

Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin
Deutsches Entomologisches Institut
Eberswalde

REINHARD GAEDIKE

Zur Anatomie des männlichen Kopulationsapparates bei *Epermenia illigerella* (HÜBNER)

(Lepidoptera: Epermeniidae)

Mit 10 Textfiguren

Vorbemerkungen

Über das Thema der funktionellen Anatomie des männlichen Kopulationsapparates bei Schmetterlingen liegen schon einige Arbeiten vor. Von HANNEMANN wurden 1954 *Argynnis paphia*, 1957 *Micropteryx calthella* untersucht; SAUTER (1956) befaßte sich mit *Solenobia*-Arten. Aus der großen Gruppe der niederen Ditrysia gibt es noch keinen Beitrag. Im Rahmen meiner Promotionsarbeit wurde deshalb der männliche Kopulationsapparat von *Epermenia illigerella* funktionell-anatomisch untersucht.

Material und Methodik

Zum Untersuchungsobjekt wurde *Epermenia illigerella* gewählt. Sie kann als ein typischer Vertreter der Epermeniidae gelten und ist außerdem leicht in genügender Anzahl zu beschaffen, da die Raupen fast an allen *Aegopodium*-Beständen zu finden sind. Die Fixierung der frisch geschlüpften Falter erfolgte in toto in einem Gemisch von 60 ccm 96%igem Alkohol, 40 ccm 30%igem Formol und 2 ccm Eisessig. Zwecks Präparation sind die Abdomina zur Hälfte in Paraffin eingeschmolzen und unter Wasser mit feinen Skalpell (Augenskalpell nach ZIEGLER) und zugespitzten Nadeln seziiert worden. Um die Muskulatur deutlich zu erkennen, wurde das Objekt mit einer wäßrigen Lösung von Methylenblau gefärbt. Durch Zugabe von 70%igem Alkohol wurde die spätere zu starke Anfärbung wieder rückgängig gemacht. Die Zeichnungen entstanden mittels Stereomikroskop SM XX und Gitternetz.

Um möglichst alle vorhandenen Muskeln zu erfassen, wurde die Präparation durch Abtragen einzelner Teile des Kopulationsapparates einmal von der Seite her, zum anderen von oben sowie von unten her vorgenommen. Die wichtigsten Präparationsschritte sind auf den Figuren 1–9 dargestellt.

Die nachgewiesenen Muskeln und deren Funktion

Der Kopulationsapparat ist ein teilweise stark sklerotisiertes Gebilde, welches hinter dem 8. Abdominalsegment liegt. Es ist mit diesem durch einige Muskeln verbunden und ragt in der Ruhelage etwa zu $\frac{3}{4}$ aus dem Abdomen heraus (Fig. 1). Mit dem 8. Tergit ist das Genital durch den

m. tergo-tegminalis (A)

