Zeitschrift: Contributions to Natural History : Scientific Papers from the Natural History Museum Bern

Herausgeber: Naturhistorisches Museum Bern

Band: - (2023)

Heft: 39

Artikel: Bildatlas der Rot- und Grünwidderchen des Alpenraums (Zygaenidae: Zygaeninae, Procridinae, Chalcosiinae)

Autor: Guenin, Raymond

Kapitel: Genitalmorphologie der Rot- und Grünwidderchen (Zygaeninae, Procridinae, Chalcosiinae)

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1046483

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Genitalmorphologie der Rot- und Grünwidderchen (Zygaeninae, Procridinae, Chalcosiinae)

Bau des männlichen und weiblichen Genitalapparates der Zygaenidae

Der männliche (Abb. 37) wie der weibliche Genitalapparat ist ein komplex aufgebautes Organ, welches aufgrund der unterschiedlichen Ausbildung Strukturen erkennen lässt, die als «äussere» bzw. «innere» Genitalstrukturen bezeichnet werden. Während die äusseren, stark sklerotisierten Genitalstrukturen durch Umbildungen der Kutikula der Abdominalsegmente VIII, IX und X entstanden sind, gehen die inneren Genitalstrukturen aus dem Ekto- und Mesoderm hervor. Es handelt sich dabei um röhrenförmige, häutige, durchscheinende Gebilde und drüsenartige Ausstülpungen, die noch ungenügend untersucht sind und deren Freilegung eine Herausforderung an die Präparationstechnik darstellt (Naumann & al. 1999; Tarmann 2004).

Wie bei den Procridinae sind auch bei den Zygaeninae die äusseren Teilstrukturen gut zugänglich, welche sich nach der Mazeration mit Kaliumhydroxidlösung gut voneinander trennen lassen. Bei den ♂♂ fallen dabei folgende Teile an (Abb. 38, 39): Der im Umriss helmartige Uncus-Tegumenkomplex, das spangenartige Vinculum, die beiden schalenartigen Valven sowie das röhrenförmige Gebilde, das in der älteren Literatur im deutschen Sprachraum als «Aedoeagus» und auf Englisch als «aedeagus» bezeichnet wird. Anstelle der beiden Begriffe wird heute zunehmend der Begriff «Phallus» verwendet. Dieser ist ± stark sklerotisiert und weist bei den Zygaeninae am proximalen Ende als Anhänge die dornenbesetzte Lamina dorsalis und Lamina ventralis auf. Im Innern befinden sich als häutige Ausbildungen der Ductus ejaculatorius und die Vesica seminalis, auf deren Oberfläche sich die Cornuti befinden (Abb. 44). Die ♂♂ der Procridinae weisen im Vergleich zu den Zygaeninae einfachere äussere Teilstrukturen auf; es handelt sich dabei um den Uncus-Tegumenkomplex mit den über den Saccus angehängten Valven sowie den Phallus, welcher ein oder mehrere Cornuti enthält (Abb. 41).

Da alle Zygaenidae der Gruppe der Ditrysia angehören, weisen die ♀♀ am Abdomenende zwei voneinander getrennte, funktionell vollständig unterschiedliche Genitalöffnungen auf, welche als Gonoporus und Ooporus bezeichnet werden. Während der im 8. Sternit lokalisierte Gonoporus bei der Kopulation zur Einführung des Phallus dient, erfolgt durch den Ooporus in der Nähe des Abdomenendes die Eiablage. Die äusseren weiblichen Genitalapparate der Zygaeninae und Procridinae sind recht ähnlich und weisen als gemeinsame Merkmale das Ostium bursae, den Ductus bursae sowie als häutige Teilstruk-

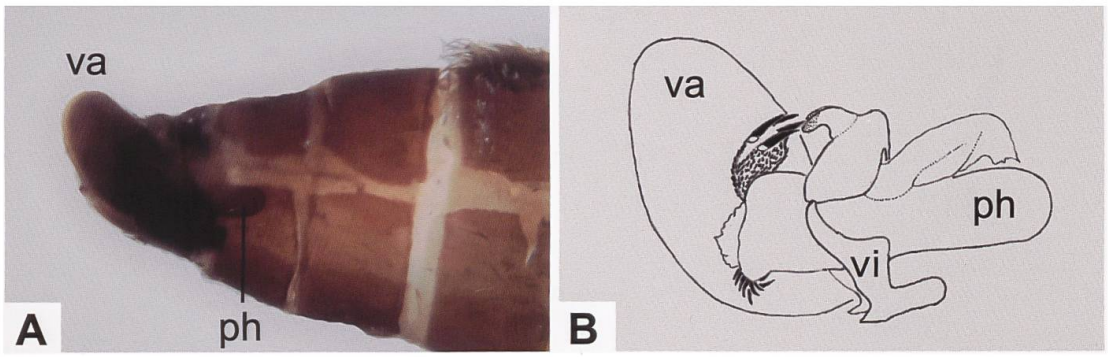

Abb. 38. Lateralansicht des Abdomenendes eines ♂ von *Zygaena romeo* (A: Aufnahme in Suspension) sowie Zeichnung des intakten Genitalapparates ohne linke Valve (B). In der Abb. A sind die linke Valve (va) sowie ein Teil des Phallus (ph) und das Vinculum (vi) erkennbar. (Zeichnung: R. Guenin, verändert aus Naumann & al. 1999).

tur den Corpus bursae auf (Abb. 43). Im Gegensatz zum männlichen Genitalapparat beansprucht der weibliche Genitalapparat wegen der Ausdehnung des Ductus bursae sowie des Corpus bursae mehr Platz, so dass zur Freilegung des intakten weiblichen Genitalapparates etwa die Hälfte des Abdomens abgetrennt werden sollte.

Die in den folgenden Abschnitten verwendeten Begriffe «männlicher Genitalapparat» und «weiblicher Genitalapparat» beziehen sich durchwegs auf die äusseren Genitalapparate.

Diagnostisch relevante Teilstrukturen des männlichen Genitalapparates der Procridinae

Bei den ♂♂ stellen die Gestalt der Valven, des Phallus sowie der Cornuti die diagnostisch wichtigsten Bestimmungsmerkmale dar. Der männliche Genitalapparat ohne Phallus wird der Einfachheit halber im Folgenden als «Uncus-Tegumenkomplex» bezeichnet, obwohl er aus dem Vinculum, den Valven, dem Tegumen sowie dem Uncus als wichtigste Teilstrukturen besteht (Abb. 39A). Insbesondere die Valven sowie die Cornuti weisen eine bemerkenswerte Formenvielfalt auf, die in einem ausgesprochen deutlichen Gegensatz zur Einförmigkeit des Habitus der Imagines steht. Um die Lage der Cornuti innerhalb des Phallus zu kennzeichnen, wird das ± halbkugelförmig abgerundete Ende des Phallus als «proximales» und das gegenüberliegende als «distales» Ende bezeichnet. Dementsprechend wird je nach Lage innerhalb des Phallus zwischen proximalen bzw. distalen Cornuti unterschieden (Abb. 39B, 40). Wird die Vesica seminalis ausgeblasen, ändert sich die Lage der Cornuti in Bezug auf das distale bzw. proximale Ende des Phallus. Der zuvor auf der zusammen-

