

Über die Spermatophoren der Schmetterlinge.

Von

Wilhelm Petersen

(Reval).

Mit Tafel VIII und 2 Figuren im Text.

Bei meinen morphologischen Untersuchungen an den Generationsorganen der Schmetterlinge bin ich auf anatomische Tatsachen gestoßen, die bisher nur wenig oder gar keine Beachtung gefunden haben und die in mehrfacher Beziehung unser Interesse beanspruchen dürfen. So finden sich z. B. über die Spermatophoren der Schmetterlinge in der Literatur nur sehr spärliche Angaben: nur HAGEN (1) und STITZ (2) haben sie, soweit mir bekannt, bei einigen Kleinschmetterlingen gefunden. Obwohl ich nun erst einige hundert Arten daraufhin habe untersuchen können, glaube ich doch schon einige allgemeine Schlüsse ziehen zu dürfen und stehe nicht an, meine Befunde zu veröffentlichen, obgleich ich für einzelne Punkte noch nicht eine befriedigende Erklärung habe finden können.

Zum besseren Verständnis des folgenden gebe ich zuerst beifolgend ein Schema der weiblichen Generationsorgane der Schmetterlinge (und zwar von einer Art mit doppelter Geschlechtsöffnung) und will mit Hilfe desselben die Vorgänge der Befruchtung zu schildern versuchen (s. umstehend Textfig. 1).

Durch das Ostium bursae (*ob*) gelangt das Sperma zuerst in einer Spermatophore (*Sp*), die von einer besonderen Hülle umgeben ist und außer den Spermien noch das Secret der accessorischen Drüsen des Männchens (3, S. 45) enthält, in den Sack der Bursa copulatrix (*bc*). An der Kapsel der Spermatophore lassen sich in der Regel zwei Teile deutlich unterscheiden: erstens der Körper (*Corpus*), welcher als Reservoir für Sperma und Drüsensecret dient, und zweitens ein mehr oder weniger ausgebildeter Ausführungsgang, den ich Hals oder Collum

ceptaculum seminis befördert, wobei wohl peristaltische Bewegungen dieser Kanäle mitwirken. Im Receptaculum seminis erhalten sich die Spermatozoen dank dem Secret der Anhangsdrüse (*gl.r*) desselben lange Zeit hindurch lebend, bei einigen Arten zuweilen monatelang. Der eigentliche Befruchtungsakt erfolgt bei der Eiablage erst im Oviductus communis in dem Moment, wo die Eier die Einmündungsstelle des Canalis spiralis passieren, und zwar noch bevor sie die Einmündungsstelle der Kittdrüsen (*gl.seb*) erreichen, denn hier werden sie von einer Leimschicht umgeben, welche die Micropyle verstopft. Der Oviduct hat oft an dieser kritischen Stelle eine blasige Erweiterung, das Vestibulum. Bei einigen Arten, deren Ductus seminalis in seinem Mündungsteil ebenfalls erweitert ist, findet sich bisweilen auch, von Spermatozoen umschwärmt, ein Ei in dieser blasigen Erweiterung, doch scheint dies ein seltener Ausnahmefall zu sein, denn ich beobachtete ein solches Verhalten nur einmal bei *Pempelia adornatella* (einer Phycidee), und STITZ berichtet von einem solchen Fall bei *Hydrocampa* (2, S. 424). Welche Rolle die oft sehr stark ausgebildete, zuweilen gestielte Erweiterung des Ductus seminalis, die Bulla seminalis, die zuweilen die Form einer Pseudo-Bursa annimmt, spielt, ist noch nicht genügend aufgeklärt. Am wahrscheinlichsten ist es, daß sie (vielleicht abwechselnd aufsaugend und treibend), die Beförderung des Spermas in das Receptaculum unterstützt, wo der Druck auf die Spermatophoren nicht ausreicht. Jedenfalls kann der Druck vonseiten der Bursa nicht immer ausreichen, das Sperma bis in das Receptaculum seminis zu treiben, denn der Ductus seminalis ist bisweilen von exorbitanter Länge; so fand ich ihn z. B. bei *Acidalia aversata* L., einem Spanner, etwa 38mal länger als den Durchmesser der Bursa. Wenn STITZ (2, S. 424) angibt, daß der Bulla seminalis, wie ich sie genannt habe (5), der innere Chitinbelag fehlt, so ist dies sicher ein Irrtum, denn ich habe die Chitinauskleidung stets beobachten können; dieselbe nimmt sogar bei einigen tropischen Tagfaltern sehr merkwürdige Bildungen an, über welche ich an anderer Stelle berichten werde.