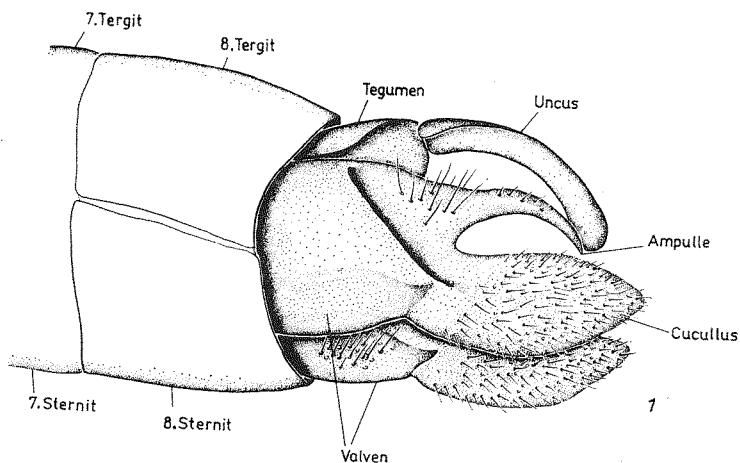


Fig. 1. Abdomenende, Lateralansicht, natürliche Lage des Genitalapparates

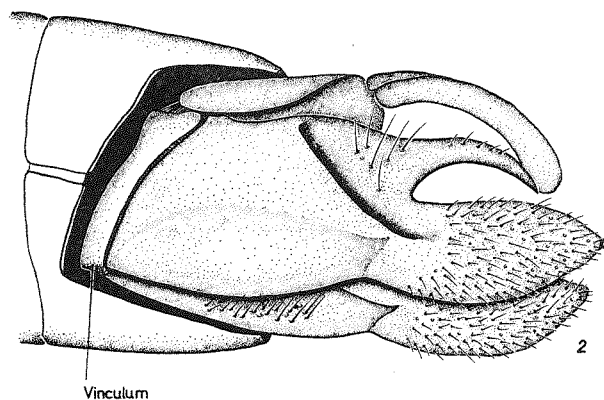


Fig. 2. Gesamtansicht des Genitalapparates nach Heraustrennen eines Teils des 8. Abdominalsegmentes