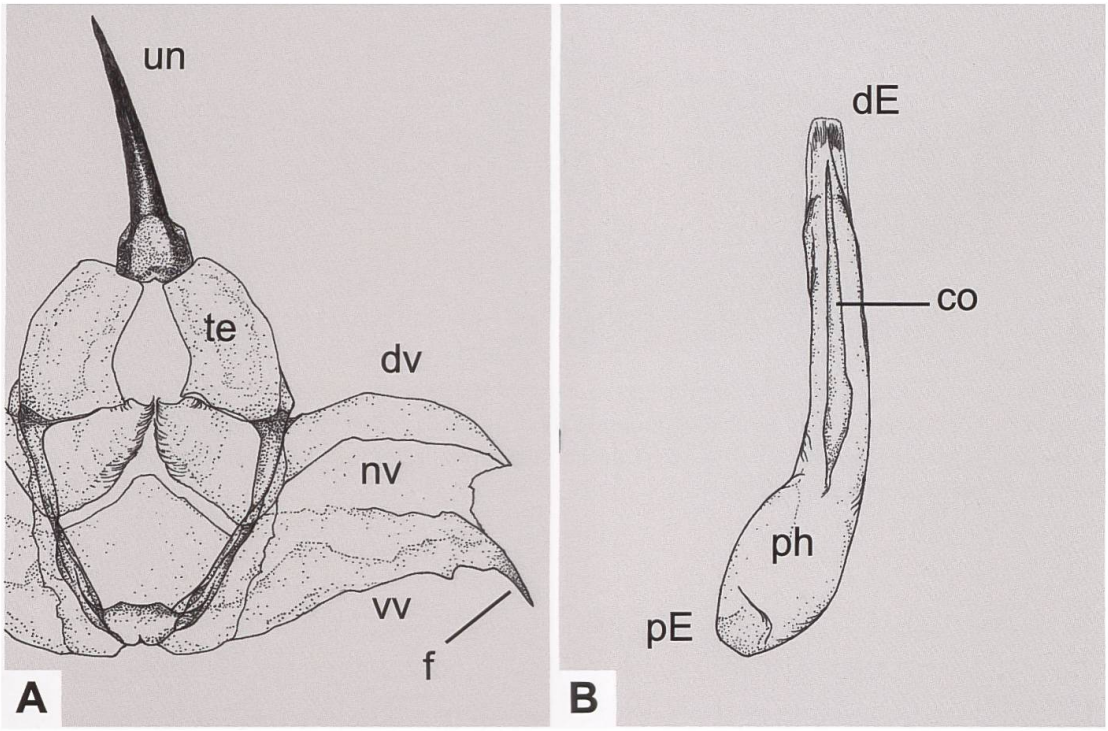

Abb. 39. Uncus-Tegumenkomplex (A) und Phallus (B) des männlichen Genitalapparates von *Adscita dujardini* (A, B: GP 053/1992; Schweiz, Hohtenn VS). un: Uncus; te: Tegumen; dv: distaler Valvenrand; vv: ventraler Valvenrand; nv: nicht sklerotisierter (± transparenter) Valvenbereich; f: Fortsatz. pE: proximales Ende des Phallus (ph); dE: distales Ende; co: Cornutus (Zeichnungen: W. Ettmüller).

gefalteten Vesica liegende, proximale Cornutus befindet sich nach der Ausstülpung nun näher am distalen Ende des Phallus (Abb. 40). Liegt wie z. B. bei *Adscita alpina* und *A. statices* ein kleinerer, distaler Cornutus vor, ändert dieser beim Ausblasen der Vesica seminalis seine Lage nur wenig. Wie die folgenden zusätzlichen Beispiele zeigen, können am ventralen Valvenrand auffallende Fortsätze ausgebildet sein. Des weiteren können auch zusätzlich bedeutend kleinere, zahn- oder dornartige Fortsätze vorliegen (Abb. 41).

Diagnostisch relevante Teilstrukturen des weiblichen Genitalapparates der Procridinae

Der weibliche Genitalapparat der Procridinae zeichnet sich ebenfalls durch eine ausserordentliche Formenvielfalt aus (Abb. 42). Er weist innerhalb verschiedener Abschnitte oftmals diagnostisch relevante Merkmale auf. In erster Linie betrifft dies die Ausbildung des Antrums (proximaler Abschnitt des Ductus bursae), der oftmals auffällig erweiterten Praebursa sowie des Ductus bursae, der charakteristische Ausbuchtungen und Ausstülpungen aufweisen kann. Der Corpus bursae weist (im Gegensatz zu einem Teil der Zygaeninae) kein Signum auf.

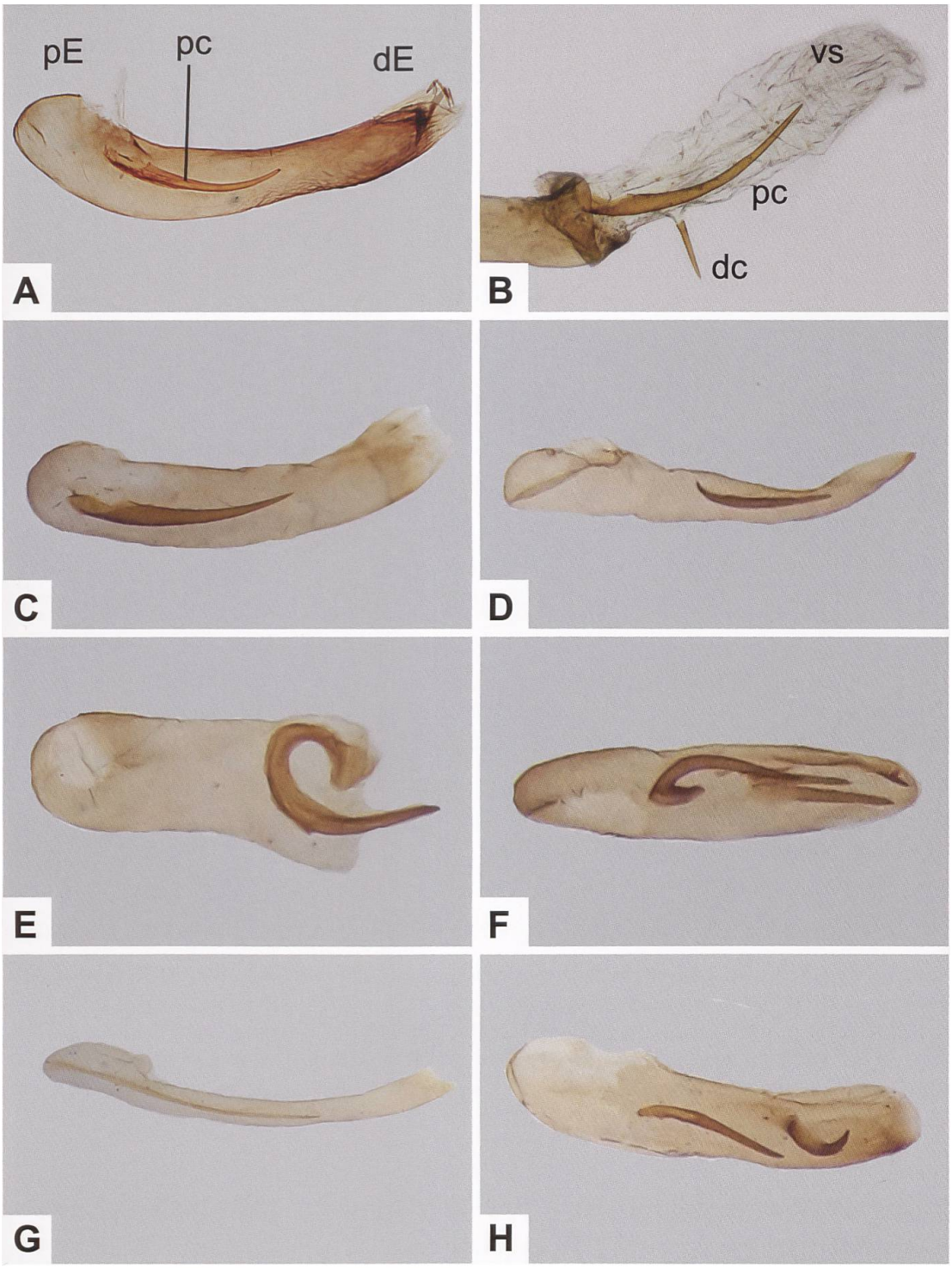

Abb. 40. Phallus und Cornuti zweier mutmasslicher Hybriden von *Adscita alpina* x *A. statices* (A, B) sowie von *A. statices drenowskii* (Alberti, 1939) (C), *A. capitalis* (Staudinger, 1879) (D), *Jordanita cognata* (Herrich-Schäffer, 1847) (E), *J. cirtana* (Lucas, 1849) (F), *A. obscura* (Zeller, 1847) (G) und *A. amaura* (Staudinger, 1887) (H) (A: GP 014/2014; Schweiz, Martisberg VS. B: Italien, Imperia, Drego. C: GP 583/2018 ETHZ; Cilicien (alte Bezeichnung für die türkische Mittelmeerregion). D: GP 580/2018 ETHZ; Türkei, Amasya. E: GP 576/2018 ETHZ; Algerien. F: GP 577/2018 ETHZ; Algerien. G: GP 579/2018 ETHZ; Rumänien, Tultscha (Tulcea). H: GP 575/2018 ETHZ; Turk[estan]. Fotos: A, B: G. Tarmann). A: Lage des proximalen Cornutus (pc) bei zusammengefalteter Vesica seminalis wie es bei der Präparation üblich ist. pE: proximales Ende; dE: distales Ende. B: Lage des ursprünglich proximal gelegenen Cornutus nach dem Ausstülpen der Vesica seminalis (vs). Der distale Cornutus (dc) hat seine Lage nur wenig verändert.