Was nun die Chitinauskleidung des Bursa-Sackes betrifft, so ist diese in ihrer primären Form eine einfache feine Membran, sekundär aber treten an derselben Chitinbildungen mannigfacher Art auf: feine, mit der Spitze in das Lumen der Bursa gerichtete Zähnchen oder Zähne, die sich an einzelnen Stellen stärker häufen und dann besondere Zahnplatten bilden, welche den Namen der Laminae dentatae (*ld*) erhalten haben. Auf der sekundär am weitesten vorgeschrittenen Stufe ist bisweilen fast die ganze innere Bursa-Wand mit stärkeren Chitinstacheln

besetzt, wie z. B. in der Gattung *Tephroclystia* (*Eupithecia*). Eine umfangreiche Untersuchung hat mich gelehrt, daß die Form der Lamina dentata, bzw. der innere Zahnbelag des Bursa-Sackes ein vortreffliches Kriterium für spezifische Unterscheidungen abgibt, wenngleich dieses Merkmal, als ein jüngst erworbenes, hier und da noch kleinen individuellen Schwankungen unterworfen ist. Die physiologische Bedeutung der Lamina wurde von HAGEN vermutungsweise darin gesehen, daß diese Zahnplatte zum Aufreißen der Spermatophoren diene, und auch STITZ (2, S. 424) meint, dies scheine, nach einzelnen Präparaten zu urteilen, der Fall zu sein, wo die Spermatophore an der entsprechenden Stelle verletzt war. Ich habe mich schon vor STITZ der HAGENSchen Deutung gegenüber sehr skeptisch verhalten und weiß nicht, warum einer meiner Referenten meiner Arbeit auch mir diese Deutung zugeschoben hat. Es liegt klar zutage, daß ein solches Aufreißen der Spermatophoren im Bursa-Sacke durchaus zweckwidrig und sinnlos erscheinen muß, wenn in der Ausbildung des Spermatophoren-Halses eine besondere Einrichtung getroffen ist, welche den Inhalt der Spermatophore durch bloßen Druck auf dieselbe mit Sicherheit in den Ductus seminalis treibt. Ich kann die funktionelle Bedeutung der Lamina dentata oder des innern Zahnbelages der Bursa nur darin sehen, daß mit Hilfe derselben das glatte Corpus der Spermatophore besser gehalten wird; eine Ruptur der Wand desselben würde die Funktion des Spermatophoren-Halses vollkommen illusorisch machen.

Was nun die Zahl der Spermatophoren betrifft, welche sich in einer Bursa befinden können, so zeigt die Beobachtung, daß dieselbe sehr variiert: bald sehen wir nur eine einzige Spermatophore den Bursa-Sack ausfüllen, bald beobachten wir bei derselben Art eine größere Anzahl — neun ist das Maximum, das ich gefunden habe — dicht aneinander gelagert in derselben liegen, und es scheint uns geradezu unbegreiflich, wie dieselben, ihre eigenartige Form bewahrend, in dem engen Raum Platz finden konnten. Noch wunderbarer aber muß es erscheinen, daß dieselben dabei so gelagert sind, daß der Ausführungsgang derselben stets zweckentsprechend zum Anfang des Ductus seminalis gerichtet ist, besonders in den Fällen, wo, wie z. B. bei *Agrotis segetum* L. (Fig. 1), die Bursa in einen langen, engen, schneckenartig gewundenen Anhang ausläuft, von dessen Ende erst der Ductus seminalis sich abzweigt, oder bei der nahe verwandten *Agrotis corticea* Hb. (Fig. 2). Wenn man beim Herauspräparieren der Spermatophoren sieht, mit welcher Mühe sich das Collum derselben aus dem gewundenen Gange des Bursa-Anhanges herausziehen läßt, so fragt es sich, wie dieselben

überhaupt bei der Copulation in diese Lage gebracht werden konnten. Ist ein einfacher Bursa-Sack prall mit Spermatophoren gefüllt, so springen dieselben beim Aufschneiden des Sackes plötzlich aus demselben heraus, und man fragt erstaunt, durch welche treibende Kraft dieselben, so eng aneinander gelagert, in die Höhlung der Bursa hineingepreßt wurden. An eine Elastizität der die Bursa auskleidenden Chitinwand dürfen wir hier nicht denken, denn die Chitinwände sind nicht dehnbar, wohl aber werden wir annehmen dürfen, daß die oft zahlreichen Falten des ungefüllten Bursa-Sackes beim Hereindringen der Spermatophoren sich glatt legen und dadurch zu einer Erweiterung des innern Hohlraums der Bursa beitragen können; immerhin aber bleibt der Druck, den die Wände der prall gefüllten Bursa auf den Inhalt derselben ausüben, ein beträchtlicher.

Bei Arten, deren Spermatophoren annähernd die Form der Bursa haben, z. B. bei *Pieris napi* und *rapae* findet man die geleerten Patronen derselben, oft sechs bis sieben nebeneinander zusammengepreßt liegen, leeren Eisbeuteln in der Verpackung vergleichbar. Bei einem Exemplar von *Lygris populata* Bkh. fand ich eine leere Spermatophoren-Kapsel vollständig aus ihrer normalen Lage in den Fundus der Bursa gedrängt, während eine zweite sich in gewöhnlicher Lage befand, mit der Öffnung des Collum dem Anfang des Ductus seminalis anliegend. Dies läßt darauf schließen, daß die Verdrängung der ersten leeren Patrone durch eine zweite, spätere Copulation erfolgt ist. Ein ähnliches Verhalten konnte ich auch noch in einigen andern Fällen beobachten.

