Hals zusammenhängend. Der obere Teil werde durch aus der Bursawand vorspringende Chitinstücke in seiner Lage gehalten. Der untere sei dadurch fest verankert, daß er einen Kanal in den Hals der Begattungstasche entsende, den er durchbohre und mit dem Eileiter verbinde. Der Inhalt dieses inneren Sackes und des Kanals bestehe nur aus den haarförmigen Spermatozoen, während der Zwischenraum zwischen der Innenwand der Bursa und dem „inneren Sack“ zahlreiche „Spermatophoren“ aufweise. Daß damit Spermatodesmen gemeint sind, wurde schon im geschichtlichen Teil hervorgehoben.

Stitz beschreibt 1901 die Spermatophore bei einigen Mikrolepidopteren. Sie glichen in der Form häufig der Bursa (*Aglossa pingualis*). Ihr Inneres sei hohl. Sie zeigen eine offene, verengte Mündung. Der Sack und der daran schließende Teil des Halses werden aus einem lamellosen Gewebe gebildet. An dem letzten Teil des Halses fielen eine stärkere Wandung mit stark lichtbrechenden Körpern auf. Andere Verhältnisse fand Stitz bei *Tinea granella*. Die Bursa zeige sich dort von ein oder zwei Gebilden so stark gespannt, daß sie beim Öffnen der Bursa herausprangen. Ihre Form differiere stark mit der der Bursa.

Eine eingehende Bearbeitung der Spermatophoren der Schmetterlinge verdanken wir Petersen 1907. Er unterscheidet an der Spermatophore einen Körper (Corpus) und einen Hals (Collum). Der Körper enthalte außer den Spermien auch noch das Sekret der akzessorischen Drüsen des Männchens. Der Hals der Spermatophore fände normalerweise sein Ende an der Stelle, wo der Ductus seminalis dem Stiel der Bursa entspringe. Die Form der Spermatophoren variere sehr. Bei einigen Arten schmiege sie sich der Form der Bursa an, bei anderen gäbe sie Raum für mehrere ihresgleichen. Petersen berichtet von neun Spermatophoren, die er, ohne daß sie ihre charakteristische Form verändert hätten, in einer Bursa vorfand. Dabei hätten sie alle die Lage, daß das Ende ihres Collums die Mündung des Ductus seminalis erreichte. Es sei höchst zu verwundern, wie sie bei der Kopulation in diese Lage gebracht werden könnten, welche treibende Kraft den Bursasack so strotzend damit gefüllt habe. — Histologisch bemerkt er an der Spermatophore, daß sie sich aus einer chitinartigen Sub-

stanz zusammensetze, die nicht überall gleiche Härte aufweise. Ihr Äußeres sei glatt und glänzend. Als erster gibt er Beobachtungen über die Bildung der Spermatophore. Sie nähme im Ductus ejaculatorius ihren Anfang. Aus der Enge desselben sowie des stark chitinisierten Penisrohres erhelle, daß sie dann ihre endgültige Form noch nicht besitzen könne. Das sie bildende Sekret sei noch flüssig und würde, so nimmt Petersen an, „ähnlich wie beim Glasgebläse die flüssige Glasmasse durch einen Druck von innen aufgetrieben“. Dabei wirke außer Drüsensekret und Sperma wahrscheinlich auch Luft mit.