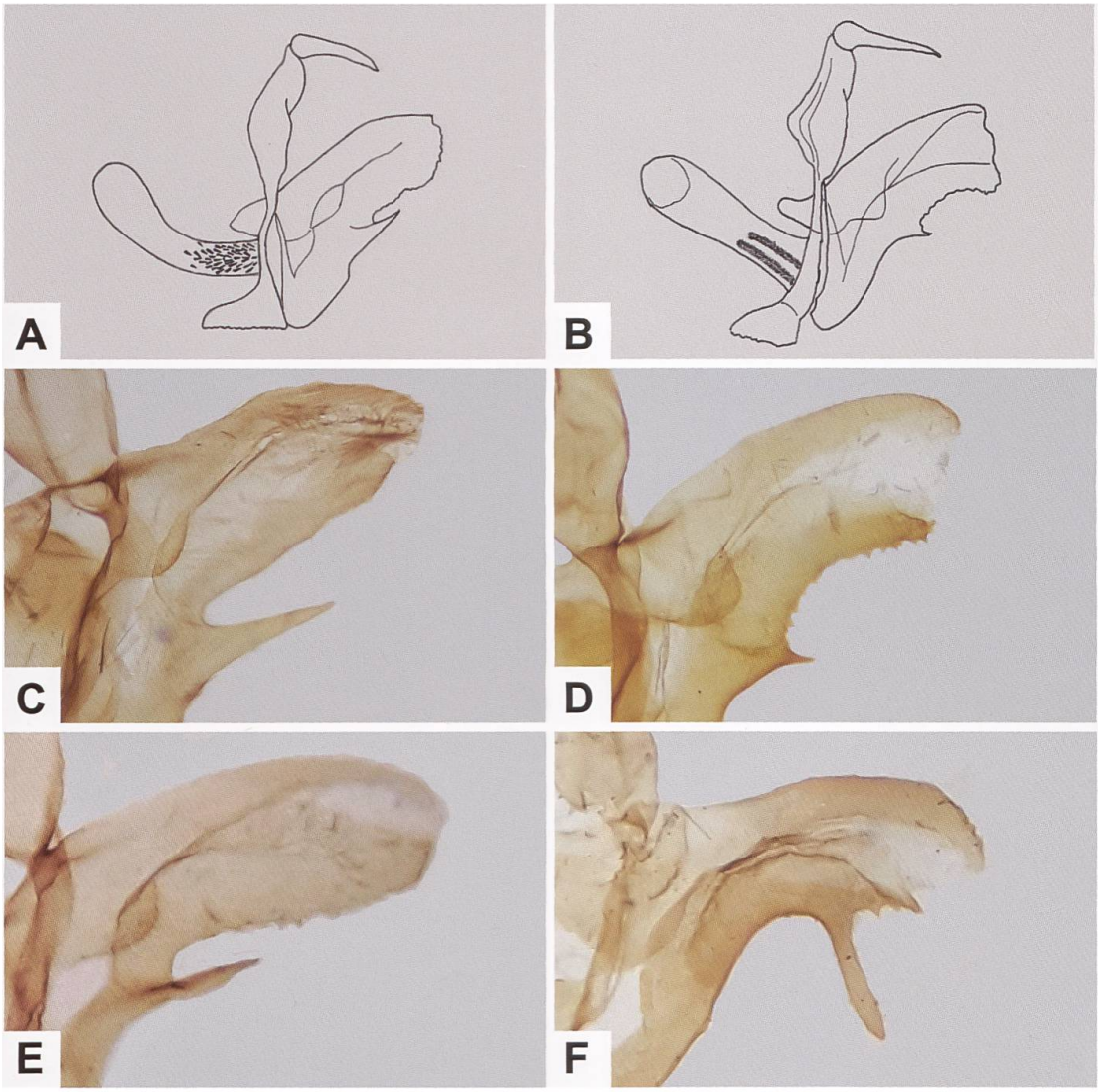

Abb. 41. Lateralansicht des männlichen Genitalapparates von *Jordanita chloros* (A) (aus Agenjo 1940), *J. graeca* (B) (aus Agenjo 1940) sowie Detailansicht der rechten Valve von *J. chloros* (C), *J. graeca* (D), *J. tenuicornis* (E) und *Adscita amaura* (F) (C: GP 075/1994; Italien, Alto Adige/Südtirol, Stelvio/Stilfs. D: GP 441/2018 ETHZ; Zypern, Agios Krotizi. E: GP 582/2018 ETHZ; Italien, Sizilien, Madonie. F: GP 575/2018 ETHZ; Turk[estan]).

Diagnostisch relevante Teilstrukturen des männlichen Genitalapparates der Zygaeninae

Bei den ♂♂ stellen die Gestalt und die Bedornung der Lamina dorsalis sowie die Ausbildung der Uncusfortsätze des Uncus-Tegumenkomplexes die diagnostisch wichtigsten Bestimmungsmerkmale dar. Die Lamina ventralis sowie die Cornuti weisen ebenfalls diagnostisch wichtige Merkmale auf.

Die schalenförmigen Valven der Vertreter der Gattung *Zygaena* sind von einheitlicher Gestalt, wobei die Grösse von Art zu Art unterschiedlich ist. Die Valven sind distal abgerundet, stark sklerotisiert und auf der Aussenseite mit

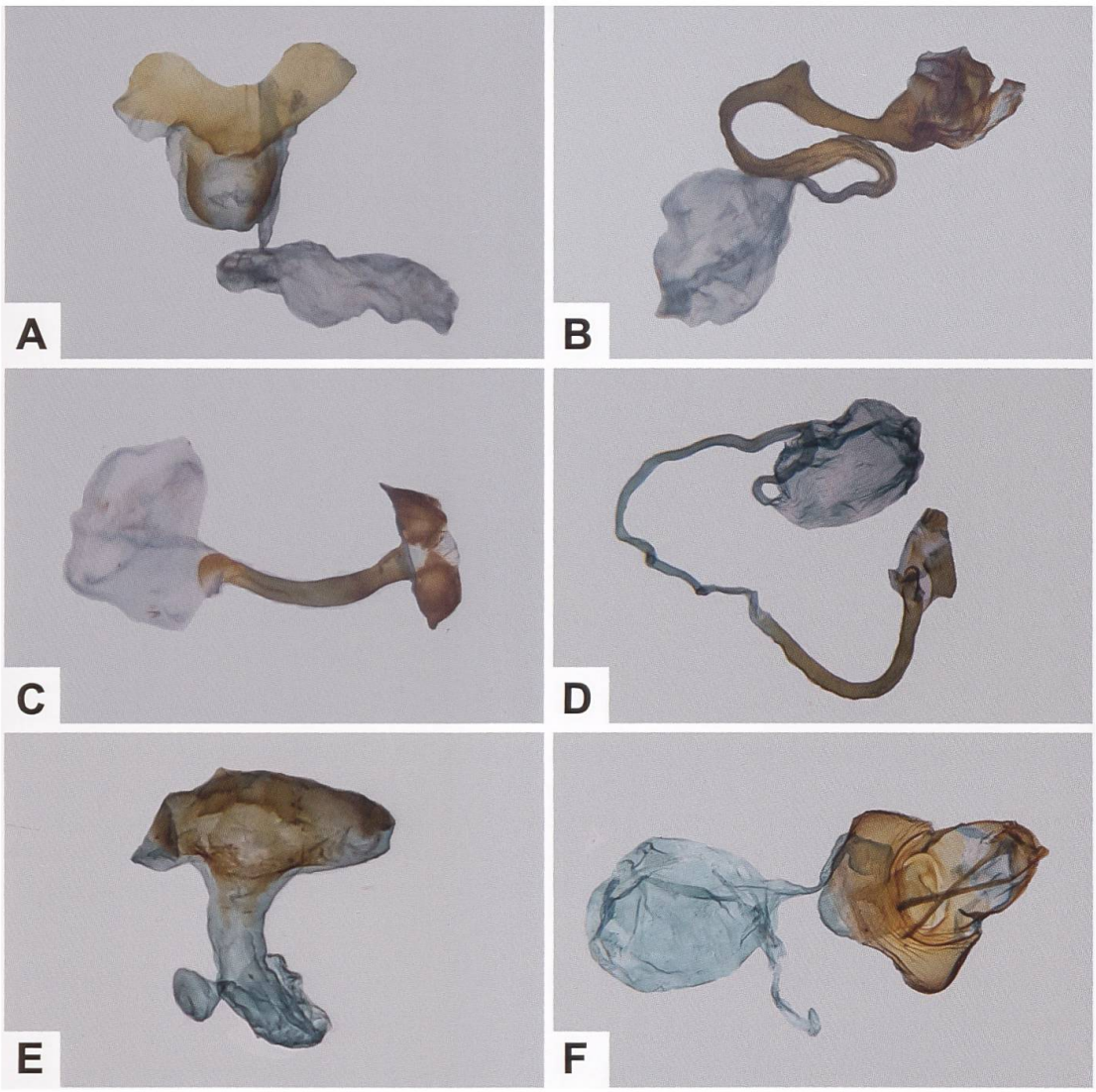

Abb. 42. Ausschnitt aus der Formenvielfalt des weiblichen Genitalapparates verschiedener Arten aus der Unterfamilie Procridinae: *Rhagades pruni* (A), *Adscita alpina* (B), *A. geryon* (C), *A. obscura* (D), *Jordanita budensis* (E) und *J. graeca* (F).