Betreffs der Form der Spermatophoren ließ sich aus der ganzen Reihe der bisherigen Beobachtungen der Schluß ziehen, daß jede Schmetterlingsart ihre besondere Form von Spermatophoren besitzt. Bei sehr nahe verwandten Arten konnte ich durch eine genaue vergleichende Untersuchung bald größere, bald kleinere konstante Unterschiede feststellen, und wenn sich dies auch fernerhin bestätigen sollte, woran ich nach den bisherigen Erfahrungen gar nicht zweifle, so kann diese Tatsache als eine Bestätigung dafür dienen, daß die Artdifferenzierung gerade im Bau der Generationsorgane ihren präzisesten Ausdruck findet. Das Material, das ich in bezug auf diese Frage bisher gesammelt habe, ist ein umfangreiches und kann wohl zur Stütze der von mir vertretenen Ansicht (4) dienen, daß die Artdifferenzierung — wenigstens in einer großen Zahl von Fällen — mit Mutationen des Sexualapparates ihren Anfang nimmt. Es ist erstaunlich, in wie vielen, zum Teil sicherlich indifferenten, d. h. funktionell für die Erhaltung der Art unwesentlichen Merkmalen des Sexualapparates

sich bei nahe verwandten Arten spezifische Unterschiede finden. Je sorgfältiger wir alle einzelnen Stücke des Generationsapparates vergleichend prüfen, um so mehr solcher konstanter Unterscheidungsmerkmale lassen sich an demselben finden, unvergleichlich mehr, als an irgend einem andern Organsystem. Noch kürzlich hat M. DRAUDT in seiner vortrefflichen Arbeit über die Eupitheciën-Eier (5) den Beweis geführt, daß sogar die Skulptur der Eischale bei mikroskopischer Betrachtung (170facher Vergrößerung) deutliche spezifische Unterschiede aufweist, die es ermöglichen, die einzelnen Arten nach diesen Merkmalen zu unterscheiden! Die große Mannigfaltigkeit der Spermato-phoren-Formen ist wiederum ein Beweis dafür, daß die Merkmale der Generationsorgane uns die zuverlässigste Handhabe bieten, zweifelhafte Formen auf ihre Artberechtigung zu prüfen, und dies ist für eine Theorie der Artentstehung eine Tatsache von weittragender Bedeutung. Die Verschiedenheit in einzelnen Teilen des Sexualapparates bei nahe verwandten Arten erscheint dort gerade von ganz besonderer Bedeutung, wo diese Arten, auf denselben Fluggebieten vorkommend, im übrigen morphologisch und biologisch nur unbedeutend voneinander abweichen, so daß die natürliche Zuchtwahl zur Erklärung der spezifischen Verschiedenheit dieser Organe nicht herangezogen werden kann. —

Da nun die Spermato-phorenbildung schon im Ductus ejaculatorius des ♂ ihren Anfang nimmt, muß die Frage aufgeworfen werden, ob im Laufe der phyletischen Entwicklung die Form der Bursa von der Form der Spermato-phoren beeinflusst worden ist, oder ob umgekehrt diese sich den Raum- und Formverhältnissen der Bursa angepaßt haben. Nach der häufig beobachteten Regel der männlichen Präponderanz in der phyletischen Entwicklung könnte man geneigt sein anzunehmen, daß auch hier der Anstoß zu neuer Formbildung auf Kosten des männlichen Geschlechts zu setzen sei; doch läßt sich dagegen ein schwerwiegendes Argument ins Feld führen. Es läßt sich nämlich zeigen, daß an den Spermato-phorenkapseln vieler Arten rudimentäre Teile vorkommen, deren Vorhandensein als Rudimente nur durch Anpassung an sekundäre Veränderungen der Bursa erklärt werden können. Da mir diese Frage auch nach einer andern Seite von besonderer Bedeutung zu sein scheint, so muß ich etwas ausführlicher auf dieselbe eingehen.

In einer früheren Arbeit (3) habe ich durch vergleichende Untersuchung des Nervensystems, des Verdauungstractus nebst Mundteilen und der männlichen und weiblichen Generationsorgane, mit Hinzuziehung der ontogenetischen Befunde an letzteren Organen, den Nach-

weis zu erbringen versucht, daß diejenigen Arten als die primitivsten zu betrachten seien, deren Weibchen nur eine Geschlechtsöffnung besitzen, während wiederum bei den Weibchen mit gesonderter Bursa-Öffnung der Ductus seminalis, der Verbindungskanal zwischen Bursa und Oviductus communis auf primitiver Stufe sich vom Mündungsgebiet der Bursa abzweigt, dann im Laufe der phyletischen Entwicklung allmählich mit seiner Abgangsstelle am Ductus bursae in die Höhe gerückt ist und schließlich auf der Stufe stärkster sekundärer Um- bildung vom Bursa-Sack selbst sich abzweigt. Dieses Verhalten kann durch beifolgendes Schema erläutert werden:

