

## V.

## Topographie und Funktion des Kopulationsapparates von *Lestes sponsa* Hansem. (Odonata).

Von **Dr. I. Pauliuk** (Borosjenő, Kom. Arad).

(Mit vier Tafeln.)

Schon die Forscher des 18. Jahrhunderts (Roesel von Rosenhof, Reaumur und Swammerdam) hatten auf Grund ihrer Beobachtungen die Behauptung aufgestellt, daß das begattungslustige Odonatenmännchen das Weibchen mit seinen Analanhängen an der Vorderbrust packt, worauf das Weibchen seine an der Ventralseite des Abdominalendes liegende Geschlechtsöffnung unmittelbar mit der Abdominalbasis des Männchens in Berührung bringt. Auf Grund dieser Beobachtungen lag die Vermutung nahe, daß der Kopulationsapparat der Odonatenmännchen seine Insertionsstelle, nicht wie bei den übrigen Insekten am Abdominalende, sondern am Abdominalgrunde habe.

Doch erst im Jahre 1832 führte **Rathke** eine genauere Untersuchung der Libellenmännchen durch. Die Untersuchung führte zu dem Ergebnis, dass die Ausführungsgänge der Hoden sich am neunten Abdominalsegment befinden, ohne jedoch in direkter Verbindung mit dem an der Abdominalbasis befindlichen Apparate zu stehen, den er als bloßes Reizorgan auffaßte. Über die Art des Begattungsvorganges stellte er die Vermutung auf, daß das ♀ seine Geschlechtsöffnung an den am neunten Segmente befindlichen Genitalporus des ♂ anlege, wodurch das Sperma direkt aus den männlichen in die weiblichen Geschlechtsgänge übertragen werde. Diese Ansicht erhielt durch die Beobachtung von **v. Siebold** (1838) im Freien eine Korrektur. Er stellte fest, daß die an der Abdominalbasis vorhandenen Gebilde als männliches Kopulationsorgan und Samenkapsel fungieren, die er als Penis und Samenreservoir bezeichnete und daß in der Samenkapsel sich die gleichen Spermatozoën vor-

finden, wie in den Hoden. Zwei Jahre später (1840) führte er die Untersuchungen weiter und konnte feststellen, auf welche Weise die Spermatozoën aus dem Geschlechtsorgan in die Samenkapsel gelangen. Das ♂ füllt nämlich vor der Begattung die Samenkapsel durch das Vorwärtskrümmen des Abdomens und das Anlegen der Geschlechtsöffnung an die Öffnung der Samenkapsel.

Die späteren Untersuchungen wendeten sich Einzelfragen zu. Hier sind zu erwähnen *Ingenitzky* (1893), *Goodard* (1896), der den Kopulationsapparat einiger Libellulinen, vor allem die Chitinbestandteile des Penis, genauer beschrieb und dessen erste genauere Untersuchung lieferte, dann *Backhoff* (1910), der sich mit der Entwicklung des männlichen Kopulationsapparates befaßte, und weiter *E. Schmidt* (1912), *Hornberger* (1917), *O. Storch* (1923). Auf diese Arbeiten wird später noch eingegangen werden.

### Material und Technik.

Das Material zur vorliegenden Arbeit stammt aus Lunz am See (Niederösterreich) und wurde mir von Herrn Prof. Dr. O. Storch zur Verfügung gestellt. Die Tiere waren in Cerfontaine fixiert und wurden zwecks Entpigmentierung mit Diaphanol behandelt. Zuerst wurde die Paraffineinbettungsmethode verwendet. Obwohl das härteste Paraffin verwendet wurde, erwies sich diese Methode als unbrauchbar, da die Schnitte rissen. Ich verwendete daher die kombinierte Celloidin-Paraffineinbettungsmethode und erzielte damit gute Erfolge.

Die Quer- und Längenschnitte von 15  $\mu$  Stärke wurden in Ehrlichs Haematoxylin und Eosin gefärbt. Alle Abbildungen wurden mit Hilfe des Zeichenapparates entworfen.

### Kurze Beschreibung des Kopulationsapparates von *Lestes sponsa*.

Der genaueren Beschreibung sei zuerst eine kurze, übersichtliche Darstellung des männlichen Kopulationsapparates vorausgeschickt. Er liegt bei *Lestes* ♂ auf der ventralen Seite

des zweiten und dritten Abdominalsegmentes in einer in der Bauchplatte des zweiten Segmentes gebildeten Einsenkung, welche sich über die ganze Bauchplatte bis zum dritten Segment erstreckt. Der orale Teil der Einsenkung erreicht große Tiefe, so daß er mit der am tiefsten in das Körperinnere eingesenkten Stelle bis zum Darm emporragt. Dieser orale Teil wird von Backhoff als Penistasche bezeichnet (Fig. 3, Pt). Der kaudale Teil der Einsenkung der Bauchplatte des zweiten Segmentes wird von einer flachen Mulde, der „sternalen Mulde“ (Backhoff 1910), gebildet (Fig. 3, Sm). Diese Einsenkung der zweiten Bauchplatte und die Grenze zwischen dem zweiten und dritten Segment sind die Stellen, wo die beiden Hauptgebilde des Begattungsapparates, Penis und Samenkapsel, entwickelt sind. Der Penis ist ein langgestreckt ungegliedertes Gebilde, welches eine U-förmige Gestalt besitzt, der eine Schenkel des U ist mit der Bauchplatte verwachsen (Penisfuß, Fig. 3, Pf) die Krümmung (Fig. 3, Pkr) sieht nach vorne, der freie ventrale Schenkel ist fast dreimal so lang wie der angewachsene, dorsale Schenkel, ist nach hinten gerichtet und bildet den eigentlichen Penis. An der Stelle, wo der dorsale Schenkel des Penis in die Krümmung übergeht, ist er mit dem als Vorderrahmen bezeichneten Gebilde verwachsen. Die Verwachsungsstelle sei als Drehachse (Fig. 3, Dr) bezeichnet. Der so kaudal von der Verwachsungsstelle mit dem Vorderrahmen gelegene Penisfuß ist, wie gesagt, mit der Bauchwand (der dorsalen Wand der Penistasche, Fig. 3, Pt) verwachsen, doch nicht vollständig, da hier zwischen Penishohlraum und Körperhöhle eine Verbindung besteht. Der distale Abschnitt des Penis vor der Verwachsungsstelle ist in seinem ganzen weiteren Verlaufe frei und wird als Penisstiel bezeichnet (Fig. 3, Pst). Er trägt als Enddifferenzierung die Glans (Fig. 3 und 9a, Gl). Dem Penisstiel gehört also die vordere Krümmung und der sehr lange nach hinten verlaufende Abschnitt an. Das Penislumen erstreckt sich nur durch die zwei proximalen Abschnitte des Penis, den Fuß und den Stiel, in dessen distalem Teile es blind geschlossen erscheint. Der distale und komplizierteste Teil des Penis ist die Glans.

Sie ist im allgemeinen sehr schwach chitinisiert und steht mit dem Penisstiel durch ein Gelenk in Verbindung (Fig. 3 und 9a, Glk). Während Penisfuß und zum größten Teil Penisstiel in der tieferen Penistasche liegen, ist die Glans in der flacheren, sternalen Mulde eingelagert und wird überdies von dem vorderen Abschnitt der Samenkapsel deckelartig überlagert (Fig. 2 und 3, Vt).

Die Samenkapsel besteht aus einem schmälern vordern und einem breitem hintern Teil (Fig. 2 und 3, Ht). Die Übergangsstelle zwischen diesen beiden Teilen liegt über der Segmentgrenze und dies ist auch die Stelle, wo die Samenkapsel mit der Bauchwand verwachsen erscheint (Fig. 3, Vs). Der orale schmälere Teil erstreckt sich so nach vorne über die Glans und gehört dem zweiten, der breitere Teil (Fig. 2, Bt) dem dritten Segment an. Die von starkem Chitin gebildete Samenkapsel birgt einen Hohlraum, der als Samensack bezeichnet wird. Dieser Samensack steht vorn durch einen feinen Kanal mit der Außenwelt in Verbindung (Fig. 2, Kl).