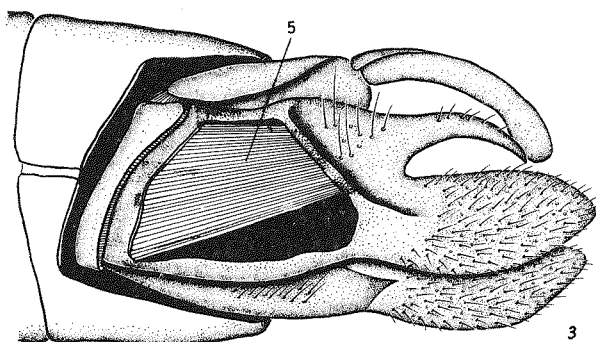


Fig. 3. Einblick in die Valve. 5 — m. valvo-ampullaris

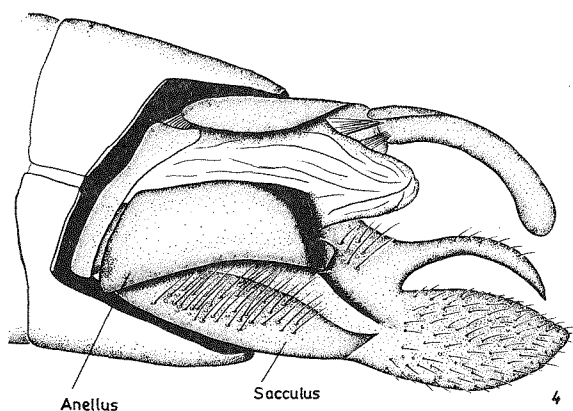


Fig. 4. Blick auf den Anellus nach Entfernen der einen Valve

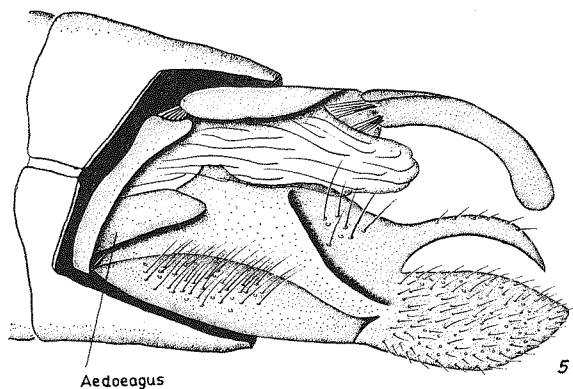


Fig. 5. Blick auf die Aedoeagusspitze nach Entfernen des Anellus

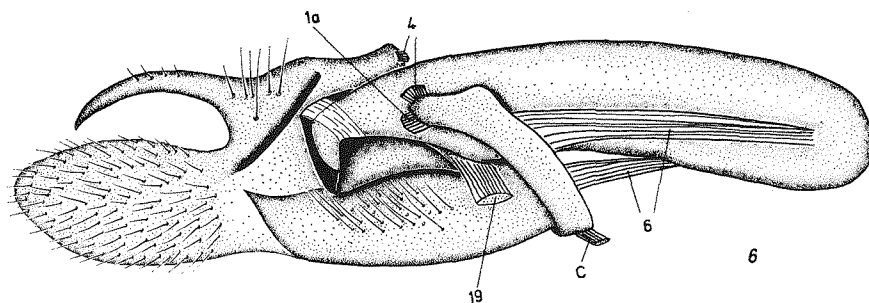


Fig. 6. Lateralansicht des Kopulationsapparates ohne Uncus, Tegumen und eine Valve. 1a — m. vinculo-teguminalis; 4 — m. vinculo-valvalis internus dorsalis; 6 — m. vinculo-aedoeagalis lateralis; 19 — m. anello-saccularis; C — m. sternovincularis

und den

m. tergo-valvalis (B)

verbunden. Die Verbindung zum 8. Sternit wird durch den

m. sterno-vincularis (C)

hergestellt. Diese drei Muskeln bewirken mit Unterstützung anderer Abdominalmuskeln und der Blutflüssigkeit das Heraustreten des Genitals aus dem Abdomen sowie sein Zurückziehen. Durch Kontraktion des m. sterno-vincularis wird bei gleichzeitiger Erschlaffung des m. tergo-tegminalis das Genital ausgestülpt. Das Zurückziehen in die Normallage wird durch Kontraktion des letztgenannten sowie durch Erschlaffung des ersteren Muskels erreicht.

Nach dem Heraustrennen eines Teils des 8. Segments ist der gesamte Kopulationsapparat sichtbar (Fig. 2). Den dorsalen Teil bildet das gewölbte Tegumen, an welches sich caudad der lange unpaare, nach unten gebogene Uncus anschließt. Am Basalrand des Tegumens setzt der erwähnte m. tergo-tegminalis an. An den Hinterkanten wird es mit dem lateral und ventral gelegenen, spannenförmigen Vinculum durch den

m. vinculo-tegminalis (1a)

verbunden. Der Uncus ist durch die beiden Stränge des

m. unco-tegminalis (1)

an das Tegumen angeschlossen. Diese Stränge bewirken bei Kontraktion ein Herabbiegen des Uncus, der damit bei der Umklammerung des weiblichen Abdomens hilft. Das Vinculum ist als zweiter Basalteil des gesamten Kopulationsapparates Ansatz und Ursprung einiger Muskeln. An der unteren Außenkante inserieren die beiden Stränge des vorgenannten m. sterno-vincularis. An der Innenseite der Seitenteile entspringen die beiden Stränge des

m. vinculo-aedoeagalis lateralis (6).

►
Fig. 7. Blick auf den Kopulationsapparat von ventral, Uncus, Tegumen und Aedoeagus entfernt. 4a — m. vinculo-valvalis; 19 — m. anello-saccularis; C — m. sterno-vincularis

Fig. 8. Blick auf den Kopulationsapparat von dorsolateral, Aedoeagus und Anellus sowie eine Valve entfernt. 1 — m. unco-tegminalis; 1a — m. vinculo-tegminalis; 4a — m. vinculo-valvalis internus-dorsalis; 6 — m. vinculo-aedoeagalis lateralis; 7 — m. vinculo-aedoeagalis ventralis; A — m. tergo-tegminalis; B — m. tergo-valvalis; C — m. sterno-vincularis