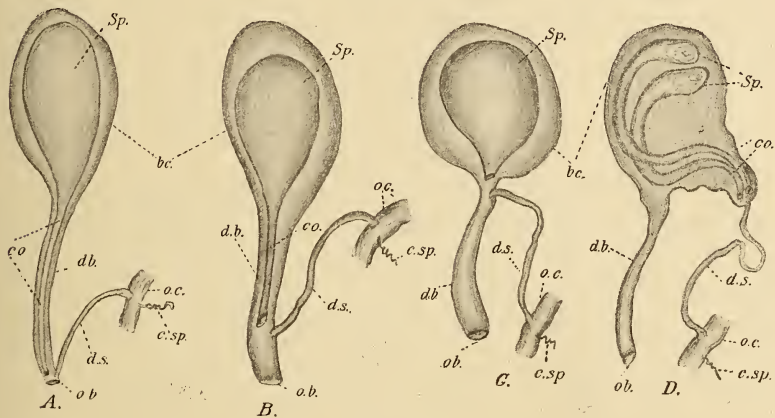


Fig. 2.

Schema. Bursa mit abgehendem Ductus seminalis. Im Bursa-Sack liegen bei A, B und C je eine Spermatophore, bei D zwei derselben. Das Collum der Spermatophore ist dem Abgang des Ductus seminalis angepaßt. Buchstabenerklärung s. S. 129.

Bei A geht der Ductus seminalis (*ds*) von der Mündung der Bursa (*ob*) zum Oviduct (*oc*) hinüber, und zwar finden wir dies nur bei Gattungen und Familien, die auch nach andern Merkmalen, ganz besonders aber nach den noch paarig getrennten Hoden, unzweifelhaft einen primitiven Charakter zeigen. B und C zeigen das allmähliche Hinaufrücken der Abgangsstelle des Ductus seminalis am Bursa-Hals (*db*), endlich gehören dem durch D wiedergegebenen Typus ausnahmslos Arten an, welche nach allen Merkmalen, das Geäder nicht ausgenommen, den sekundär am meisten abgeänderten, phyletisch jüngsten Formen zuzurechnen sind.

Wie wir schon gesehen haben, sind die Spermatophorenkapseln im allgemeinen so gebaut, daß das Collum derselben weit genug ausgezogen ist, um die Abgangsstelle des Ductus seminalis zu erreichen,

da auf diese Weise eine sichere Überführung des Sperma in diesen Kanal und weiter in das Receptaculum seminis ermöglicht wird. Bei Arten mit langem Bursahals findet sich deshalb auch ein langes Halsstück der Spermatophorenkapsel, wie z. B. bei *Lycaena*, wo dasselbe bis an das Ostium bursae reicht, weil hier erst der Ductus seminalis sich abzweigt.

Nun fand ich bei Arten, bei denen der Ductus seminalis vom mittlern oder obern Teil des Bursahalses oder vom untern Teil des Bursasackes abgeht, gleichwohl das Collum der Spermatophore noch fast von der Länge des ganzen Bursahalses, die Öffnung aber, entsprechend der Abgangsstelle des Ductus seminalis, weiter nach oben gerückt, so daß das untere Stück des Collum nur noch als Rinne oder Halbrinne vorhanden ist. Dieses nunmehr funktionslose Stück des Collum ist also als Rudiment des früher längeren, röhrenförmigen Collum zu betrachten, ein interessanter Rest einer phyletisch älteren Bildung.

Um einige Beispiele anzuführen, so finden wir bei *Augiades comma* L., einer Hesperide, wie Fig. 3 A zeigt, das Collum der Spermatophore nur im obern Teil bis *o* als vollständig geschlossenes Rohr, genau entsprechend der Abgangsstelle des Ductus seminalis (Fig. 3 B, wo die Bursa in etwas collabiertem Zustande bei derselben Vergrößerung wiedergegeben ist), das Endstück des Collum aber (Fig. 3 A *ru*) als rudimentäres Organ, als Rest des früheren röhrenförmigen Collum, der durch Anpassung an den nach oben gerückten Anfang des Ductus seminalis funktionslos geworden ist, sich aber noch zum Teil erhalten hat.

Noch schärfer ausgeprägt fand ich dieses Verhalten bei *Satyrus semele* L., bei welcher Art der Ductus seminalis vom untern Teil des Bursa-Sackes selbst abgeht. Hier wird der ganze Bursahals von dem rudimentären Collum der Spermatophore durchzogen, und dieses ganze Stück (*ru* in Fig. 4A) ist ein richtiges Rudiment, das seine ursprüngliche funktionelle Bedeutung vollständig verloren hat, denn das Sperma tritt an der nun oben gelegenen Öffnung (Fig. 4 A *o*) in den Ductus seminalis über.