Nicht unerwähnt möchte ich die Beschreibung einer Spermatophore der Arthropoden aus dem „Lehrbuch der vergleichenden Anatomie“ von Nuhn lassen. Er schreibt: „Bisweilen wird das Sekret dieser Anhangsdrüsen zur Bildung schlauchartiger Samenbehälter, der sogen. Spermatophoren, benutzt, die statt einer formlosen Masse, bei der Begattung in die Scheide eingeschoben werden. Diese Samenschläuche haben zylindrische Gestalt und bestehen aus mehreren Schichten oder Häuten, die im Innern, die oft zierlich geordneten und von einer besonderen, körnigen Umhüllungsschicht umgebenen Samenkörperchen einschließen. Doch wird das Innere nur z. T. von den Samenkörperchen gebildet. Im hintern Teile des Schlauches befindet sich noch hinter der Samenmasse, das propfähnliche vordere Ende eines Spiralbandes, dessen Ende mit den umhüllenden Schichten in Verbindung steht. Dieses Spiralgebilde wirkt, durch Ausdehnung nach Aufnahme von Wasser, ähnlich auf die Austreibung der Samenmasse aus dem vorderen Teile des Schlauches als wie das explodierende Pulver in einer Geschützröhre, die Austreibung der Kugel aus derselben veranlaßt. Diese Samenschläuche sind von ansehnlicher Größe, so daß man sie früher für eine abgerissene und in der Scheide steckengebliebene Rute gehalten hatte. Die Entleerung solcher Samenschläuche durch den Ductus ejaculatorius in die Scheide geht natürlich nur sehr langsam vonstatten, daher auch die oft stundenlange Vereinigung beider Geschlechter sich erklären läßt“.

Bei *Ephestia kuehniella* nimmt die Begattung fünf bis sechs Stunden in Anspruch. Während dieser Zeit sind die Tiere gegen eine Berührung unempfindlich. Dauernde Störungen beantwortet das Männchen damit, daß es kleine Strecken weit fortkriecht und dabei das Weibchen nach sich zieht. Ein Flug findet in der Kopula niemals statt. Zwingt man die Tiere jedoch dadurch, daß man sie fallen läßt zum Fliegen, so stört man dadurch die Kopula.

Als Haltewerkzeuge kommen in erster Linie die Valvae in Betracht. Zwischen ihnen ist die Hinterleibsspitze des Weibchens fest eingeklemmt. Das Einnehmen der Kopulationsstellung nimmt bei *Ephestia kuehniella* oft mehrere Stunden in Anspruch. Am Tage sitzen die Tiere träge an der Glaswand. In der Dämmerung

beginnen sie lebhafter zu werden. Besonders die Männchen kriechen unruhig umher und lassen dabei ein eifriges Fühlerspiel erkennen. Wahrscheinlich spüren sie wie die meisten Lepidopteren die Weibchen durch den Geruchssinn auf. Haben sie ein Weibchen gefunden, so setzen sie sich so gegen dasselbe, daß die Spitzen ihrer langen Vorderflügel sich berühren. In dieser Stellung verharren sie oft eine Stunde und länger. Dabei zeigen sie sich so reizempfänglich, daß die geringste Berührung sie aufschreckt. Das Weibchen gibt durch Spreizen seiner Flügel seine Bereitwilligkeit zur Kopulation zu erkennen. Dadurch wird die Spitze seines Abdomens freigelegt, die das Männchen, indem es sich rückwärts bewegt, sogleich mit den Valvae erfaßt. Darauf legt das Weibchen seine Flügel fest an den Körper an und das Männchen die seinigen darüber. Nunmehr erscheint ein Tier als die Verlängerung des anderen. — Nach Entfernung der Flügel läßt sich erkennen, daß der Unkus auf der dorsalen Seite die Spitze des Abdomens des Weibchens bedeckt. Der Penis ist durch das Ostium bursae in den Ductus bursae eingedrungen. Sein chitinisirtes Endstück

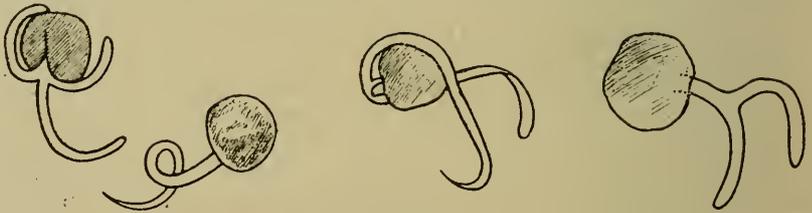


Fig. 13.

reicht bis zu der Stelle, wo der Ductus seminalis von dem Ductus bursae abzweigt. Der Schwellkörper erfüllt die Erweiterung des Ductus bursae und berührt seine Chitinauskleidung. Das Penisrohr sitzt so fest in dem Ductus bursae, daß es bei der Präparation nicht gelingt, es herauszuziehen, ohne den letzteren zu zerreißen.