## Morphologie und Topographie des Kopulationsapparates von *Lestes sponsa*.

### CHITINTEILE.

An jedem Segment lassen sich bei den Insekten normalerweise zwei Chitinteile unterscheiden, die dorsale Rückenplatte und die ventrale Bauchplatte (Fig. 1, Rp, Bp). Die beiden Platten sind an jenen Stellen, wo sie aneinander grenzen, mit einem weichen, dünnen Chitinhäutchen verbunden, welche als Bindehaut (Handlirsch, Handbuch für Entomologie, 1914) bezeichnet wird. Sie bildet zwischen der Bauch- und Rückenplatte die sogenannte Pleuralfalte (Fig. 1a, Pfl). Die Rückenplatte ist bei den Odonaten breiter als die Bauchplatte und ist zylindrisch um die Körperachse gekrümmt. Die Bauchplatte ist schmaler und flach. Die Rückenplatte hat am Vorder- und Hinterende je eine Querleiste (Fig. 1b, qul). In der Mitte der Rückenplatte verläuft eine Naht. Die aufeinanderfolgenden Rückenplatten sind durch ein dünnes Intersegmentalhäutchen verbunden (Fig. 1b,

1h). Der hintere Rand jeder Rückenplatte greift über den Vorderrand der folgenden, so daß bei der normalen Haltung des Abdomens das Intersegmentalhäutchen zwischen diesen beiden Rändern faltig liegt (Fig. 1b). Die Bauchplatten verhalten sich so wie die Rückenplatten. Jede Bauchplatte endigt oral in eine in der Mitte verflachte Querleiste, die beiderseits lateral in je zwei Spangen übergeht. Das erste Spangengpaar ist kürzer als das zweite. Beide Spangengpaare reichen lateral weiter in die Pleuralfalte nach vorne. Der Raum, welcher zwischen beiden Spangengpaaren liegt, wird als Grenzstück bezeichnet (Schmidt). Kaudalwärts verschmälert sich die Bauchplatte etwas und es verläuft hier längsmedian ein Längskiel, welcher bis zur folgenden Bauchplatte, beziehungsweise bis zum Grenzstück derselben reicht. Diese Beschreibung bezieht sich auf alle Abdominalsegmente der Odonaten, mit Ausnahme des zweiten Segments der Odonatenmännchen, das infolge der Einlagerung des Kopulationsapparates abweichend organisiert ist.

Das dritte Segment zeigt bei den ♂♂, mit Ausnahme der am Grenzstück der dritten Bauchplatte befestigten Samenkapsel (Fig. 2 und 3, Sk), keine besonderen Verhältnisse.

Die Rückenplatte des zweiten Segments ist normal ausgebildet, dafür aber ist die Bauchplatte, infolge ihrer Verwandlung in eine zur Aufnahme des Kopulationsapparates dienende Einsenkung, sehr abweichend gebaut. Es sind an ihr folgende Sonderdifferenzierungen ausgebildet:

1. Vorderer Zapfen (vordere mediane Einsenkung, Backhoff).
2. V-förmige Zapfenleiste (*lamina anterior*, Rathke).
3. Äußere Pleuralschilder mit inneren Pleuralschildern äußere und innere Platten des *hamulus anterior*, Schmidt).
4. V-förmige Spange der Penistasche (*lamina battiliiformis*, Rathke).
5. Penistasche mit Vorderrahmen und Penis (Backhoff).
6. Sternale Mulde mit Hinterrahmen (Backhoff).
7. Häkchen (*hamuli posteriores*, Schmidt).

Im folgenden sei nun näher auf die Beschreibung des Kopulationsapparates von *Lestes sponsa* eingegangen. Vor allem sei hervorgehoben, daß über die ganze Bauchplatte des zweiten Segmentes sich eine Vertiefung erstreckt, welche in ihrem oralen Teile tiefer ist als im kaudalen.

1. Das erste Stück, welches im oralen der zweiten Bauchplatte auffällt, ist der vordere Zapfen (Fig. 3, Vz). Er ist bei *Lestes sponsa*, überhaupt bei allen *Zygopteren*, ein hohles, kegelförmiges Gebilde, welches ventral sich in zwei nach hinten divergierend verlaufende Spangen fortsetzt, die als „V-förmige Zapfenleisten“ bezeichnet werden mögen. Der vordere Zapfen ist eine rostrale Differenzierung der Bauchplatte und ragt in das erste Segment hinein. Er ist dort blind geschlossen (Fig. 3 und 3a, Bl). Der kaudale Teil des Zapfens geht ohne scharfe Grenze in das weiche, durchsichtige Chitin der Penistasche über (Fig. Pt).

2. Von der Segmentgrenze zwischen dem ersten und zweiten Segment verlaufen, wie erwähnt, lateralwärts Leisten, welche vom ventralen Hinterrand des Zapfens ausgehen und als V-förmige Zapfenleisten bezeichnet werden (Fig. 4, Zl). Sie bestehen aus dem Grenzstück und den kaudallateralwärts verlaufenden Spangen. Die beiden Spangenden tragen an ihren Hinterenden je ein schildförmiges Chitinstück, das als äußeres Pleuralschild (Schilddecke, Backhoff) bezeichnet werden soll (Fig. 3, 4 und 4a, Pls). Das Pleuralschild ist am Dorsalrand durch eine Naht (Fig. 4, Nt) mit der Rückenplatte verbunden, nur oralwärts weichen die Ränder auseinander und lassen einen Raum für das Stigma frei (Fig. 4, St).

3. Nach Schmidt besteht jedes Pleuralschild aus zwei Teilen: dem proximalen Basalstück (Fig. 4, Bst) und dem distalen eigentlichen Pleuralschild, welches von Schmidt als Anhang des Basalstückes bezeichnet wird. Ursprünglich sind diese beiden Teile so wie bei den *Anisopteren*, von den Zapfenleisten durch eine Naht getrennt, können aber auch mit ihnen verschmolzen sein, wie es bei *Lestes sponsa* der Fall ist (Fig. 4, Vsch). — Schmidt faßte die Trennung der Pleuralschilder von den Zapfenleisten als

primitives Verhalten, die Verschmelzung, wie sie bei den Zygopteren zutrifft, als sekundäre Erscheinung auf.

Das eigentliche Pleuralschild besteht aus zwei Platten, aus dem äußern und dem innern Pleuralschild (Fig. 4a, 5 und 15, Ipls). Das innere Pleuralschild inseriert an der inneren Seite des äußeren Schildes, ist dicker als letzteres und erstreckt sich schräg dorsalwärts in die Penistasche (Fig. 5 und 15, Ipls). Das innere Schild ist an seinen freien Rändern mit Börstchen versehen.

Basalstücke und innere Schilder sind fast bei allen Zygopteren gleich gebaut, wogegen die äußeren Schilder stark variieren. Bei *Lestes sponsa* und *Lestes viridis* sind meiner Beobachtung nach die äußeren gleich ausgebildet. Der Form nach sind sie bei beiden Arten einer Teichmuschelschale ähnlich (Fig. 4 und 5, Pls).

4. Zwischen beiden Pleuralschildern (von der ventralen Seite gesehen) liegt bei *Lestes sponsa* die V-förmige Leiste der Penistasche (Fig. 7 und 3, vlst), die eine verdickte und dunkelgefärbte Chitinspange darstellt. An den äußeren Seiten dieser Spange liegt ein weiches Chitinhäutchen (Fig. 7, Cht), das in die inneren Pleuralschilder übergeht, zwischen diesen und den kaudalen Enden der V-förmigen Seite der Penistasche eine Falte bildend (Fig. 6 und 6a, Ft). Sie zeigt also ein ähnliches Verhalten, wie die vorher besprochene Zapfenleiste, so daß die Schenkel beider Leisten ungefähr parallel verlaufen. Ihre kaudalen Enden sind dorsalwärts eingebogen und setzen an die obenerwähnte Falte an. Beide Schenkelenden sind mit einer Reihe Börstchen versehen, die ihrer Medialseite aufsitzen und medialwärts verlaufen (Fig. 7, Bt).