Dies rudimentäre Stück des Spermatophorenhalses, für dessen Erhaltung oder Entstehung aus irgendwelchen funktionellen Gründen sich gar keine Erklärung finden läßt, zeigt uns in unzweideutiger Weise:

1) daß es sich hier um eine Neuanpassung der Spermatophorenform an neue Formverhältnisse der Bursa, bzw. des Ductus seminalis handelt, und daß somit hier das weibliche Geschlecht in der Formveränderung vorausgegangen ist;

2) dient es als mächtige Stütze für die Bedeutung des Ductus seminalis in phylogenetischen Untersuchungen und bestätigt die auf Grundlage andern Materials früher gewonnenen Resultate (vgl. obiges Schema Textfig. 2). Denn dieses Rudiment kann nur entstanden sein, wenn die Abgangsstelle des Ductus seminalis von der Bursa im Laufe der phyletischen Entwicklung vom Ostium bursae allmählich am Bursa-Hals bis zum Bursa-Sack in die Höhe gerückt ist.

Wir werden somit von zwei näher verwandten Formen — etwa Gattungen aus derselben Familie —, bei denen das eine Mal der Ductus seminalis vom untern Teil des Ductus bursae abgeht, das andre Mal vom obern Teil des Bursa-Halses oder von der Bursa selbst, diese letztere Form für die phylogenetisch jüngere, also später entstandene, zu halten haben. Auf diese, wie mir scheint, einwandfreie Schlußfolgerung hin, habe ich bereits die Bildung der Bursa und des Ductus seminalis bei einer großen Zahl von Schmetterlingen (unter andern fast alle paläarktischen Rhopaloceren-Genera und eine große Zahl tropischer Formen) untersucht und in diesem Organ ein vortreffliches Kriterium für die phyletischen Beziehungen der Gattungen und Familien gefunden. Die Befunde stehen im allgemeinen in bester Harmonie mit den Resultaten, die wir aus der Betrachtung der Gesamtheit aller andern Organsysteme als gesichert betrachten dürfen und können daher dort als entscheidend anzusehen sein, wo uns die übrigen Merkmale, wie z. B. das Geäder, im Zweifel lassen, oder wo dieselben ganz versagen. Die Formverschiedenheit der Bursa nebst Ductus seminalis ist eine staunenerregende, und die Differenzierung viel stärker ausgeprägt, als z. B. in den Merkmalen des Geäders; für praktische Zwecke ist aber noch der Umstand von hervorragender Bedeutung, daß diese Organe auch an Macerationspräparaten untersucht werden können, und daß damit endlich auch die tropischen Formen einer eingehenden Untersuchung auf ihre anatomischen Merkmale unterzogen werden können.

Eine Sicherstellung des phylogenetischen Alters bestimmter Gattungen und Familien hat aber nicht nur ein allgemeines Interesse vom Standpunkt der Systematik aus, sondern liefert uns auch für die Beurteilung einzelner brennender zoogeographischer Fragen ein wertvolles Material. In einer schon zum Druck vorbereiteten Arbeit will ich es versuchen, einige dieser Fragen in dieser Beleuchtung vorzuführen.

Kehren wir nun zur Betrachtung der Spermatophoren zurück.

Wenn wir die Funktion des Spermatophoren-Halses, nämlich die Überführung des Spermas in den Ductus seminalis im Auge behalten, so ließe sich rein theoretisch, außer einem Rudimentärwerden des

Collum auch noch erwarten, daß bei phylogenetisch jüngern, d. h. neuern Arten, bei denen die Abgangsstelle des Ductus seminalis an der Bursa stark in die Höhe gerückt ist, erstens das Collum der Spermatophore durch Neuanpassung ganz atrophiert, oder zweitens, daß das Collum in seiner ganzen Ausdehnung als Kanal bestehen bleibt, sich aber so herumbiegt, daß die Ausmündungsstelle an den Anfang des Ductus seminalis zu liegen kommt.

Der erste Fall, der vollständige Schwund des rudimentären Collums, führt zur typischen Form der Spermatophore mit kurzem Collum, und wenn der Bursa-Hals ein kurzer ist, so geht die Überführung des Spermas in den Ductus seminalis leicht vonstatten. Von ganz besonderem Interesse sind hier diejenigen Formen, bei denen wie z. B. bei *Tortrix* (*Cacoecia*) *rosana* L. Fig. 5 der Bursa-Hals unmäßig verlängert, der Ductus seminalis vom untern Teil desselben, nahe der Mündung, abgeht, die Spermatophore aber gleichwohl vom Collum kaum eine Spur besitzt. Hier wird die sichere Überführung des Spermas durch den langen Ductus bursae hindurch dadurch erreicht, daß die Wandung desselben durch eine starke rinnenförmige Chitinspange der Länge nach durchzogen wird, wodurch der enge Kanal stets offen erhalten und nicht etwa durch Schleifenbildung verstopft wird. Es ist hier also der chitinisierte Bursa-Hals funktionell an die Stelle des Collum der Spermatophore getreten.