Haarschuppen besetzt, die leicht abgepinselt werden können (Abb. 44, 45). Der zweiteilige, stark sklerotisierte Uncus-Tegumenkomplex ist mit dem Vinculum verbunden und besteht aus dem länglichen Tegumen, das je nach Ausmass der Einbuchtung eine ± rechteck- bis hantelförmige Gestalt aufweist. Der Uncus besteht an der Basis aus zwei ± kegelstumpf- oder dreieckförmigen Sockeln («Uncussockel»), welche zusätzlich ± lange und schlanke, eng zusammenstehende oder divergierende, spitz oder stumpf auslaufende Fortsätze tragen (Abb. 44).

Der in der Regel ± stark sklerotisierte Phallus weist bei allen Vertretern der Gattung *Zygaena* eine einheitliche, röhrenförmige Gestalt auf und ist distal halbkugelförmig abgerundet. Am anderen Ende befinden sich einander gegenüberliegend die ± weit vorspringende Lamina dorsalis und die deutlich zurück

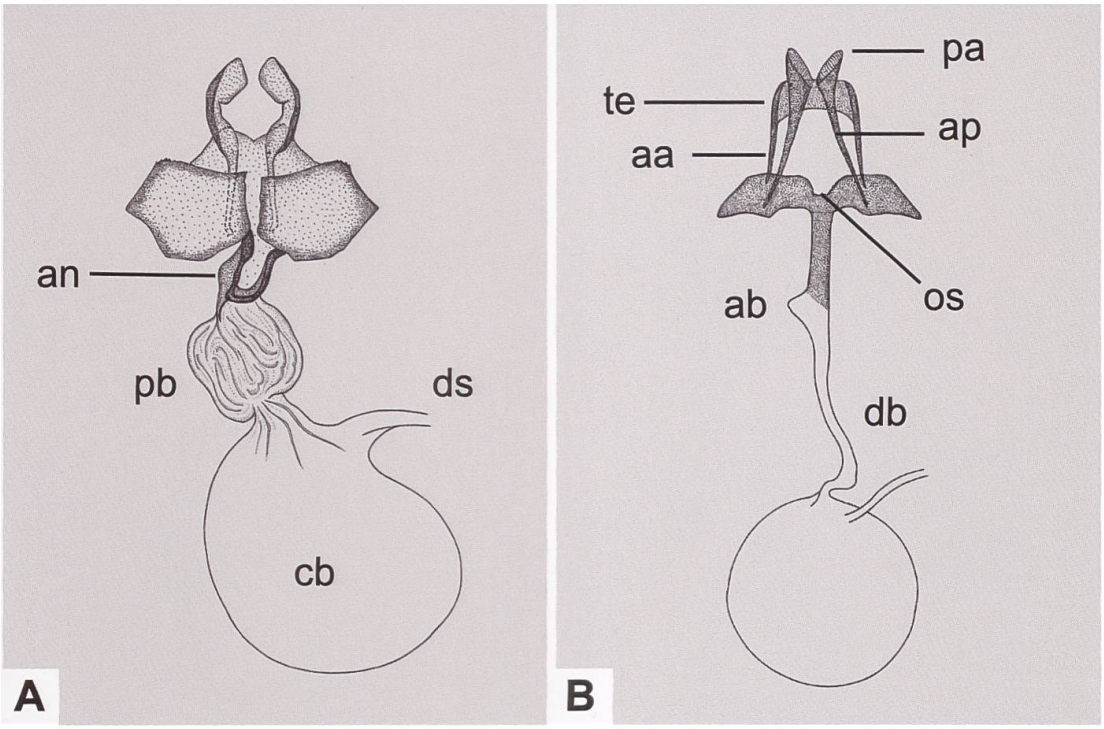

Abb. 43. Weiblicher Genitalapparat von *Adscita dujardini* (A: GP Z 024/1994; Schweiz, Baltschieder VS) und *Jordanita notata* (B: GP Z 145/1992; Schweiz, Romont BE). an: Antrum; cb: Corpus bursae (auch als Bursa copulatrix bezeichnet); ds: Ductus seminalis; pb: Praebursa. aa: Apophyses anteriores; ab: Ausbuchtung; ap: Apopyses posteriores; db: Ductus bursae; os: Ostium bursae (Ostium = Eingang, Öffnung); pa: Papillae anales (Analpapillen); te: 8. Tergit (Zeichnungen: P. Sonderegger).

versetzte Lamina ventralis, welche sich an ihrer Basis berühren. Von den beiden dornentragenden Laminae ist die deutlich grössere und von der Gestalt her unterschiedliche Lamina dorsalis hinsichtlich der Länge und der Lage der Hauptdorne taxonomisch besonders wichtig (Abb. 44). Einige *Zygaena*-Arten besitzen im Phallus bzw. innerhalb der Vesica ein auffälliges, bohnenförmiges Gebilde. Dieses hat Alberti (1958/59) als «Blase» bezeichnet und soll aus feinsten Nadeln bestehen. Welche Bedeutung die Blase hat, ist nicht bekannt.

Diagnostisch relevante Teilstrukturen des weiblichen Genitalapparates der Zygaeninae

Wie der männliche Genitalapparat weist auch der weibliche Genitalapparat innerhalb verschiedener Abschnitte oftmals diagnostisch relevante Merkmale auf. In erster Linie betrifft dies das Ostium bursae zusammen mit der Lamella postvaginalis und der Lamella antevaginalis, die Ausbildung und das Ausmass der Sklerotisierung des Ductus bursae sowie eng umschriebene oder flächenhafte Inkrustierungen (Signa) auf dem häutigen Corpus bursae (Abb. 47). Das Ausmass der als Ostium bursae bezeichneten Öffnung ist je nach Art unter-