5. Wie schon oben erwähnt wurde, ist der Kopulationsapparat von *Lestes sponsa* in die Vertiefung der zweiten Bauchplatte eingelagert, die sich durch die ganze Bauchplatte erstreckt und von Rathke als fenestra bezeichnet wurde. Der orale Teil dieser Einsenkung ist tiefer und bildet die Penistasche (Fig. 3, Pt, Backhoff). Der kaudal gelegene Teil ist bei weitem weniger tief und wird als sternale Mulde (Fig. 3, Stm, Backhoff) bezeichnet. Am

Grunde der Penistasche befindet sich ein U-förmiger Rahmen, Vorderrahmen genannt, dessen Öffnung kaudal-ventralwärts gerichtet ist (Fig 3 und 6, Vr). Seine Arme, die an den Seitenwänden der Penistasche verlaufen, reichen bis zu den inneren Pleuralschildern. — Von da aus erfährt jeder Arm eine kaudale Krümmung und reicht bis zum Anfang der sternalen Mulde (Fig. 3 und 4a, Ck). Median an Vorderrahmen inseriert der Penis; diese Stelle soll als Drehachse bezeichnet werden (Fig. 3, 6 und 8, Dr). Der Penis besteht bei *Lestes* aus drei Teilen:

- a) dem Penisfuß (Fig. 3 und 8, Pf);
- b) dem Penisstiel (Fig. 3 und 8, Pst) und
- c) der Glans (Fig. 3 und 9a, Gl).

a) Der Penisfuß erstreckt sich von der Insertionsstelle kaudalwärts bis zur Hälfte der Bauchplatte und liegt dem Grunde der Penistasche auf (Fig 3, Pf). Hier geht der Penisfuß in weiches, durchsichtiges Chitin über, welches Falten bildet und weiterhin mit dem Grund der sternalen Mulde verbunden ist (Fig. 3, Üb). Dadurch erhält der Penisfuß eine zweifache Befestigung am Grunde der Penistasche (Drehachse und weiches Chitin [Fig. 8, cht]). Der Penisfuß kann bei *Zygopteren* verschieden beschaffen sein. Diesbezüglich hat *Schmidt* (1917) bei *Zygopteren* vier Typen des Penisfußes aufgestellt: *Cora-*, *Calopteryx-*, *Agrion-* und *Ischnura-* Typus. Bei den ersten zwei Typen besteht der Penisfuß aus zwei getrennten Spangen, welche von der Drehachse des Penis in ziemlich gleichem Abstände kaudalwärts verlaufen. Bei den letzten zwei Typen sind die Spangen einander mehr genähert, durch weiches Chitin der Länge nach verbunden und die kaudalen Enden der Spangen miteinander verwachsen, welches letzteres bei *Lestes sponsa* festgestellt wurde (Fig. 8, Vw).

b) Der Penisstiel geht von der Drehachse aus. Oralwärts erfährt er eine Krümmung und nimmt zum Schluss eine kaudale Richtung an (Fig. 3 und 8, Pkr). Kaudal reicht der Penisstiel bis zu einem Gelenk, von welchem an er in den distalen Teil des Penis, die Glans übergeht (Fig. 3 und 9a,

Glk). An der Außenseite des Penisstieles verläuft von der Drehachse angefangen ein medianer Längskiel (Fig. 3, 6 und 6a, Lk), welcher kaudalwärts schwächer wird und in der Gegend der V-förmigen Leiste der Penistasche gänzlich verschwindet. Der Penisstiel besitzt, von der Insertionsstelle angefangen, ein Lumen (Fig. 6 und 6a, Lu), dessen Inneres wahrscheinlich als Schwellkörper fungiert. Die konvexe Seite des Penisstieles ist bis zur Glans stark chitiniert und dunkelbraun gefärbt, die konkavliegende Seite ist von weichem Chitin gebildet und gefaltet (Fig. 5, w Ch).

c) Den Übergang des Penisstieles zur Glans bildet ein Gelenk (Fig. 3 und 9a, Glk). Die Glans ist der komplizierteste Teil des Penis. Im Gegensatz zum Penisstiel besteht die Glans aus weichem Chitin. Von der gelenkigen Verbindung zwischen Stiel und Glans gehen zwei Wülste in die letztere über, welche etwas härter sind und dunkler erscheinen als die übrige Glans (Fig. 9a und 14, Wü). Diese Wülste, die nichts anderes sind als eine Verdickung der Glanskutikula, gehen fast parallel in die Glans über. Dort, wo die Wülste endigen, teilt sich die Glans in zwei Teile, einen dorsalen breiteren und einen ventralen schmälern Teil, welcher letzterer als Lappen bezeichnet werden soll. Der dorsale Teil verläuft kaudalwärts und biegt ventral oralwärts um und wird vom Lappenende umgriffen (Fig. 9a, La). Der Lappen ist ein unpaares Gebilde, das an seinem freien Ende kaudal-ventralwärts umgeklappt ist. Zwischen der Ansatzstelle des Lappens und dem hintern Ende der Glanswülste liegt eine muldenförmige Vertiefung (Fig. 9a, Mv). Die freie ventrale Seite des Lappens ist mit kleinen warzenförmigen Zähnen besetzt. Dieser Lappen zeigt bei manchen *Lestes*-Arten eine andere Form und fehlt bei manchen gänzlich (*Lestes viridis*, *Megalestes*, Kenedy). Der dorsale Teil der Glans ist vollständig weichhäutig und hellfarbig. Auf der dorsalen Seite verläuft längs der Glans eine Rinne (Fig. 9 und 14, R), welcher bei der Kopulation wahrscheinlich die Übertragung der Spermatozoen obliegt. Betrachtet man die Glans vom freien Ende aus, so bemerkt man zwei seitliche, kurze, flache, proximal breite, distal zugespitzte Anhänge (Fig. 9,

Ah), Verhältnisse, wie sie sich ähnlich bei *Lestes dryas* finden (Selys). Vielleicht sind diese Anhänge reduzierte Gebilde und entsprechen den wurmförmigen Fortsätzen bei anderen *Zygopteren* (*Synlestes*, *Heteragrion*, Selys).

6. Der hintere Abschnitt der Vertiefung der zweiten Bauchplatte ist die *sternale Mulde* (Fig. 3, Stm). Wie schon bemerkt, ist diese Vertiefung seichter, als die von ihr oral gelegene Penistasche, welche in die sternale Mulde durch eine leichte Hebung übergeht (Fig. 3, Üb). In dieser Mulde verläuft kaudalwärts der *Hinterrahmen* (Fig. 3 und 4a, Hr), der oral mit dem Vorderrahmen durch ein Gelenk und kaudal mit dem vorderen Spangenpaar der dritten Bauchplatte an der Stelle, wo die Samenkapsel angeheftet ist, ebenfalls durch ein Gelenk verbunden ist (Fig. 2 und 4a, Gk). Sein kaudaler Teil ist zu einer Mittelplatte aus härterm Chitin erweitert (Fig. 4a und 11, Mp). Über die funktionelle Bedeutung des Hinterrahmens wird weiter unten die Rede sein.

7. Dort, wo das Gelenk zwischen Vorder- und Hinterrahmen ausgebildet ist, sitzt dem oralen Ende eines jeden Armes des Hinterrahmens ein Häkchen auf (Fig. 3, 10 und 11, Hk). Diese Häkchen stellen mit Chitin bedeckte, kurze, flache Auswüchse der Hypodermis dar. Bei den *Zygopteren* sind die Häkchen kürzer als bei den *Anisopteren*. Wahrscheinlich dienen diese Häkchen bei der Kopulation zum Ergreifen der weiblichen Gonapophysen.

Die Samenkapsel (Fig. 2) ist das zweite Hauptgebilde des Kopulationsapparates, welches auf der Segmentgrenze zwischen dem zweiten und dritten Segmente befestigt ist (Fig. 3, Sgr). Die Samenkapsel zeigt bei den *Zygopteren*, überhaupt bei allen *Odonaten*, sehr verschiedene Formen. In diesem Falle, bei *Lestes sponsa*, hat sie die Form einer Feldflasche, welche ungefähr in der Mitte der flachen Seite am Grenzstück der dritten Bauchplatte befestigt ist. Gegen den Halsteil (Fig. 2 und 3, Ht) ist die Samenkapsel verschmälert und ragt über das zweite Sternit nach vorne

hinaus. Sie ist zum größten Teil sehr stark chitiniert, besonders an der lateralen Seite des Halsteiles ist das Chitin sehr stark. Dagegen besteht sowohl der ventrale Teil des Halsteiles, wie auch der kaudale Teil der Samenkapsel aus weichem Chitin. Am oralen Ende des Halsteiles befindet sich median ein Spalt (Fig. 2 und 12, Kl), welcher durch einen kurzen Kanal in den Samensack (Fig. 12, 13 und 14, Ss) führt, der vor der Kopulation mit Spermatozoën gefüllt wird. Wie erwähnt, ist die Samenkapsel am Grenzstück befestigt. Doch hat dieses ein anderes Aussehen, als das einer normalen Bauchplatte. Die flache Querseite wurde von Schmidt als Grenzstück bezeichnet. Die von diesem lateral verlaufenden Spangen reichen in die Pleuralfalte. Diese beiden Spangen eines jeden Paares sind jedoch, im Gegensatz zu dem Verhalten an normalen Bauchplatten, nicht miteinander verschmolzen, nur durch weiches, fast durchsichtiges Chitin verbunden.