Der zweite Fall, die Umbiegung des Collum, war eine notwendige theoretische Forderung, denn es ließe sich sonst nur schwer erklären, warum bei den zahlreichen Arten, bei denen der Ductus seminalis vom Bursa-Sack selbst abgeht, fast immer das Collum der Spermatophore eine ungewöhnliche Länge besitzt. Als Beispiel nehme ich hier die Bursa von *Agrotis augur* F., einer sekundär weit vorgeschrittenen Nocuiden-Form (Fig. 6). In der Bursa liegen zwei Spermatophoren mit langem Collum, ihre Mündung wie stets dem Anfang des Ductus seminalis zugewendet. Diese Spermatophorenform mit langem, gewundenem Collum kann nun nicht gut von einer Form hergeleitet werden, bei der das Collum schon atrophiert war, sondern sie kann nur das Endglied einer Entwicklungsreihe sein, in welcher das Collum, ohne zu atrophieren, allmählich der Dislokation des Ductus seminalis folgend, der Abgangsstelle desselben bis in den Bursa-Sack gefolgt ist.

Nach längerem Suchen nach solchen Übergangsstadien war ich so glücklich, eine Bestätigung meiner theoretischen Voraussetzung bei einem Spanner, *Ortholitha limitata*, zu finden. Fig. 7, die Bursa von *O. limitata* nebst freigelegter Spermatophore, illustriert die Verhältnisse

so klar, daß sie kaum einer nähern Erklärung bedürfen. Hier hat sich das wohlerhaltene Collum der Spermatophore (*c*) so weit aus dem Ductus bursae in den Bursa-Sack zurückgezogen, daß die Mündungsstelle desselben (*o*), hart an der Grenze vom Bursa-Sack und Ductus, dem Abgang des Ductus seminalis entsprechend, zu liegen kommt.

Die Wand der Spermatophorenkapsel besteht, wie oben erwähnt, aus einer chitinartigen Substanz, die sich selbst beim Kochen in Kalilauge nicht auflöst; an der fertigen Patrone ist dieselbe glatt, glänzend und mit Ausnahme einzelner Stellen von beträchtlicher Härte. Da die Bildung der Spermatophore aber schon im engen Ductus ejaculatorius vor sich geht und hierauf erst noch den oft sehr engen Ductus bursae zu passieren hat (vgl. Fig. 5), so kann die endgültige Erstarrung und Fixierung erst im Lumen der Bursa vor sich gehen. Welche Kräfte hier als treibende auftreten, ist noch rätselhaft, wenn man bedenkt, um wievielmal der Querdurchmesser des Spermatophorenkörpers oft den Durchmesser des meist stark chitinierten dünnen Penisrohres und des engen Ductus bursae übertrifft. Die Kapsel wird ähnlich wie beim Glasgebläse die flüssige Glasmasse durch einen Druck von innen aufgetrieben, und es scheint hier in erster Linie das in die Höhlung der Kapsel hineingetriebene Drüsensecret und Sperma mitzuwirken, doch mag die Auftreibung auch zum Teil durch Luft geschehen, denn ich habe häufig in den Kapseln Luft gefunden.

Zuweilen findet man, daß die Männchen kurz vor dem Absterben eine fertig gebildete Spermatophore abstoßen, die dann, an der Luft erhärtend, sich in nichts von den Spermatophoren unterscheidet, die man in der Bursa eines befruchteten Weibchens der betreffenden Art antrifft. In Fig. 8 ist bei etwa 10maliger Vergrößerung eine solche aus dem Penisrohr schon zum größten Teil hervorgetretene Spermatophore von *Ch. elpenor* abgebildet, die in ihrer Form vollständig mit den typischen Spermatophoren dieser Art übereinstimmt. Bemerkenswert ist, daß sogar die Knickung des Collum (bei *k* der Fig. 8) schon genau in der Form vorgebildet ist, die sie später, in der Bursa liegend, hat.

Am proximalen Teil des Bursa-Sackes findet sich bisweilen ein meist gestielter sackartiger Anhang, dessen Innenwand ebenfalls von einer dünnen Chitinschicht bekleidet ist. Dieser Anhang (4, S. 62, Fig. 26—28) scheint aus einer Abschnürung des Bursa-Sackes hervorgegangen zu sein und findet sich bei den Schmetterlingen in verschiedenen Abteilungen des Systems, die durchaus nicht in nähern Verwandtschaftsverhältnissen zueinander stehen. Durchaus charakteristisch scheint dieser Anhang für die Familie der Pieriden (Weißlinge) zu sein, wo er bei allen bisher

von mir untersuchten Formen nachzuweisen war, doch fand ich ihn auch unter den Danaiden bei *Ideopsis vitrea* Blanch. (aus Celebes), bei Neotropiden, Hesperiden (*Pamphila* und *Aeromachus*), Pyraliden (*Scoparia*) und unter den Geometriden, was ganz besonders interessant ist, vereinzelt in der Gattung *Tephroclystia* (*Eupithecia*), z. B. bei *Tephralliaria* Stgr. Auf diese bemerkenswerte Convergenz-Erscheinung werde ich an anderer Stelle näher eingehen. Hier handelt es sich nur um die Funktion dieses Bursa-Anhanges, und diese ist einstweilen noch in Dunkel gehüllt. Spermatophoren habe ich nie in demselben finden können, wohl aber häufig ein Drüsensecret, körnig oder zu einer kompakten Masse zusammengeballt, oft, wie z. B. bei Hesperiden, lebhaft gelb oder rot gefärbt. Ein ähnliches Secret findet sich bisweilen auch im Bursa-Sack, außerhalb der Spermatophorenkapseln, und hier mitunter mit haarartigen Chitingebilden gemischt.