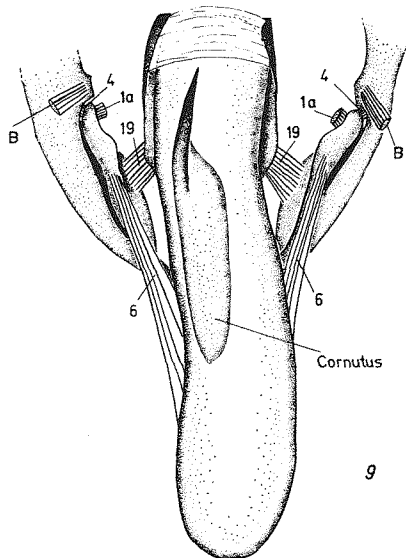
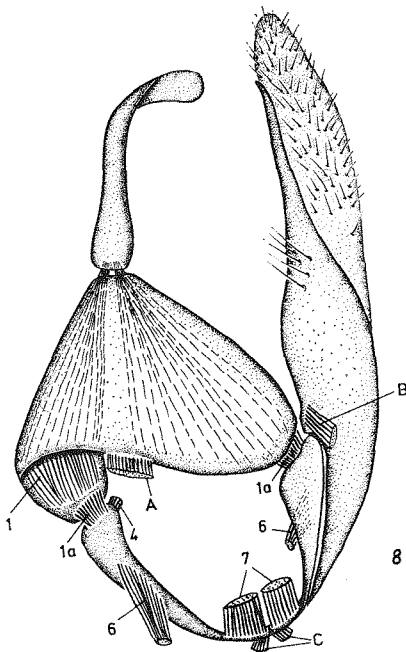
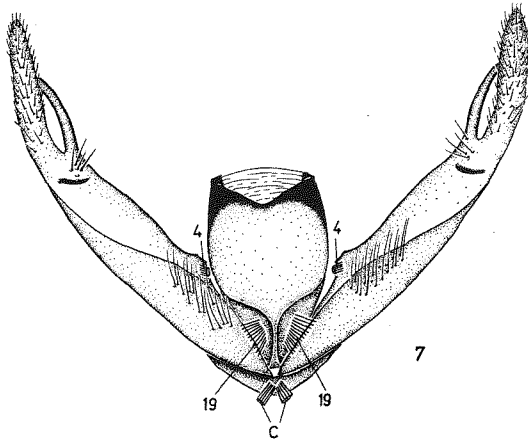
Fig. 9. Blick auf den Kopulationsapparat von dorsal, Uncus und Tegumen entfernt. Valven nicht voll ausgezeichnet. 1a — m. vinculo-tegminalis; 4a — m. vinculo-valvalis internus-dorsalis; 19 — m. anello-saccularis; B — m. tergo-valvalis; C — m. vinculo-aedoeagalis

Sie sind die Protraktoren des Aedoeagus. Die Antagonisten stellen die beiden Stränge des

m. vinculo-aedoeagalis ventralis (7)

dar, die als Retraktoren des Aedoeagus fungieren (Fig. 8).

An den caudalen Kanten des Vinculum setzen die paarigen großen Valven an, die als Klammerorgane bei der Begattung eine wesentliche Rolle spielen. Im