Es wird nun zunächst das Sekret der unpaaren Drüsen in die Bursa copulatrix entleert. Mit Stein möchte ich annehmen, daß es zuerst eine „weiche, gallertige“ Masse darstelle, die bei dem Erstarren Ähnlichkeit mit geronnenem Eiweiß hat, wie das bereits von Siebold erkannt worden ist und Stitz in den unpaaren Drüsen des Männchens zuerst festgestellt hat. Wodurch diese Masse zu einer Blase aufgetrieben wird, die bei jeder Art eine charakteristische Form hat, läßt sich schwer sagen. Die in sie eindringende Samenmasse und mit ihr das Sekret der akzessorischen Drüsen werden allein nicht formbestimmend sein. — Wie ich schon erwähnte, werden bei *Ephestia kuchniella* während einer Kopula stets zwei Spermatophoren abgesetzt. Sie haben eine eigentümliche Gestalt (Fig. 13). Sie bestehen aus einem sehr dünnhäutigen, runden Körper, der mit einem Bande in Verbindung steht, welches an seinen Enden häufig gebogen oder spiralig

gedreht erscheint. In vielen Fällen läßt sich erkennen, daß dieses Band den runden Körper umschlingt. Es stellt den Hals der Spermatophore dar, durch den die Spermatozoen den Körper verlassen, um ihren Weg in den Ductus seminalis und von dort durch den Oviductus communis in das Receptaculum seminis zu nehmen.

Die Arbeit wurde im Zoologischen Institut der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin ausgeführt. Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Dr. F. E. Schulze sage ich für die Überlassung eines Arbeitsplatzes sowie für die Erlaubnis zur Benutzung der Instrumente und der Bibliothek meinen gehorsamsten Dank, desgleichen Herrn Professor Dr. Deegener und Dr. P. Schulze für das liebenswürdige Interesse, welches sie meiner Arbeit entgegengebracht haben und die freundliche Hilfe, welche sie mir haben zuteil werden lassen.

Literaturverzeichnis.

- Balbani**, Contribution à l'étude de la formation des organes sexuels chez les Insectes. Recueil Zool. Suisse. J. 2, 1885.
- Ballowitz**, Zur Kenntnis der Samenkörper der Arthropoden. Intern. Monatsschrift f. Anatomie und Physiologie, Bd. XI, Heft 3, 1894.
- Bessels**, Studien über die Entwicklung der Sexualdrüsen bei den Lepidopteren, *ibid.* V. 17, Leipzig 1867.
- Brandt**, Über die Anatomie von *Hepialus humili*, in: Verh. Zool. Sect. d. 6. Versammlung russ. Naturfr. u. Ärzte. Referat in: Zool. Anzeig. 1880.
- Burmeister**, Handbuch der Entomologie, V. 1, Berlin 1832.
- Carus**, Icones Zootomicae, Leipzig 1857.
- Cholodkowsky**, Über den Geschlechtsapparat von *Nemotois metallicus*. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. XII. Bd.
- Cholodkowsky**, Über die Spermatophoren, besonders bei den Insekten.
- Dampf**, Über den Genitalapparat von *Rhopobota naevana*. Dtsch. Entom. Zeitschrift Iris, Dresden, Bd. XXI, Jahrg. 1908.
- Escherich**, Die biologische Bedeutung der Genitalanhänge der Insekten, in: Verh. zool. bot. Ges. Wien 1893.
- Entomologist's Record**. Pairing habits of butterflies. Vol. XX, S. 240.
- Gegenbauer**, Grundzüge der vergl. Anatomie. 1859.
- Hagen**, Über ein eigentümliches Organ in der Begattungstasche zweier Tineiden. Zool. Anzeiger, 1882.
- Henneguy**, Les Insectes.
- Herold**, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge, 1815.
- Hofmann**, Über die Naturgeschichte der Psychiden. Berl. Ent. Zeitschr., Bd. IV, 1860.
- Korschelt und Heider**, Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere, Allg. Teil. Jena 1902.