Zum Schluß gebe ich nach meinen Notizen den Befund wieder, den ich bei einem Weibchen von *Pieris rapae* konstatierte, und der einiges Licht auf den ganzen hier behandelten Vorgang wirft. Am 3. August fand ich nachmittags ein ganz frisches Pärchen von *Pieris rapae* in copula. Es blieb noch einige Stunden später im Glase in copula und trennte sich gegen abend freiwillig. Die Untersuchung ergab am folgenden Tage 1 Uhr mittags folgendes: Der knopfförmige Bursa-Anhang war mit einem fast kugeligen Ballen eines käsigen Secrets gefüllt, in dem sich keine Spermatozoen fanden. Die Bursa selbst enthielt eine große normale Spermatophore mit starrer Wandung, das Collum derselben bis an die Mündung des Ductus seminalis gehend; das Innere dieser Spermatophore ebenfalls mit einer zähe zusammenhängenden Secretmasse gefüllt, die auch bei Behandlung mit Soda-lösung keine Spermatozoen erkennen ließ. Das Receptaculum seminis, dessen daranhängende bläschenartige Erweiterung leer war, enthielt Tausende von feinen Spermafäden. Dieselben waren also inzwischen schon aus dem sie einbettenden Drüsensecret der Spermatophore in das Receptaculum hinübergewandert. In dem Ductus seminalis, der bei 350facher Vergrößerung in seiner Wand einen Besatz von zahlreichen Chitinzähnen zeigt, fand ich keine Spermatozoen mehr.

Reval, im Februar 1907.

Literaturverzeichnis.

1. HAGEN, Über ein eigentümliches Organ in der Begattungstasche zweier Tineiden. Zool. Anz. 1882. (Diese Arbeit kenne ich leider nur aus Referaten.)
2. H. STITZ, Der Genitalapparat der Mikrolepidopteren. Zool. Jahrbücher XIV. Bd. ~~4.~~^{5.} Heft 1901.
3. W. PETERSEN, Beiträge zur Morphologie der Lepidopteren. Mém. Acad. St. Pétersbourg. V, 9. Petersburg 1900.
4. — Die Morphologie der Generationsorgane der Schmetterlinge und ihre Bedeutung für die Artbildung. Mém. Acad. St. Pétersbourg. XVI, 8. Pétersbourg 1904.
5. — Zur Morphogenese der doppelten Bursa copulatrix bei Schmetterlingen. Allgem. Zeitschr. f. Entomol. Bd. VI. Nr. 21 (1901).
6. M. DRAUDT, Zur Kenntnis der Eupitheciën-Eier. Iris 1905.

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

<i>b.c.</i> , Bursa copulatrix;	<i>ov</i> , Ovarialröhren;
<i>d.b.</i> , Ductus bursae;	<i>rs</i> , Receptaculum seminis;
<i>o.b.</i> , Ostium bursae;	<i>c.s.</i> , Canalis spiralis;
<i>l.d.</i> , Lamina dentata;	<i>gl.r.</i> , Glandula receptaculi;
<i>d.s.</i> , Ductus seminalis;	<i>gl.seb.</i> , Glandulae sebaceae;
<i>bl.s.</i> , Bulla seminalis (Fig. 7);	<i>gl.od.</i> , Glandulae odoriferae;
<i>O</i> , Oviducte;	<i>Sp</i> , Spermatophore;
<i>o.c.</i> , Oviductus communis;	<i>c.</i> , Collum, Hals derselben.

Tafel VIII.

Fig. 1. Bursa mit einer Spermatophore in situ von *Agrotis segetum* L.

Fig. 2. Bursa mit Spermatophore von *Agrotis corticea* F. Die Bursa ist etwas auseinandergezogen.

Fig. 3. *Augiades comma* L. A. Spermatophore mit rudimentärem Collum (*ru*); Öffnung des Collum bei *o* entsprechend der nach oben gerückten Abgangsstelle des Ductus seminalis (*d.s*) in Fig. B, Bursa-Sack (*bc*) in Fig. B in etwas collabiertem Zustande. Ductus bursae (*d.b*) stark verhornt, ebenso das etwas unsymmetrische Ostium bursae (*ob*). Dorsalansicht.

Fig. 4. *Satyrus semele* L. A. Spermatophore mit ganz nach oben gerückter Öffnung (*o*) und rudimentärem Collum (*ru*). B. Bursa mit Ductus seminalis, der vom Bursa-Sack selbst abgeht. Die Spermatophore liegt so im Bursa-Sack, daß die Öffnung *o* sich bei *a* anlegt und das rudimentäre Stück des Collum (*ru*) in dem in der Figur in Falten liegenden Ductus bursae (*db*) liegt. Dorsalansicht.