Ventral median aber sind die beiden vorderen Spangen verbunden; das gleiche findet sich bei den hinteren Spangen. Die Samenkapsel kann sich nach vorne und rückwärts um diese Spangen, wie um eine Drehachse, bewegen. Der Hohlraum der Samenkapsel steht mit dem Körperinnern dadurch in Verbindung, daß das Grenzstück durchbohrt ist und dieser Kanal in das Körperinnere führt (Fig. 3 und 13, Vk).

### MUSKULATUR.

Um die Funktion des Kopulationsapparates klar darzustellen, ist es wichtig, die Muskulatur möglichst ausführlich zu beschreiben. Schon die Forscher des 19. Jahrhunderts behaupteten, daß der Penis, bzw. Kopulationsapparat keine spezielle Muskulatur besitze. Hier kann nur die Muskulatur des zweiten und dritten Segments in Betracht kommen. Über diese sind nur die Angaben von Rathke (1832), Backhoff (1910) und Schmidt (1916) vorhanden. Während Rathke durch Zergliederung frischer Tiere zu seinen Ergebnissen kam, wandte Backhoff die Schnittserienmethode an. Schmidt legt die Muskeln durch Sektion frei. Rathkes und Backhoffs Angaben weichen von denen Schmidts

ab. Schmidt unterscheidet bei Odonaten drei Haupttypen in bezug auf die Muskulatur des Kopulationsapparates: den Zygopteren-, Aeschniden- und Libelluliden-Typen. Wie er festgestellt hat, kommen bei Aeschniden und Cordulinen zehn Paar Muskeln für die Bewegung des Kopulationsapparates in Betracht, bei den Zygopteren und Libelluliden je ein Paar weniger, was ich hier auf Grund meiner Untersuchungen bestätigen kann. Obige Autoren befaßten sich nicht mit der Funktion der einzelnen Muskeln, dies soll die Aufgabe der weiteren Ausführungen sein.

Obwohl frühere Autoren die Behauptung aufstellten, daß der Kopulationsapparat keine spezielle Muskulatur besitze, wurde auf Grund vorliegender Untersuchungen festgestellt, daß diese Ansicht irrig ist, da einige Muskelpaare ausschließlich diesem Zwecke dienen, während die übrigen zweifache funktionelle Bedeutung haben. Es kommen beim ♂ von *Lestes sponsa* zur Bewegung des Kopulationsapparates neun Muskelpaare in Betracht. — Von diesen hat der größte Teil seine Insertionsstelle im zweiten Segmente.

Die Frage nach der Natur der Muskel ist hier unberührt geblieben. Bei *Lestes sponsa* handelt es sich um folgende Muskelpaare, welche bei der Bewegung des Kopulationsapparates größere oder geringere Bedeutung haben.

1. Der ventrale intersegmentale Längsmuskel inseriert am oralen Ende des vorderen Zapfens und läuft durch das erste Segment in die Hinterbrust hinein (Fig. 16 und 16a, M<sub>1</sub>). Der Muskel bewirkt die ventrale Krümmung des ersten Segments gegen die Hinterbrust.

2. Ein zweiter dorsaler, intersegmentaler Längsmuskel inseriert an der oralen Querleiste der Rückenplatte des zweiten Segments und endigt in der Mitte der Rückenplatte des ersten Segments. Der Muskel bewirkt die dorsale Krümmung des ersten und zweiten Segments, er ist ziemlich stark und breit (Fig. 16 und 16a, M<sub>2</sub>).

3. Der vordere segmentale Dorsoventralmuskel inseriert an den lateralen Enden der V-förmigen Zapfenleiste und verläuft nur sehr kurz dorsalwärts (Fig. 16 und 17, M<sub>3</sub>). Der

Muskel bewirkt, wie schon Calvert (1893) festgestellt, durch seine Kontraktion die Atembewegung.

4. Der mittlere segmentale Dorsoventralmuskel inseriert am Basalstück des äußern Pleuralschildes und verläuft direkt zur Rückenplatte (Fig. 15 und 16, M<sub>4</sub>). Der Muskel bewirkt die nach außen seitwärts gerichtete Bewegung der Pleuralschilder, was bei der Kopulation eine wichtige Rolle spielt.

5. Der hintere segmentale Dorsoventralmuskel, der etwa parallel mit dem Muskel drei und vier verläuft, inseriert lateral in der Gegend der Häkchen, läuft dorsoralwärts und endigt an der Seitenwand der Rückenplatte (Fig. 10 und 16, M<sub>5</sub>). Durch seine Kontraktion bewirkt er nach der Kopulation die Zurückführung des Gliedes in die sternale Mulde.

6. Der segmentale Längsmuskel inseriert am Vorderrahmen und endigt am kaudalen Ende des Hinterrahmens, dort, wo der Hinterrahmen mit dem vorderen Spangenpaar der dritten Bauchplatte gelenkig verbunden ist (Fig. 10 und 14, M<sub>6</sub>). Der Muskel bewirkt durch seine Kontraktion die Knickung des Vorder- und Hinterrahmens gegeneinander.

7. Ein intersegmentaler Längsmuskel inseriert lateral an der oralen Querleiste der dritten Rückenplatte (Fig. 12, 14 und 16, M<sub>7</sub>). Durch seine Kontraktion bewirkt er die ventrale Krümmung des zweiten gegen das dritte Segment.

8. Ein dritter dorsaler, intersegmentaler Längsmuskel inseriert an der oralen Querleiste der dritten Rückenplatte und endigt an der dorsalen Seite der Rückenplatte des zweiten Segments (Fig. 14 und 16, M<sub>8</sub>). Der Muskel 8 ist homolog dem Muskel 2 und Antagonist von Muskel 7. Er bewirkt die dorsale Krümmung des dritten Segments gegen das zweite.

9. Der laterale, intersegmentale Längsmuskel inseriert lateral an der Seitenwand der zweiten Rückenplatte von Muskel 3 (Fig. 16 und 17, M<sub>9</sub>) und endigt an der Seitenwand der ersten Rückenplatte. Der Muskel 9 ist als homolog dem Muskel 7 und als Antagonist von Muskel 2 zu betrachten. Seine Kontraktion bewirkt die ventrale Krümmung des zweiten Segments gegen das erste.

## FUNKTION DES KOPULATIONS- APPARATES.

Gelegentlich des Aufenthaltes in der Biologischen Station Lunz am See war die Möglichkeit geboten, Vermutungen bezüglich der Funktion durch Beobachtung in der Natur so weit als möglich zu bestätigen. Im folgenden sollen Funktion des Kopulationsapparates und seiner Teile, fußend auf den oben dargelegten anatomischen und topographischen Befunden, besprochen werden.