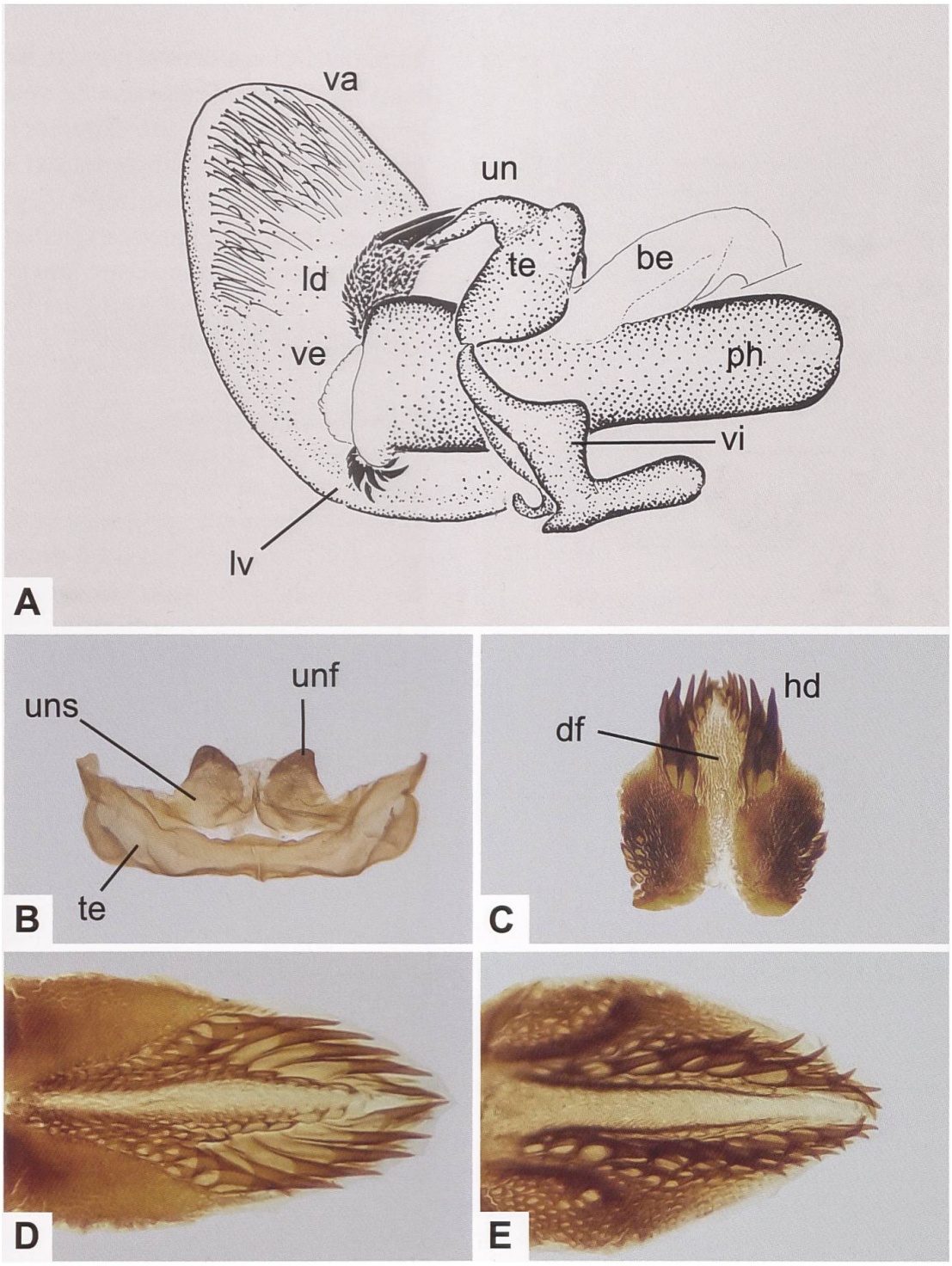

Abb. 44. Männlicher Genitalapparat (A; linke Valve entfernt), Uncus-Tegumenkomplex (B) und Lamina dorsalis (C) von *Zygaena trifolii* sowie Detailansicht der Bedornung der Lamina dorsalis von *Z. carniolica* (D) und *Z. transalpina* (E) (B, C: GP 165/2018; Schweiz, Rümlang ZH. D: GP 154/2018, Schweiz, Kalpetran VS. D: GP 127/2018; Schweiz, Egga VS). be: Bulbus ejaculatoris; hd: Haupdornenreihe; df: Diskalfeld (Diskusfeld); ld: Lamina dorsalis; lv: Lamina ventralis; ph: Phallus; te: Tegumen; un: Uncus; uns: Uncussockel; unf: Uncusfortsatz («Uncushorn»); va: Valve; ve: Vesica seminalis; vi: Vinculum (aus Naumann & al. 1999, verändert).

Abb. 45. Rechte Valve des männlichen Genitalapparates von *Zygaena filipendulae* (A), *Z. purpuralis* (B) und *Z. romeo* (C), Detailansicht der Valvenoberfläche von *Z. purpuralis* (D) sowie Vinculum des männlichen Genitalapparates von *Z. purpuralis* (E) und *Z. romeo* (F) (A: GP 466/2018; Schweiz, Champvent VD, 533/190. B: GP 468/2018; Schweiz, Andermatt UR, 689/166. C: GP 457/2018; Schweiz, Viano GR, 809/126. D: GP 460/2018; Schweiz, Mathon GR, 749/166. E: GP 460/2018; Schweiz, Mathon GR, 749/166. F: GP 457/2018; Schweiz, Viano GR, 809/126). Die Valvenform ist innerhalb der Gattung *Zygaena* recht einheitlich und taxonomisch von untergeordneter Bedeutung. Innerhalb der Gattung *Zygaena* sind in der Gestalt des Vinculums Unterschiede feststellbar, die jedoch taxonomisch nicht ausgewertet worden sind.

schiedlich und weist gegen das «Schildchen» hin oftmals einen ± stark sklerotisierten Randwulst auf, der als Lamella postvaginalis bezeichnet wird. In Richtung des proximalen Abschnitts des Ductus bursae wird das Ostium bursae durch die Lamella antevaginalis begrenzt. Der Bereich des Ostium bursae einschliesslich der Lamella postvaginalis und Lamella antevaginalis wird als «Sterigma» bezeichnet (Abb. 47). Der Ductus bursae ist im distalen Abschnitt unterschiedlich stark ausgeweitet und teilweise stark sklerotisiert; der Eingang ist oft ganz unauffällig und schwierig zu finden. Oberhalb der Lamella

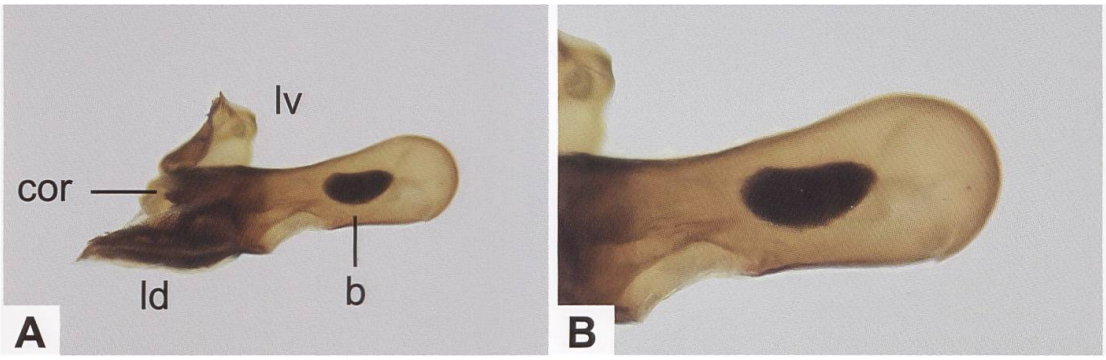

Abb. 46. *Zygaena transalpina*. Phallus mit «Blase» (b). cor: Cornuti. ld: Lamina dorsalis. lv: Lamina ventralis (Aufnahme in Suspension [Glycerin]).

postvaginalis befindet sich das stark sklerotisierte, ± dreieckförmige Schildchen, das oft von den Rändern her korrodiert ist, d.h. Ausbuchtungen und Bereiche aufweist, in denen das Ausmass der Sklerotisierung deutlich schwächer ist. Die Gestalt des Schildchens kann innerhalb der gleichen Art variieren und ist deshalb taxonomisch von untergeordneter Bedeutung. Die Ausprägung des Signums auf dem Corpus bursae ist ein weiteres brauchbares Merkmal, das infraspezifisch nur wenig zu variieren scheint. Im Gegensatz zu den Grünwidderchen aus der Unterfamilie Procridinae weisen Rotwidderchen wie z. B. *Zygaena carniolica* oder *Z. transalpina* ein Signum auf.

Herstellung von Genitalpräparaten und fotografische Dokumentation

Die erste Veröffentlichung über die Untersuchung der Genitalapparate einiger Zygaenidae stammt von White aus dem Jahre 1879 und enthält Hinweise auf Unterschiede im Bau des Uncus-Tegumenkomplexes sowie der Valven einiger Arten (Abb. 48). Burgeff (1914) und Holik (1938) erwähnen ebenfalls Unterschiede im Bau der Genitalapparate, ohne diese aber zeichnerisch zu dokumentieren. Im Gegensatz dazu beschreibt Hewer (1932) mit entsprechenden Illustrationen erstmals die männlichen und weiblichen Genitalapparate mehrerer Arten. Umfangreichere Untersuchungen an männlichen Genitalapparaten erfolgten durch Haaf (1952), wobei diese zur besseren Sichtbarmachung von Unterschieden vorgängig zerlegt wurden, was heute Standard ist. Im Laufe der 1930-er Jahre wurden grössere Arbeiten über die Procridinae veröffentlicht, in welchen z. T. die Genitalstrukturen beider Geschlechter abgebildet werden (Agenjo 1937, 1940; Rocci 1937).