Fig. 5. *Tortrix (Cacoecia) rosana* L. Bursa mit starker, gegabelter Lamina dentata (*l.d*) und lang gewundenem Ductus bursae (*d.b*), der in seiner Wandung eine Chitininne hat; die im Bursa-Sack liegende Spermatophore (*Sp*) mit vollständig reduziertem Collum.

Fig. 6. *Agrotis augur* F. Bursa mit zwei Spermatophoren in situ. Ductus seminalis (*d.s*) am Anfang mit starker, blasiger Erweiterung, vom Bursa-Sack selbst abgehend.

Fig. 7. *Ortholitha limitata* Sc. A. Sekundär stark verhornte Bursa, Ductus seminalis an der Grenze zwischen Ductus bursae und Bursa-Gang abgehend. B. Spermatophore mit zurückgebogenem Collum (*c*), dessen Öffnung *o* in situ an den Anfang des Ductus seminalis (Fig. A. *a*) zu liegen kommt. Dorsalansicht.

Fig. 8. *Chaerocampa elpenor* L. ♂. Eine eben aus dem Penisrohr herausgetretene, mit dem Collum noch in demselben steckende Spermatophore. Die linke Hälfte der letzten Abdominalsegmente ist weggeschnitten. *U*, Uncus, *Sc*, Scaphium, rechte Hälfte; *D*, Darm; *V*, Valva (rechte); *Sa*, Saccus; *p*, Penis; *Rw*, Randwulst desselben; *d. ej.* Ductus ejaculatorius, der in seiner Fortsetzung das ganze Penisrohr durchzieht; *Sp*, Spermatophore; *K* Knickung des Collum, schon vor dem Austritt der Spermatophore in der später charakteristischen Form vorgebildet. Macerationspräparat. 10fache Vergr.

Die Zeichnungen sind (mit Ausnahme der schematischen) nach Macerationspräparaten mit der Zeichenkamera gezeichnet. Fig. 1, 2, 6, 8 bei etwa 10facher, Fig. 3, 4, 5, 7 bei etwa 20facher Vergrößerung. Die ursprüngliche Größe der Zeichnungen ist auf der Tafel auf $\frac{2}{3}$ reduziert.

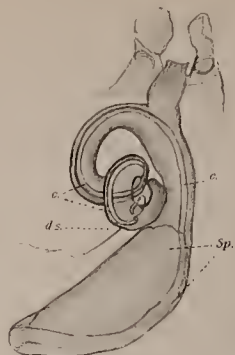


Fig. 1.

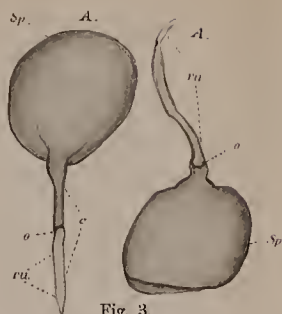


Fig. 3.

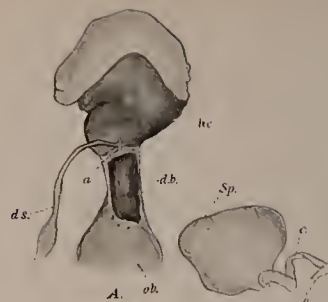


Fig. 7.

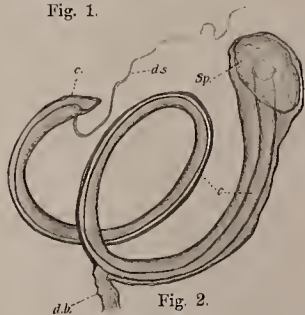


Fig. 2.

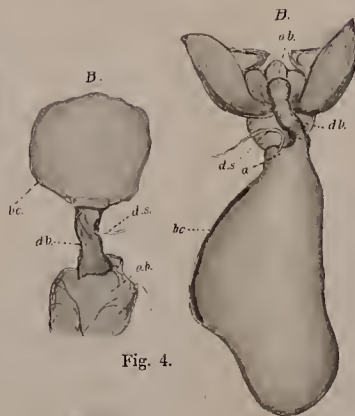


Fig. 4.

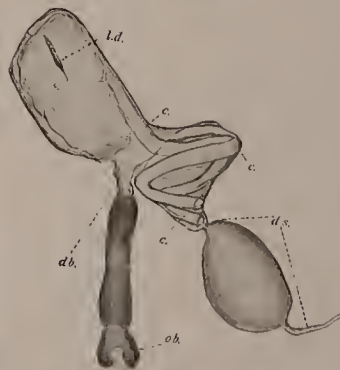


Fig. 6.

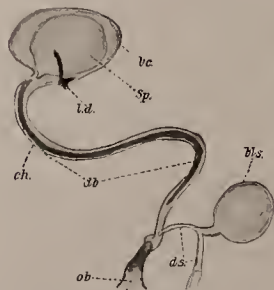


Fig. 5.



Fig. 8.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [88](#)

Autor(en)/Author(s): Petersen Wilhelm

Artikel/Article: [Über die Spermatophoren der Schmetterlinge 117-130](#)