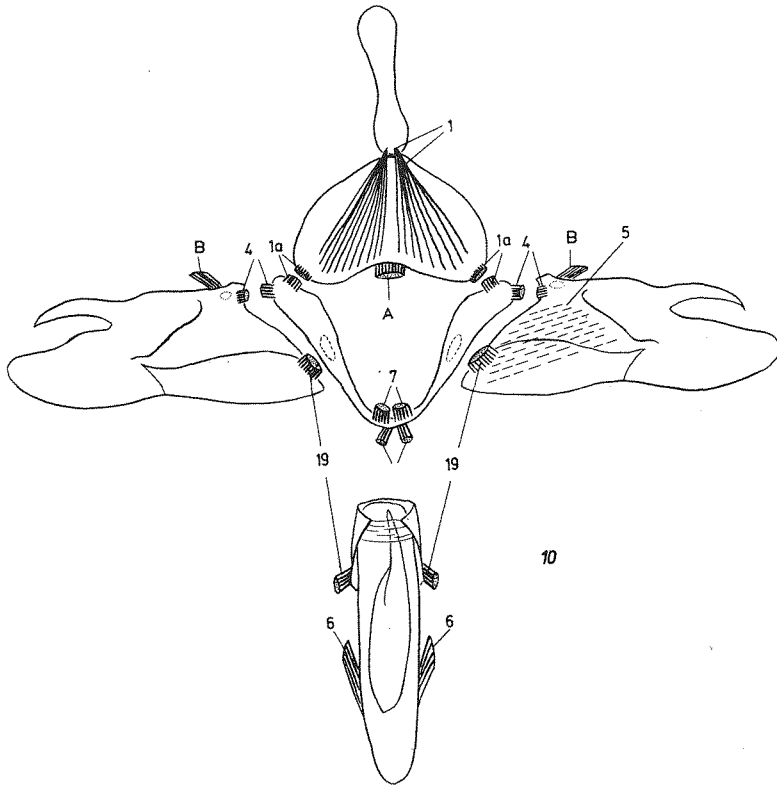


Fig. 10. Schema des Kopulationsapparates mit den Muskelansatzpunkten, Blick von ventral.

1 — m. unco-tegminalis; 1a — m. vinculo-tegminalis; 4a — m. vinculo-valvalis internus-dorsalis; 5 — m. valvo-ampullaris; 6 — m. vinculo-aedoeagalis lateralis; 7 — m. vinculo-aedoeagalis ventralis; 19 — m. anello-saccularis; A — m. tergo-tegminalis; B — m. tergo-valvalis; C — m. sterno-vincularis

Gegensatz zu den bei *Micropteryx* vorhandenen drei Muskeln, die die Valven mit dem Vinculum verbinden, konnte im vorliegenden Fall nur ein Muskel, der

m. vinculo-valvalis

(4)

nachgewiesen werden, der eventuell aus einer Verschmelzung des m. vinculo-valvalis internus-dorsalis mit dem m. vinculo-valvalis internus-ventralis entstanden ist. Ebenfalls denkbar wäre die Reduktion des m. vinculo-valvalis internus-lateralis. Neben dieser Verbindung sind die Valven durch eine Gelenkmembran mit dem Vinculum verbunden. Die Valven stellen flache Organe dar, welche eine gebogene sklerotisierte Ampulle und einen stark beborsteten Cucullus besitzen. Der auf der Innenseite liegende Saccus trägt eine Vielzahl von langen Borsten, die ebenfalls Haltefunktionen haben. Beim Auftrennen der

Valve wird ein flacher breiter Muskel sichtbar, der von der Valvenbasis bis zur stark sklerotisierten Ampullengrenze zieht (Fig. 3). Es ist der auch bei *Argynnis* von HANNEMANN (1954) nachgewiesene

m. valvo-ampullaris (5),

der als Flexor der Valve fungiert.

An der Transtilla der Valven inseriert der vorgenannte m. tergo-valvalis.

Zwischen den beiden Valven liegt der Anellus, der nach Entfernen der einen Valve (Fig. 4) oder bei Betrachtung von ventral (Fig. 7) sichtbar wird. Der Anellus ist schalenförmig und dient als Führung für den Aedoeagus.

Durch den

m. anello-saccularis (19)

wird er mit den Valven verbunden. Bei seiner Kontraktion werden die Valven zusammengeklappt. Vielleicht entspricht er dem von SAUTER (1956) bei *Solenobia* nachgewiesenen Muskel, der allerdings dort von der Valve zu einem Aedoeagusanhang verläuft. Nach dem Entfernen des Anellus wird die Spitze des Aedoeagus sichtbar (Fig. 5). Er ist durch die schon bei der Besprechung des Vinculum genannten Muskeln mit dem übrigen Kopulationsapparat verbunden. Er stellt ein langes, sklerotisiertes Rohr dar, in dem sich ein großer Cornutus befindet (Fig. 6, 9). Figur 10 zeigt in einer schematischen Darstellung alle nachgewiesenen Muskeln.

Bei der Kopulation werden die Weibchen von den Valven des Männchens umklammert, nachdem der gesamte Kopulationsapparat durch Kontraktion des m. sterno-vincularis aus dem Abdomen hervorgetreten ist. Eine gewisse Abstreizen der Valven wird durch Kontraktion des m. tergo-valvalis erreicht. Durch die Kontraktion des m. valvo-ampullaris und des m. anello-saccularis können die Valven zusammengeklappt werden. Sie halten dadurch das weibliche Abdomenende fest. Ein zusätzliches Festhalten ist durch den Uncus gewährleistet, der durch Kontraktion der beiden Stränge des m. unco-tegminalis nach unten gebogen ist.