Bekanntlich befindet sich die Geschlechtsöffnung am neunten Abdominalsegmente und steht mit dem Kopulationsapparat in keiner direkten Verbindung. Zwischen Penis und Samenkapsel besteht auch kein direkter Zusammenhang, es sind zwei völlig gesonderte Gebilde. Der ganze Kopulationsapparat im zweiten und dritten Segment fungiert demnach nur als Spermaüberträger. Der Weg, den die Spermatozoën nehmen, ist also äußerst kompliziert. Sie müssen zuerst vom neunten Segment in die Samenkapsel (drittes Segment) gelangen. Von hier übernimmt sie der Penis (zweites Segment) und erst dann gelangen sie in das weibliche Geschlechtsorgan. Mit der Füllung der Samenkapsel beginnt das ♂, wenn es ein ♀ ergriffen hat. Manche Autoren wollen beobachtet haben, daß die Füllung der Samenkapsel auch in Abwesenheit des ♀ vorgenommen werden kann (Schmidt 1916). Das kommt, wie der erwähnte Autor selbst mitteilt, sehr selten vor. Das ♂ ergreift das ♀ mit seinen am Abdominalende befindlichen zangenartigen Analanhängen am Prothorax, krümmt hierauf sein Abdomen ventralwärts nach vorne, ohne das ♀ frei zu lassen. Durch diese Krümmung wird die Mündung des am neunten Segmente befindlichen Genitalporus auf den an der Samenkapsel befindlichen Spalt (Fig. 2, 12 und 14, Kl) angelegt. Wahrscheinlich dringen die Spermatozoën durch den Druck des Muskels, der sich in der Gegend der Genitalöffnung befindet, in die Samenkapsel ein. Es ist klar, daß der Penis bei der Füllung, d. h. in der sternalen Mulde liegen muß, denn, wenn der Penis auf der ventralen Seite der Samenkapsel liegen würde, wie es Backhoff (1910) behauptet, wäre die Füllung der

Samenkapsel unmöglich. Erst nach Füllung der Samenkapsel kann die Kopulation stattfinden. Dazu ist eine Vorbereitung erforderlich. Es muß: 1. der Penis, welcher bis jetzt auf der dorsalen Seite der Samenkapsel lag, auf ihre ventrale Seite zu liegen kommen, d. h. sein distaler Teil, die Glans, muß aus der sternalen Mulde gezogen werden; 2. muß der Penis mit der Rinne der Glans zwecks Übertrittes der Spermatozoën in die Rinne dicht auf den Spalt der Samenkapsel gepreßt werden.

Erst nach dem dies alles vor sich gegangen, kann der Penis in das weibliche Geschlechtsorgan eingeführt werden.

Die Erektion des Penis erfolgt wahrscheinlich durch den Zufluß des Blutes in den Penisstiel, doch ist der Druck wohl nicht so stark, daß die dadurch verursachte Erektion den Penis aus der sternalen Mulde herausheben könnte. Dabei treten wohl auch einige im zweiten und dritten Segment befindliche Muskeln ins Spiel. Von den beschriebenen neun Muskelpaaren gehören drei Paare ausschließlich dem Kopulationsapparate an, während die übrigen Muskeln als Hilfsmuskeln dienen. Die Heraushebung des Penis geschieht vermutlich auf folgende Art: Es kontrahieren zuerst die zwei dorsalen intersegmentalen Muskelpaare 2 und 8, welche eine dorsale Krümmung zwischen dem ersten und zweiten, zweiten und dritten Segment bewirken. Nach der Kontraktion dieser Muskel bewegt sich die Samenkapsel, welche bis jetzt über die zweite Bauchplatte, bzw. über den distalen Teil des Penis ragte, ein wenig abwärts. Diese ventralwärts gerichtete Bewegung der Samenkapsel macht dem bis jetzt in der sternalen Mulde liegenden Penis den Weg frei. Die tatsächliche Heraushebung des Penis bewirkt das vierte Muskelpaar. Kontrahiert dieses Muskelpaar, das jederseits an einem Basalstück der Pleuralschilder inseriert, so weichen die Schilder lateralwärts auseinander. Wie oben dargelegt, ist jederseits ein inneres Pleuralschild vorhanden, die beiden schräg nach innen in die Penistasche verlaufen (Fig. 5 und 15, Ipls). Werden nun die äußeren Pleuralschilder durch Muskel 4 auseinander gezogen, so müssen sich die inneren Schilder mit ihren distalen Enden einander nähern. Wie aus

dem ersichtlich ist, liegt der Penisstiel zwischen den beiden inneren Schildern, welche mit ihren oberen Rändern über seine dorsale Seite reichen (Fig. 5 und 15, Ipls). So wird der Penis von den inneren Schildern herausgehoben.

Damit der Penis auf die ventrale Seite der Samenkapsel mit der Rinne dicht angelegt wird, so daß die Spermatozoën in diese gelangen können, kontrahiert das Muskelpaar 6 und bewirkt die Knickung beider Rahmen an der Stelle, wo sie durch ein Gelenk verbunden sind. Gleichzeitig gibt der Muskel nach, so daß die stark abgehobene Samenkapsel durch Kontraktion des Muskels 7 in ihre normale Lage kommt. Gegenüber der normalen Lage besteht aber der Unterschied, daß der Penis jetzt aus der sternalen Mulde herausgehoben ist und ventral von der Samenkapsel liegt und die Öffnung der Samenkapsel dicht an die Rinne des Penis gepreßt wird. Von der Samenkapsel werden wahrscheinlich die Spermatozoën auf den Penis übertragen, was wohl auf folgende Weise geschehen mag. Wie schon früher beschrieben wurde, findet sich eine Verbindung der Samenkapsel mit der Körperhöhle vor (Fig. 3 und 13, Vk). Im Innern der Samenkapsel befindet sich ein Samensack (Fig. 12 und 13, Ss), der vor der Kopulation mit Spermatozoën gefüllt wird. Durch Zufluß des Blutes aus der Körperhöhle wird er wahrscheinlich zusammengedrückt und es werden die darin befindlichen Spermien durch den Spalt in die Rinne der Glans gelangen.

Erst jetzt findet die Einführung des Penis in das weibliche Geschlechtsorgan statt. Der Prozeß dauert bei manchen Arten sehr kurz (*Libellulidae*), bei anderen wieder längere Zeit (*Agrionidae* und *Lestidae*, Ulrich Gerhard 1924).

Nach vollendeter Kopulation muß der Kopulationsapparat wieder in seine normale Lage kommen. Bis jetzt kontrahierten sich die Muskelpaare 2, 8, 4, 6 und 7. Die Kontraktion des Muskels 2 dauert während der ganzen Zeit der Kopulation, worauf der Penis wieder in seine normale Lage kommt. Die Kontraktion des Muskels 8 ist wechselnd, weil er gleich nach der Heraushebung des Penis nachgibt.

Die Zurücklagerung des Penis erfolgt umgekehrt wie die Heraushebung, nur mit dem Unterschied, daß sich beim Zurückführen noch ein Muskelpaar kontrahiert, welches bis jetzt außer Tätigkeit war; es ist dies der Muskel 5 (Fig. 16, M<sup>5</sup>). Vor allem muß die Samenkapsel abwärts ausweichen. Dies wird durch die Kontraktion des Muskels 8 besorgt. Nach dieser Kontraktion gibt der Muskel nach, der Antagonist-Muskel 5 kontrahiert sich und bringt die beiden Rahmen in ihre ursprüngliche Lage zurück. Damit wird auch der Penis wieder in die sternale Mulde zurückgelegt. Zum Schluß kontrahiert sich Muskel 7 und bringt die Samenkapsel in ihre normale Lage, d. h. auf die ventrale Seite des Penis.

#### P A A R U N G U N D E I A B L A G E.

Das ♀, daß sich im Grase versteckt aufhält, zeigt eine mehr oder minder große Anpassung an die Umgebung, die sich als Schutzfärbung ansprechen läßt. Das ♂ schreitet sofort nach Auffindung des ♀ zur Kopulation ohne vorhergehende Liebesspiele. Sie findet an einem Grashalme statt (sitzend), dauert 30—40 Minuten und erfolgt in diesem Zeitraume 3- bis 4 mal. Die Eiablage erfolgt gleich darauf, wobei das ♀ vom ♂ begleitet wird. Die Eier werden in Wasserpflanzen (*Carex*) ungefähr 30—35 cm unter dem Wasserspiegel eingebohrt, was beiläufig 20 Minuten Zeit in Anspruch nimmt; ein Vorgang, auf den *Wesenberg-Lund* bereits hingewiesen hat. Nach der Eiablage kann die Begattung wieder stattfinden, was ich gleichfalls beobachten konnte.

Zum Schlusse sei Herrn Prof. Dr. *Otto Storch* für die Anregung zu dieser Arbeit, wie auch meinem unvergeßlichen Lehrer, Herrn Hofrat Prof. Dr. *Hatschek*, für die gütige Überlassung des Arbeitsplatzes im II. Zoologischen Institut der Wiener Universität mein innigster Dank ausgesprochen.