Wegweisend für weitere Untersuchungen waren die umfangreichen Arbeiten von Alberti (1954, 1958/59). Diese führten dazu, dass die Genitalunter-

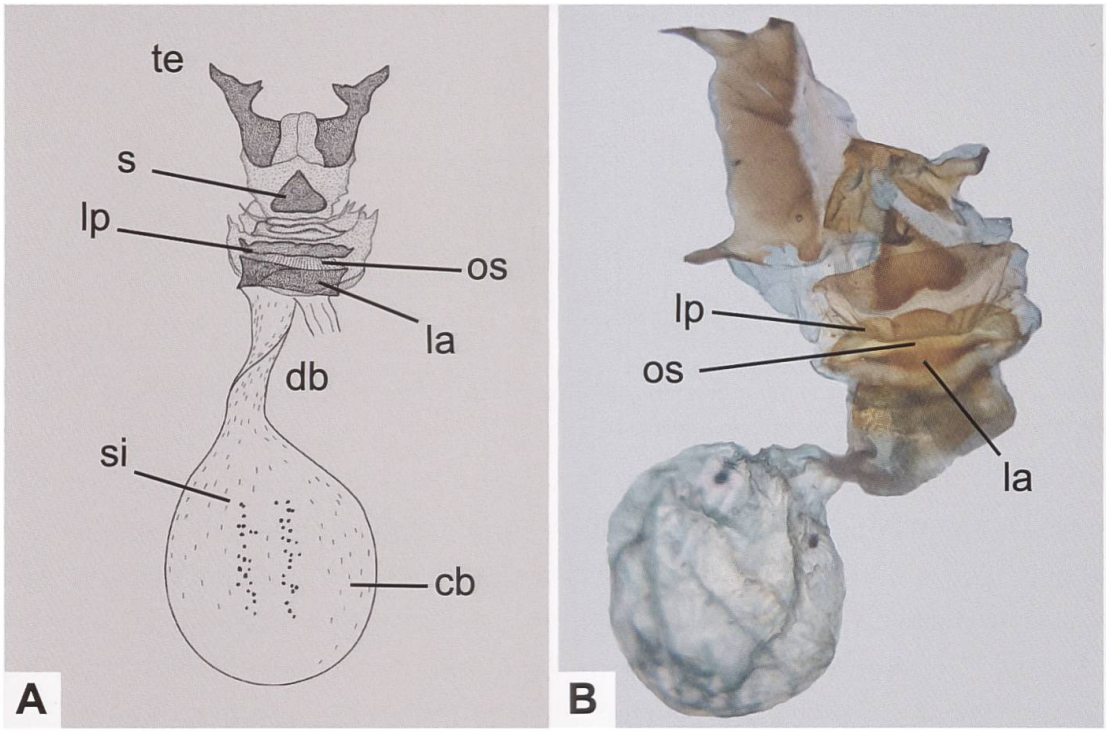

Abb. 47. Weiblicher Genitalapparat von *Zygaena ephialtes ephialtes* (A: GP 002/1994; Schweiz, Leuk VS) und *Z. filipendulae* (B: GP 148/2018; Schweiz, Biasca TI). te: 8. Tergit; s: Schildchen (sensu Alberti); lp: Lamella postvaginalis; os: Ostium bursae; la: Lamella antevaginalis (Lamella postvaginalis, Ostium bursae und L. antevaginalis werden zusammen auch als «Sterigma» bezeichnet); db: Ductus bursae; cb: Corpus bursae (auch als Bursa copulatrix bezeichnet); si: Signum (Zeichnung: P. Sonderegger).

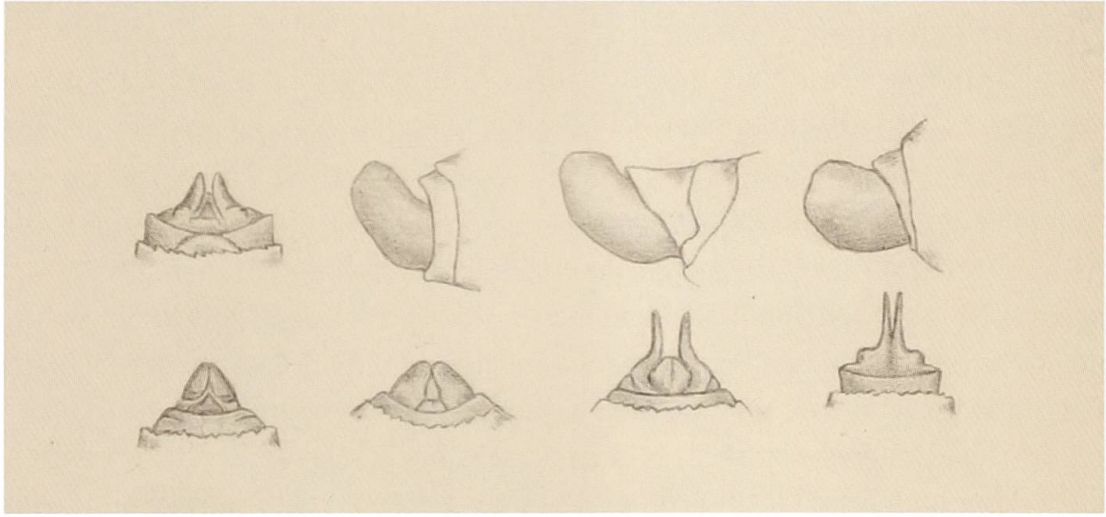

Abb. 48. Darstellung der Uncusfortsätze des Uncus-Tegumenkomplexes sowie Lateral- und Dorsalansicht der linken Valve bzw. beider Valven von *Zygaena lonicerae*, *Z. transalpina*, *Z. rhadamanthus*, *Z. laeta*, *Z. purpuralis*, *Z. osterodensis*, *Z. punctum* und *Z. anthyllidis* (von oben links nach unten rechts; aus White 1879. Biodiversity Heritage Library).

suchung auch im Zeitalter des omnipräsenten Barcodings ein unverzichtbares Werkzeug bleibt, obwohl heute klar ist, dass sich dadurch nicht alle taxonomischen Probleme lösen lassen (Hofmann & Tremewan 2017).

Zur Durchführung der Genitaluntersuchung und Herstellung von Genitalpräparaten wird folgendes Material benötigt: Binokular, spitze Schere, Pinzette, Präpariernadeln, Mikroskalpell, Glasnäpfe, Pipetten, 2 ml-Mikrozentrifugenröhrchen, Mikrotiterplatte, Micro Vials (Länge: 16 mm, Durchmesser: 5.2 mm; bioform Entomologiebedarf), Silikonstopfen, Präparateträger (Abb. 49). Präpariernadeln können auf einfache Weise selbst hergestellt werden: Nach dem Abklemmen des Kopfes einer Insektennadel (Grösse 2) wird diese mit Hilfe einer Flachzange in ein etwa 8 cm langes Stück eines Holzstäbchens (wie man sie z.B. für Fleischspiesschen verwendet) geschoben. Nach längerem Gebrauch sollte die Nadelspitze mit Schleifpapier geschliffen werden. Zur Herstellung eines Mikroskalpells wird eine Injektionskanüle der Grösse 0.5 x 16 mm auf das konisch geschliffene Ende eines auf die Halterung der Injektionsnadel passenden Holzstäbchens aufgesetzt oder ein entsprechender Halter verwendet. Präparateträger können aus Celluloseacetatfolie (Overheadfolie) hergestellt werden. Auf den 25 x 10 mm messenden rechteckförmigen Träger wird mit einem geeigneten Klebstoff (z.B. Tesa-Alleskleber) ein Kartonplättchen (10 x 10 mm) geklebt, durch welches später die Nadel mit dem gespannten Beleg gesteckt wird. Das Kartonplättchen verhindert zudem, dass sich die Folie verbiegt.

Chemikalien: Kaliumhydroxidlösung 10% («Kalilauge»), absolutes Ethanol (oder 2-Propanol = Isopropanol), Glycerin 85 %, Färbelösung. Das im Handel erhältliche (feste) Kaliumhydroxid weist üblicherweise einen Gehalt von mindestens 85 Gewichtsprozent auf, so dass zur Herstellung von 100 ml der Kaliumhydroxidlösung etwa 12 g Kaliumhydroxid verwendet werden. Diese Menge wird in 100 ml entionisiertem (entmineralisiertem) Wasser gelöst, wobei der Lösungsvorgang exotherm ist, d.h. die Lösung erwärmt sich. Die Lösung sollte in einer Kunststoffflasche aus Polyethylen aufbewahrt werden, da Kalilauge Glas ätzt und sich im Laufe der Zeit ein unansehnlicher Bodensatz bildet. Vorsicht im Umgang mit Kalilauge, diese wirkt ätzend!