Ergebnisse

Auf der Grundlage der Zusammenstellung der bisher bei Lepidopteren nachgewiesenen Muskeln, die HANNEMANN (1957) vorgenommen hat, werden in der folgenden Aufstellung die bei *illigerella* festgestellten Muskeln den bisher bekannten gegenübergestellt. Soweit eine Homologie feststellbar war, wurden die gleichen Zahlen für die entsprechenden Muskeln verwendet. Nicht gefundene Muskeln bei anderen Faltern wurden mit neuen Zahlen bezeichnet.

Wie die folgende Übersicht zeigt, konnte bei dieser Untersuchung nur eine relativ geringe Zahl von Muskeln nachgewiesen werden. Diese Tatsache bestätigt die Annahme von HANNEMANN (1957), daß bei im System höher stehenden Faltern eine adaptive Muskelreduzierung stattfindet. Die Vermutung, daß die Lage des Protraktors am Aedoeagus bei *Micropteryx* und *Solenobia* gegenüber der bei anderen Faltern ursprünglich ist, konnte durch die Untersuchung von *Epermenia illigerella* bestätigt werden.

Zusammenstellung der bisher bei Lepidopteren nachgewiesenen
Muskeln (nach HANNEMANN 1957) und der bei *Ep. illigerella* gefundenen

Bisher bekannte Muskeln	Bei <i>illigerella</i> vorhandene Muskeln
1 m. unco-tegminalis	1
1a	1a m. vinculo-tegminalis
2 m. tegmino-subanalis	
3 m. tegmino-valvalis	
4 m. vinculo-valvalis	
4a m. vinculo-valvalis	
internus-dorsalis	4
4b m. vinculo-valvalis	
internus-ventralis	
5 m. valvo-ampullaris	5
6 m. vinculo-aedoeagalis	6
7 m. sacco-aedoeagalis	
(bzw. vinculo-aedoeagalis)	7
8 m. valvo-juxtalıs	
9 m. aedoeagalis	
10 m. tegminalis transversus	
11 m. basivalvalis internus	
12 m. basivalvalis externus	
13 m. vinculo-valvalis	
externus	
14 m. supraanalis-transversus	
15 m. tegmino-rectalis	
16 m. vinculo-phallobasalis	
17 m. tegmino-tegminalis	
18 m. vinculo-subphallobasalis	
19	19 m. anello-saccularis

Zusammenfassung

Es wird die Muskulatur des männlichen Kopulationsapparates von *Epermenia illigerella* untersucht. Die Ergebnisse werden mit denen anderer Autoren verglichen. Gegenüber den primitiveren Gruppen der Schmetterlinge ist eine Reduktion der Anzahl der Muskeln festzustellen.

Summary

The muscles of the male copulatory apparatus of *Epermenia illigerella* were examined. The results were checked against those of other authors. A comparison with more primitive groups of butterflies shows a reduction in the number of the muscles.

Резюме

Исследуется мускулатура мужского полового аппарата у *Epermenia illigerella*. Результаты сравниваются с теми других авторов. В отличии от более примитивных групп чешуекрылых отмечается редукция числа мускул.

Literatur

- HANNEMANN, H. J. Zur funktionellen Anatomie des männlichen Kopulationsapparates von *Argynnis paphia* (L.). Zool. Anz. **152**, 226—274; 1954.
— Die männlichen Terminalia von *Micropteryx calthella* L. (Lep. Micropterygidae). Dtsch. ent. Ztschr., N.F. **4**, 209—222; 1957.
SAUTER, W. Morphologie und Systematik der schweizerischen *Solenobia*-Arten (Lep. Psychidae). Revue Suisse de Zoologie **63**, 451—459; 1956.