### Figurenerklärung.

Fig. 1. Schematischer Querschnitt durch ein Segment.

- a) Bp = Bauchplatte.  
Rp = Rückenplatte.  
Pfl = Pleuralfalte.

b) Schematischer Längsschnitt durch zwei Segmente.

- Qul = Querleiste.  
Ih = Intersegmentalhäutchen.

Fig. 2. Samenkapsel in toto.

- Kl = Öffnung der Samenkapsel oder Kanal.  
Hr = Hinterrahmen.  
Vt = Vorderteil der Samenkapsel.  
Ht = Hinterteil der Samenkapsel.

Fig. 3. Kopulationsapparat und die drei ersten Segmente in toto.

- Stm = Sternale Mulde.  
Hr = Hinterrahmen.  
Sgr = Segmentgrenze.  
Üb = Übergangsstelle der Penistasche in die sternale Mulde.  
Gk = Gelenkige Verbindung zwischen Vorder- und Hinterrahmen.  
Pf = Penisfuß.  
Dr = Drehachse.  
Pt = Penistasche.  
Bl = Blindschluß des vorderen Zapfens.  
Ik = Längskiel des Penis.  
Pkr = Peniskrümmung.  
Vz = Vorderer Zapfen.  
Vr = Vorderrahmen.  
Vlst = V-förmige Leiste der Penistasche.  
Pls = Pleuralschild.  
Ck = Kaudalwärtige Krümmung des Vorderrahmens.  
Pst = Penisstiel.  
Hk = Häkchen.  
Glk = Gelenk, wo der Penisstiel mit der Glans verbunden ist.  
Gl = Glans.  
Sk = Samenkapsel.  
Vk = Verbindungskapsel mit der Körperhöhle.  
Nt = Naht zwischen dem Basalstücke des äußeren Pleuralschildes.

Fig. 3a. Querschnitt durch das erste Segment.

M<sub>2</sub> = Zweites Muskelpaar.

M<sub>9</sub> = Neuntes Muskelpaar.

Bl = Blindschluß des vorderen Zapfens.

Bp = Bauchplatte.

Fig. 4. Pleuralschild und Teil der Rückenplatte in toto.

Pls = Pleuralschild.

Vsch = Verschmelzungsstelle.

Bst = Basalstück.

Nt = Naht.

St = Stigma.

Z = Zapfenleiste.

Fig. 4a. Zweiter Segment in toto.

Hr = Hinterrahmen.

Glk = Gelenk zwischen Vorder- und Hinterrahmen.

Ipls = Inneres Pleuralschild.

Pls = Pleuralschild.

Zl = Zapfenleiste.

Ck = Kaudalwärtige Krümmung des Vorderrahmens.

Qul = Querleiste.

Fig. 5. Querschnitt durch das zweite Segment in der Region der Pleuralschilder.

D = Darm.

Pf = Penisfuß.

Ipls = Inneres Pleuralschild.

Cht = Chitinierte Seite des Penis.

Wcht = Weich chitinierte Seite des Penis.

Fig. 6. Querschnitt durch das zweite Segment in der Region der Drehachse.

Dr = Drehachse.

Vr = Vorderrahmen.

M<sub>4</sub> = Viertes Muskelpaar.

Lu = Penislumen.

Lk = Längskiel des Penis.

Fl = Falte.

Vlst = V-förmige Leiste der Penistasche.

Fig. 7. Auspräparierte V-förmige Zapfenleiste der Penistasche.

Cht = Weiches Chitin, welches in die Penistasche übergeht.

Bt = Bürstchen.

Se = Schenkelende der V-förmigen Zapfenleiste.

Fig. 8. Auspräparierter Penisfuß und ein Stück des Penisteiles.

Dr = Drehachse.

Pf = Penisfuß.

Sp = Spangenpaar des Penisfußes.

Vw = Verwachsungsstelle des Penisfußes.

Cht = Weiches Chitin.

Fig. 9. Glansende.

Warz = Warzenförmige Zähnchen.

R = Penisrinne.

La = Lappen.

Ah = Anhänge.

Fig. 9a. Auspräparierte Glans.

Ah = Anhänge.

Wü = Wülste.

La = Lappen.

Mv = Muldenförmige Vertiefung.

Glk. = Gelenk zwischen dem Penisstiel und der Glans.

Fig. 10. Querschnitt durch das zweite Segment in der Region der Häkchen.

D = Darm.

Üb = Übergangsstelle der Penistasche in die sternale Mulde.

M<sub>5</sub> = Fünftes Muskelpaar.

M<sub>6</sub> = Sechstes Muskelpaar.

Wcht = Weichchitinisierte Seite des Penis.

Cht = Chitinisierte Seite des Penis.

Lu = Penislumen.

Hk = Häkchen.

Fig. 11. Auspräparierte Samenkapsel samt beiden Spangenpaaren und dem Hinterrahmen.

Sk = Samenkapsel.

Sp = Spangenpaare, um welche sich die Samenkapsel dreht.

Glk = Gelenk, durch welches der Hinterrahmen mit dem vorderen Spangenpaar der Samenkapsel verbunden ist.

Hr = Hinterrahmen.

Mp = Mittelplatte.

Hk = Häkchen.

Fig. 12. Querschnitt durch das Ende des zweiten Segments und durch den vorderen Teil der Samenkapsel.

M<sub>6,7 u. 8</sub> = Sechstes, siebentes und achttes Muskelpaar.

D = Darm.

Cht = Stark chitinisierte Seite der Samenkapsel.  
 Ss = Samenkapsel.  
 Kl = Mündung der Samenkapsel (Spalt).

Fig. 13. Querschnitt durch die Segmentgrenze zwischen dem zweiten und dritten Segment und durch die Samenkapsel.

D = Darm.  
 G = Ganglion.  
 Vk = Verbindungskanal, welcher die Samenkapsel mit dem Körperinnern verbindet.  
 Ss = Samenkapsel.

Fig. 14. Querschnitt durch das zweite Segment in der Region der sternalen Mulde und durch die Glans.

M<sub>6,7</sub> u. 8 = Sechstes, siebentes und achttes Muskelpaar.  
 Gl = Glans.  
 R = Penisrinne.  
 Wü = Wülste der Glans.  
 Ss = Samenkapsel.  
 Kl = Spalt der Mündung der Samenkapsel.

Fig. 15. Querschnitt durch das zweite Segment in der Gegend der Pleuralschild.

D = Darm.  
 M<sub>4</sub> = Viertes Muskelpaar.  
 Ipls = Innere Pleuralschilder.  
 Pls = Äussere Pleuralschilder.  
 Lk = Längskiel.

Fig. 16. Totopräparat der ersten drei Segmente.

M<sub>1,2,3,4,5,6,7,8</sub> u. 9 = Neun Muskelpaare  
 St = Stigma.  
 Pls = Äusseren Pleuralschilder.  
 Qul = Querleiste.  
 Vr = Vorderrahmen.

Fig. 16a. Querschnitt durch das erste Segment.

Bp = Bauchplatte.  
 Rp = Rückenplatte.  
 M<sub>1,2</sub> u. 9 = Erstes, zweites und neuntes Muskelpaar.  
 Nstg = Nervenstrang.  
 Pfl = Pleuralfalte.

Fig. 17. Querschnitt durch das zweite Segment in der Gegend der Peniskrümmung.

D = Darm.  
 Pkr = Peniskrümmung.  
 M<sub>3</sub> u. 9 = Drittes und neuntes Muskelpaar.

Lk	=	Längskiel des Penisstieles.
Flt	=	Falte.
Pt	=	Penistasche.