Zur Sichtbarmachung der häutigen (weitgehend transparenten) Teile der weiblichen Genitalstrukturen (Ductus bursae, Corpus bursae) wird das Genitalpräparat gefärbt. Auch wenn zu diesem Zweck in der Literatur mehrere Farbstoffe aufgeführt werden, wird heute üblicherweise eine ethanolische Lösung von Chlorazolschwarz verwendet. Zur Herstellung der Vorratslösung werden 0.5 g Chlorazolschwarz in 100 ml absolutem Ethanol gelöst. Einige Tropfen dieser Vorratslösung werden mit einigen Millilitern absolutem Ethanol verdünnt und ergeben dann die gebrauchsfertige Färbelösung, welche mehrmals

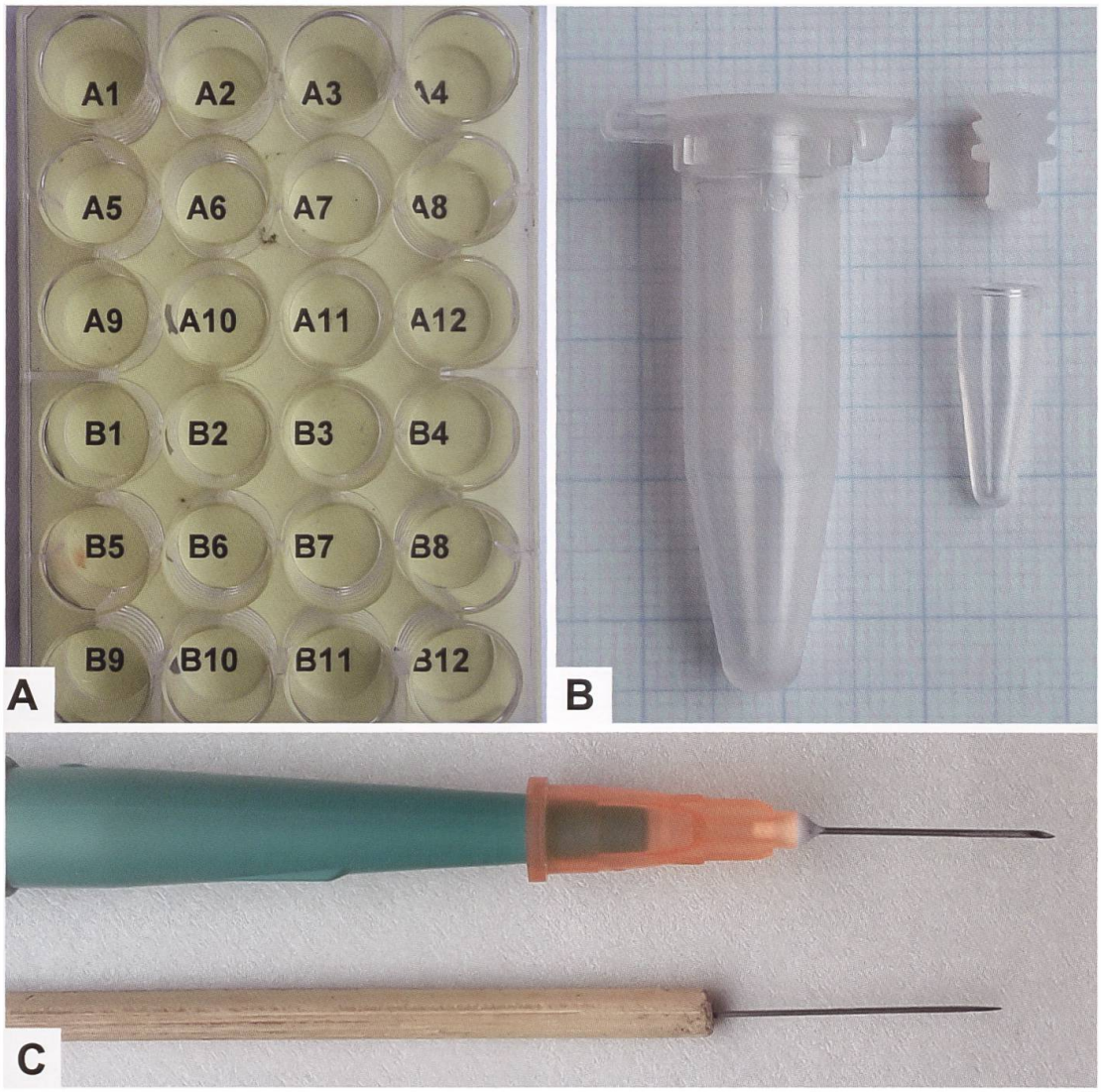

Abb. 49. 24 well-Mikrotiterplatte (8 x 12.5 cm) (A), 2 ml-Mikrozentrifugenröhrchen, Micro Vial, Silikonstopfen (B), Mikroskalpell und Präpariernadel (C).

verwendet werden kann. Das Präparat sollte nicht zu lange in der Färbelösung bleiben, da die blaue Färbung sonst zu stark wird. Es empfiehlt sich daher, das Präparat in kurzen Abständen aus der Färbelösung zu heben, um so das Ausmass der Färbung zu kontrollieren. Üblicherweise umfasst die Herstellung des Genitalpräparats folgende Schritte:

a) Mit einer spitzen Schere wird etwa ein Drittel des Abdomens abgeschnitten. Dabei kommt es immer wieder vor, dass bei «alten» Belegen das gesamte Abdomen abbricht, welches aber nicht zerschnitten wird.

b) Zum abgetrennten Abdomenteil bzw. Abdomen werden in einem 2 ml-Mikrozentrifugenröhrchen 1–1.5 ml Kalilauge gegeben. Nach dem Verschliessen des Röhrchens verbleibt das Abdomen während 20–24 Std. bei Raumtemperatur in der Kalilauge, wobei sich diese gelblich bis bräunlich verfärbt. Der Aufweichvorgang (Mazeration) kann durch Erwärmen der Kalilauge in einem

siedenden Wasserbad wesentlich verkürzt werden. Anstelle der Mikrozentrifugenröhrchen werden dabei oft Reagenzgläser verwendet. Dabei hat sich gezeigt, dass bei zu langem Erwärmen die häutigen Anteile der Genitalstrukturen (besonders bei den Grünwidderchen) teilweise zerstört werden können, so dass die erstgenannte Methode vorzuziehen ist. Das Erwärmen der Kalilauge über einer Brennerflamme ist zu unterlassen, da oftmals Siedeverzüge eintreten, die zum Verspritzen der Kalilauge und zu Verätzungen der Augen führen können.

c) Nach der Mazeration wird die Kalilauge abpipettiert. Danach wird das Abdomen mehrmals mit Leitungswasser gewaschen.

d) Das Abdomen wird in ein Blockschälchen überführt und mit wenig Leitungswasser überschichtet. Danach erfolgt unter dem Binokular mit Hilfe von Präpariernadeln und dem Mikroskalpell die Zerlegung. Schuppen und andere lose, membranartige Teile können mit einem feinen Pinsel entfernt werden. Erstere können besonders bei frischen Tieren hartnäckig anhaften, so dass der Pinsel zuvor in eine verdünnte Spülmittellösung getaucht wird, wobei die Oberflächenspannung vermindert wird und sich die Schuppen besser ablösen lassen. Dabei sollte das Wasser mehrmals ausgewechselt werden. Bei den ♂♂ der Grünzygaenen wird üblicherweise der Phallus vorsichtig aus dem Uncus-Tegumenkomplex herausgezogen, während bei den ♂♂ der Rotzygaenen zur besseren Sichtbarmachung der entsprechenden Strukturen eine Zerlegung des Genitalapparates erfolgt (Abb. 50). Dabei werden die beiden Valven, das Vinculum, der Uncus-Tegumenkomplex sowie der Phallus voneinander losgelöst. Dabei kommt es immer wieder vor, dass die Lamina ventralis und die Uncusfortsätze aneinander haften, so dass besondere Vorsicht beim Abtrennen des Uncus-Tegumenkomplexes angebracht ist. Schliesslich werden die Lamina ventralis und die Lamina dorsalis vom distalen Ende des Phallus abgetrennt. Letztere kann gekrümmt sein, so dass diese beim Einbetten mehrmals mit der Präpariernadel vorsichtig auf die Overheadfolie gedrückt werden muss, damit die Lamina möglichst parallel zur Folie verläuft. Bei der Freilegung des männlichen Genitalapparates von Rotzygaenen werden in der Nähe der Nahtstelle zwischen dem Vinculum und dem Uncus-Tegumenkomplex zwei Dufthaarbüschel sichtbar (Abb. 51). Diese können fächerartig ausgestülpt werden, wobei Pheromone freigesetzt werden, die bei der Partnersuche eine wichtige Rolle spielen. Mit Ausnahme von *Z. loti* besitzen alle in der Schweiz vorkommenden Rotzygaenenarten solche Dufthaarbüschel, die teilweise unterschiedlich gefärbt sind (Lepidopterologen-Arbeitsgruppe 1997). Die Freilegung des weiblichen Genitalapparates erfordert besondere Sorgfalt und erfolgt vom proximalen Ende des Abdomens her, indem am seitlichen Abdomenrand mit der Präpariernadel oder dem Mikroskalpell schrittweise ein oder

zwei Segmente durchtrennt, aufgeklappt und abgetrennt werden. Die Abtrennung der Segmente von der Mitte des Abdomens aus ist zu unterlassen, da der häutige Corpus bursae sowie der Ductus bursae dabei oftmals zerstört werden. Nach der Freilegung des Genitalapparates werden zusätzliche häutige Anhänge mit der Präpariernadel oder dem Pinsel entfernt. Schliesslich wird am distalen Ende des Corpus bursae mit der Präpariernadel eine kleine Öffnung angebracht und danach mit dem Pinsel der Inhalt möglichst vollständig herausgedrückt.