- Lacaze-Duthiers**, Recherches sur l'armure génitale femelle des Insectes lépidoptères, in: Ann. Sc. nat. (ser. 3), Zool. V. 19, Paris 1853.
- Leydig**, Lehrbuch der Histologie der Menschen und der Tiere. Frankfurt a. M. 1857.
- von Linstow**, Zur Biologie und Systematik der Psychiden. Zeitschr. für wissensch. Insektenbiologie. Bd. 10, Heft 2.
- Malpighi**, Dissertatio de bombyce. London 1669.
- Marshall**, The reproductive organs of the female Maia Moth, *Hemileuca Maia*, 1905.
- Nuhn**, Lehrbuch der vergl. Anatomie 1879.
- Petersen, W.**, Beiträge zur Morphologie der Lepidopteren. Mém. de l'Acad. imp. de Sc. St. Pétersbourg, I, IX. Nr. 6, 1900.
 — Zur Morphogenese der doppelten Bursa copulatrix bei Schmetterlingen. Allg. Zeitschr. für Entom. Bd. 6, 1901.
 — Bemerkungen zur Systematik der Schmetterlinge. Allgem. Zeitschr. für Entom., Bd. 7, 1902.
 — Über die Spermatophoren der Schmetterlinge. Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. 88, 1907.
- Peytoureau**, Contribution à l'étude de la Morphologie de l'Armure génitale des Insectes. Bordeaux 1895.
- Pierce and Burrows**, The Genitalia of the British Geometridae. Liverpool 1914.
- Poljanec**, Zur Morphologie der äußeren Geschlechtsorgane bei den männl. Lepidopteren. Arb. Zool. Institut Wien, Bd. XIII, 1901.
- Roepke**, Ergebnisse anatom. Untersuchungen an Standfuß'schen Lepidopterenbastarden. Jenaische Zeitschr. für Naturwissenschaft, Bd. 44, 1909.
- Seitz**, Allgem. Biologie der Schmetterlinge. II. u. III. Teil. In Zool. Jahrbücher. Abt. System. Bd. VII. Jena 1894.
- Siebold und Stannius**, Lehrbuch der vergl. Anatomie. V. 1, Berlin 1848.
- Societas entomologica**. Jahrg. XXVI, Nr. 4.
- Stein**, Vergleichende Anatomie und Physiologie der Insekten. 1847.
 — Weibliche Geschlechtsorgane der Käfer.
- Stitz**, Der Genitalapparat der Mikrolepidopteren. Zool. Jahrb., Abteilg. für Anatomie und Ontogenie. 15. Bd., 1901.
- Suckow**, Über die Geschlechtsorgane der Insekten in: Heusinger's Zeitschrift organ. Physik. V. 2. Eisenach 1828.
- Swammerdam**, Biblia naturae. Deutsch, Leipzig 1752.
- Wenke**, Anatomie eines *Argynnis paphia*-Zwitter's nebst vergleich. anatom. Betrachtungen über den Hermaphroditismus bei Lepidopteren. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, 1906.
- Zander**, Beiträge zur Morphologie der männl. Geschlechtsanläge der Lepidopteren. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. 74. 4. 1903.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [86A_10](#)

Autor(en)/Author(s): Quast Margarete

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Samenübertragung bei *Ephestia kuehniella* Zeller. 70-90](#)