### Literaturverzeichnis.

- Es sind hier nur diejenigen Arbeiten angeführt, die in vorstehender Arbeit zitiert sind oder unmittelbar Verwendung fanden.
- Backhoff, Die Entwicklung des Kopulationsapparates von Agrion, Ztsch. für wissensch. Zool. Bd. 95. 1910.
- Ballowitz, Spermiogenese bei Libellen. Biolog. Bl. 36, p. 209—16.
- Gerhard Ulrich, Versuch einer vergleichenden Analyse des männlichen Geschlechtstriebes der Tiere. 1914.
- Gooddard, On the second abdominal segment in a few Libellulidae, Proc. Americ. Phil. Soc. 1896. XXXV, p. 295—212.
- Graber, Insekten. 1877.
- Handlirsch, Systematische Übersicht der Insekten. In Schröders Handbuch der Entomologie.
- Hornberger, Die Copula bei Aeschna cyanea. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1917/19.
- Ingenitzky, Zur Kenntnis der Begattung der Libellen. Zoolog. Anzeiger. 16. Jg., p. 405—407.
- Rathke, De libellularum partibus genitalibus. 1832.
- Reaumur, Mémoires pour servir l'histoire naturelle des insectes.
- Retzius, Biologische Untersuchungen. Neue Folge. 1909.
- Ris, Kopulationsmarken bei Libellen. Deutsche Ent. Nat. Bibl. 1916.
- E. Schmidt, Vergl. Morpholog. d. 2. u. 3. Segmentes der männl. Libellen. Zoolog. Jahrb. Jena 1916, Bd. 39. p. 87—200. Anatomie.
- v. Siebold, Begattung der Libellen. Troschels Arch. f. Naturgesch. 1838.
- Tümpel, Geradflügler Mitteleuropas. 1908.
- Tillyard, The Biology of Dragonflies. 1917.
- Wesenberg-Lund, Paarung und Eiablage der Süßwasserinsekten. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie u. Hydrographie. 1913.
- Weele, Entwicklung der Gonapophysen der Odonaten. Tijdschr. Ent. 1916. XLIX.



# Topographie und Funktion des Kopulationsapparates von *Lestes sponsa* Hansem. (Odonata).

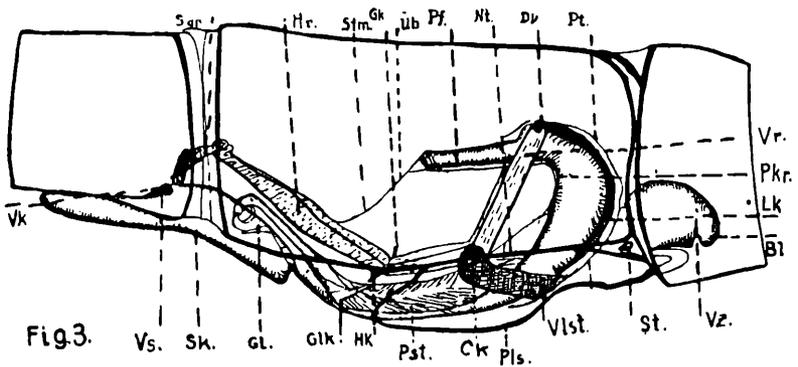
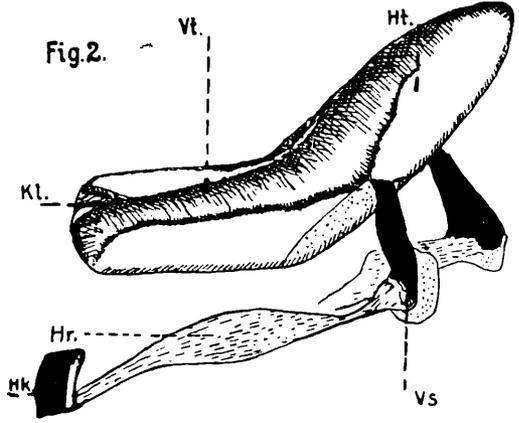
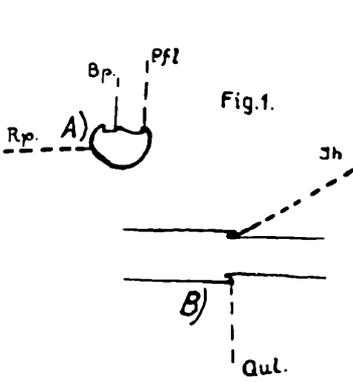
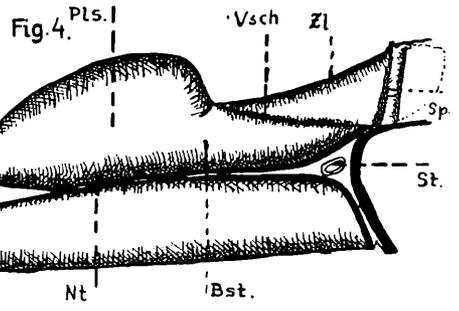
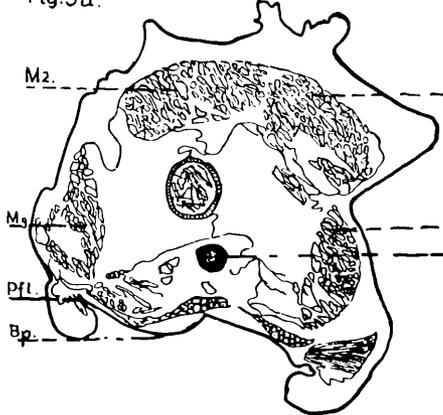


Fig. 3a.





# Topographie und Funktion des Kopulationsapparates von *Lestes sponsa* Hansem. (Odonata).

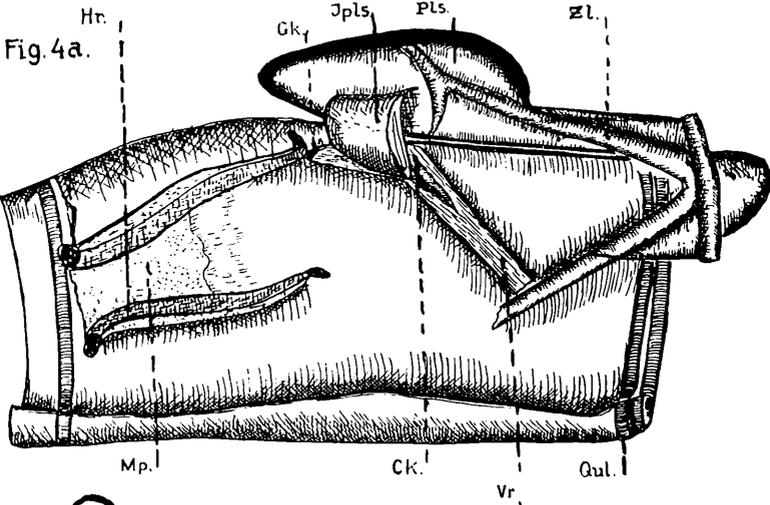


Fig. 5.

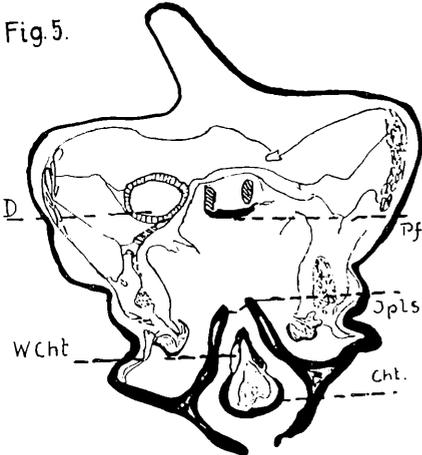


Fig. 6.

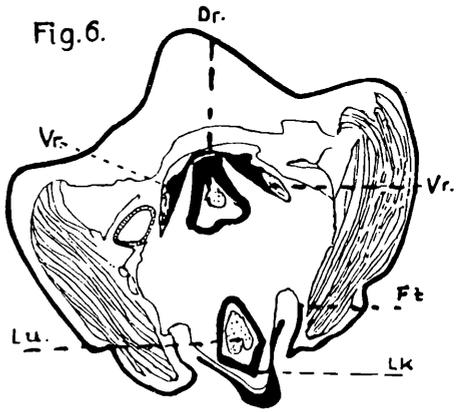


Fig. 6a.

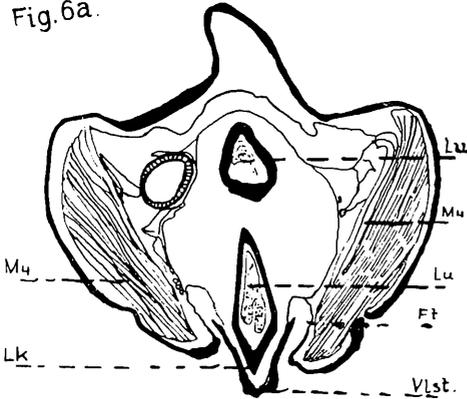


Fig. 7.

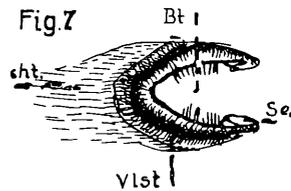
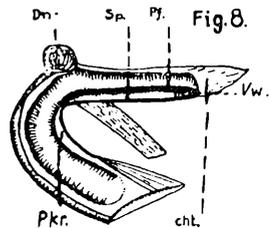
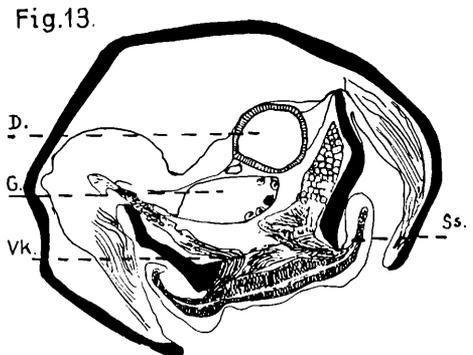
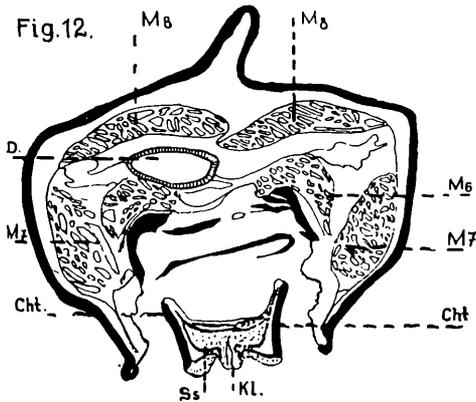
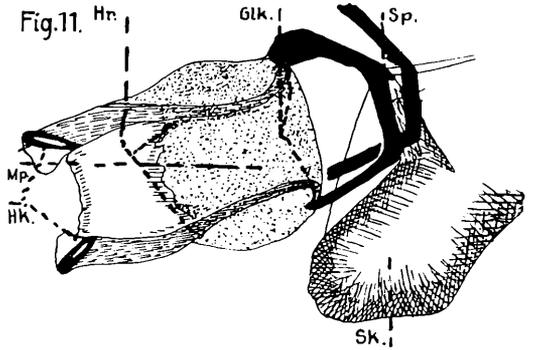
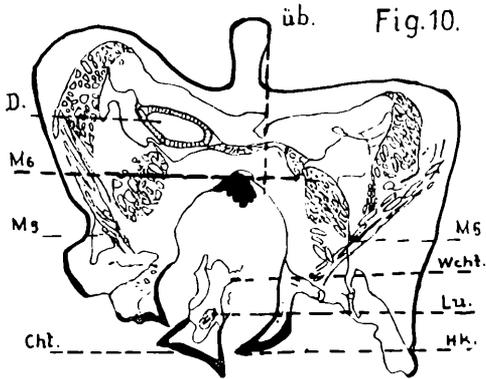
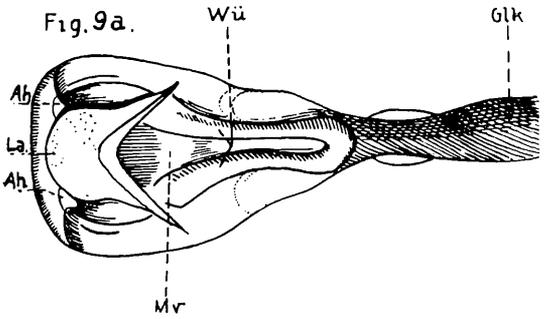
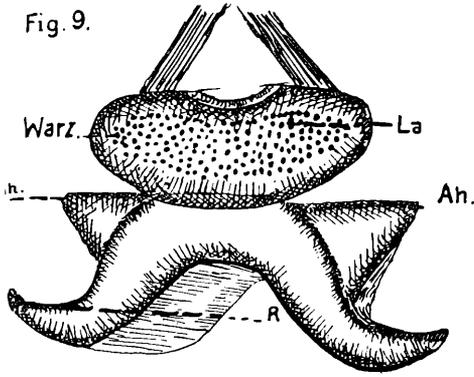


Fig. 8.





# Topographie und Funktion des Kopulationsapparates von *Lestes sponsa* Hansem. (Odonata).





# Topographie und Funktion des Kapulationsapparates von *Lestes sponsa* Hansem. (Odonata).

Fig. 14.

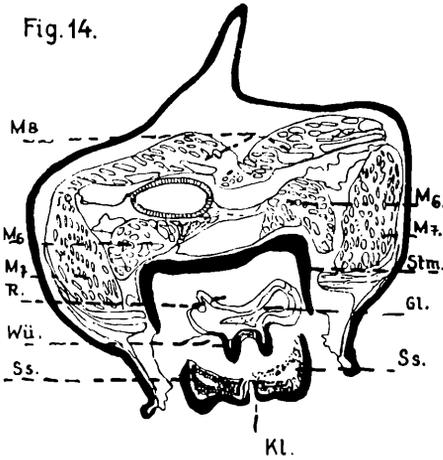


Fig. 15.

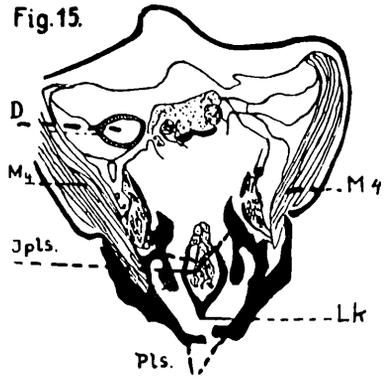


Fig. 16.

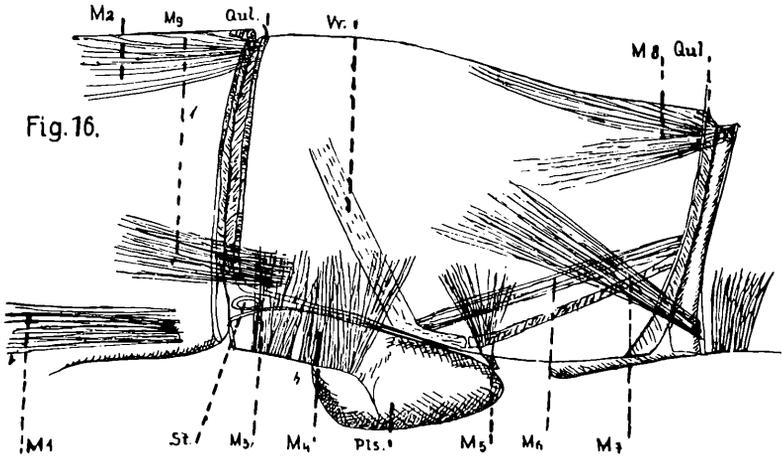


Fig. 16a.

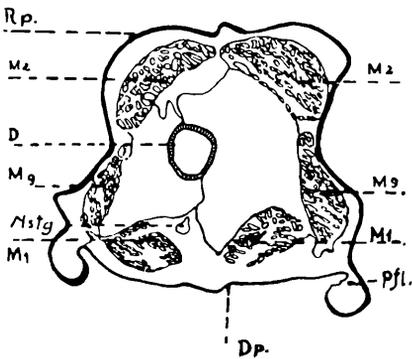
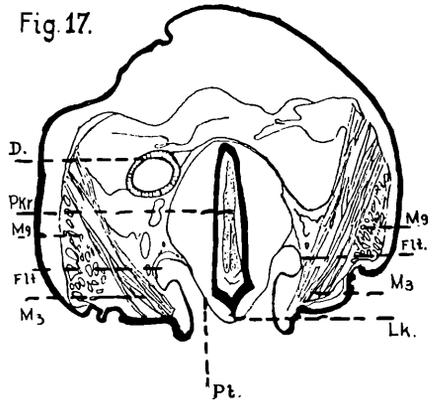


Fig. 17.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. Fortgesetzt: Mitt.der ArbGem. für Naturwissenschaften Sibiu-Hermannstadt.](#)

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: [78\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Pauliuk I.

Artikel/Article: [Topographie und Funktion des Kopulationsapparates von Lestes sponsa Hanseni. \(Odonata\). 41-62](#)