e) Bei der Untersuchung einer grösseren Anzahl von Belegen können die abgetrennten Teile des männlichen Genitalapparates sowie der weibliche Genitalapparat vorübergehend in einer Mikrotiterplatte in entionisiertem Wasser aufbewahrt werden. Üblicherweise genügt eine Mikrotiterplatte mit 24 Unterteilungen. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass es zu keinen Verwechslungen kommt. Dazu können die Belege vorübergehend in einer Steckschachtel aufbewahrt werden, die Unterteilungen aufweist, deren Nummerierung mit den Mikrozentrifugenröhrchen und der Unterteilung der Mikrotiterplatte sowie der Schachtel für die Genitalpräparate übereinstimmt.

f) Nach der Zerlegung können die einzelnen Teile des männlichen Genitalapparates in ein teilweise mit Glycerin gefülltes Micro Vial überführt werden. Gleiches gilt für den weiblichen Genitalapparat, der zuvor gefärbt wurde. Dazu wird der Genitalapparat zunächst während etwa 3 Min. in absolutem Ethanol belassen und danach in die Färbelösung überführt, wobei die Intensität der Färbung mehrmals überprüft werden sollte. Nach dem Verschliessen wird das Micro Vial zusammen mit dem Beleg genadelt, so dass Beleg und Genitalpräparat stets zusammen bleiben. Zur Überprüfung des Genitalpräparats kann dieses in entionisiertes Wasser überführt und wenn nötig ein Dauerpräparat hergestellt werden.

g) Zur fotografischen Dokumentation wird üblicherweise ein Dauerpräparat hergestellt, wobei ein Einbettungsmittel verwendet werden muss. Je nach Art des Einbettungsmittels müssen die Teilstrukturen des männlichen Genitalapparates zuvor in einer «Alkoholreihe» (z.B. 80 %-iges Ethanol → 90 %-iges Ethanol → absolutes Ethanol) entwässert und danach in ein mit dem Einbettungsmittel mischbares Lösungsmittel (z. B. Xylol) überführt werden. Im Fall des männlichen Genitalapparates wird dieser höchstens etwa je drei Minuten im Ethanol belassen, da die sklerotisierten Teile sonst brüchig werden. Weibliche Genitalapparate werden vor dem Färben ebenfalls je etwa drei Minuten im Ethanol belassen. Vor dem Einbetten wird ein Tropfen des Einbettungsmittels auf den Präparateträger gebracht und mit der Präpariernadel zu einem Rechteck ausgestrichen. Danach wird der Genitalapparat eingebettet und nicht abgedeckt. Da am weiblichen Genitalapparat üblicherweise relativ viel

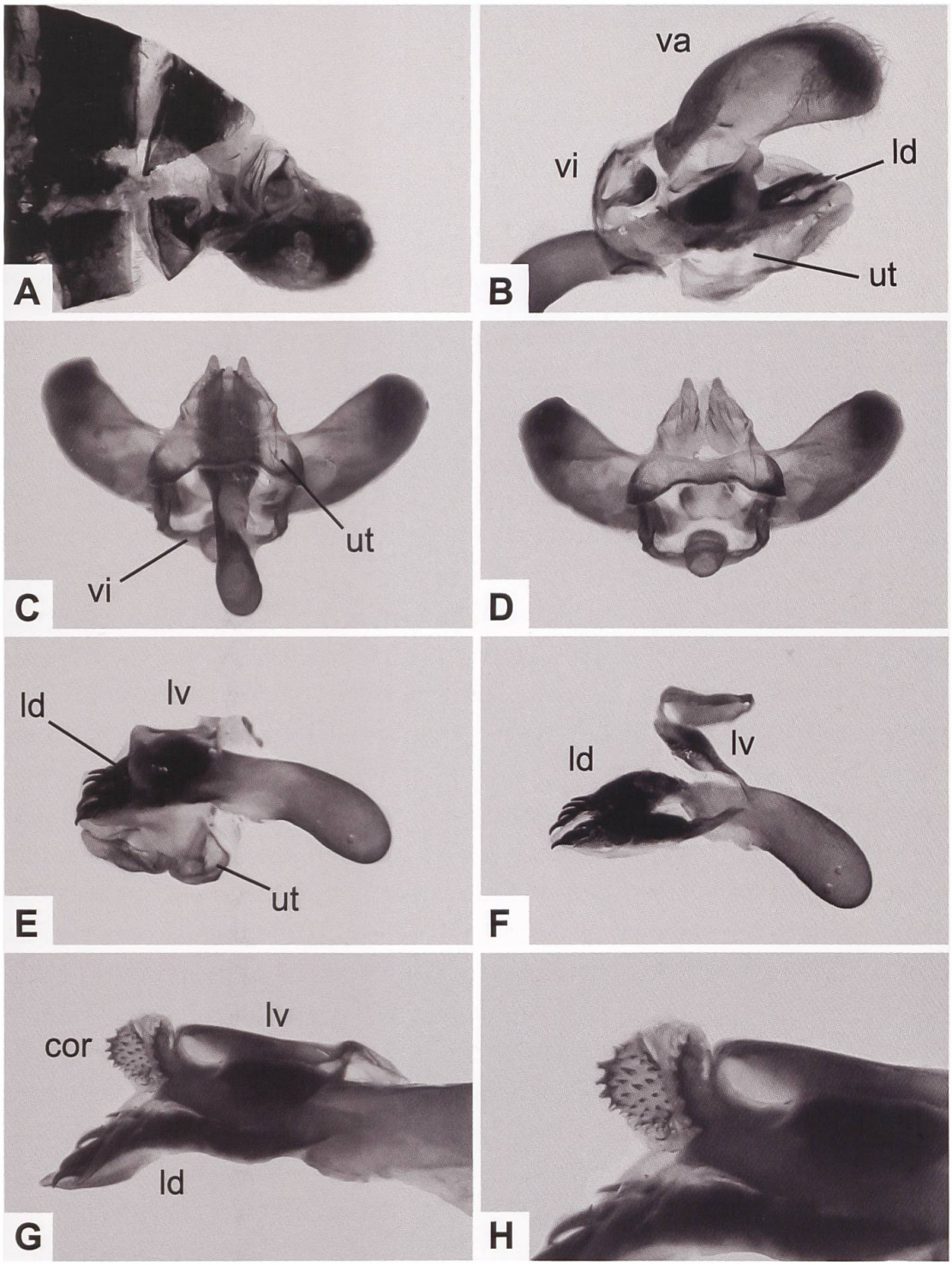

Abb. 50. Abdomenhinterende eines ♂ von *Zygaena purpuralis* nach der Mazeration (A), Lateralansicht des freigelegten Genitalapparates nach Abtrennen einer Valve (B), intakter Genitalapparat mit gespreizten Valven (C) und nach Entfernen des Phallus (D) sowie Phallus von *Z. minos* mit noch nicht abgelöstem Uncus-Tegumenkomplex (E), nach Entfernen des Uncus-Tegumenkomplexes und Freilegung der Lamina dorsalis und Lamina ventralis (F) sowie Phallus von *Z. purpuralis* mit teilweise ausgestülpter Vesica (Aufnahmen in Suspension). Es kommt immer wieder vor, dass die Vesica teilweise ausgestülpt ist, so dass die wenig auffallenden Cornuti sichtbar werden (G, H). cor: Cornuti. ld: Lamina dorsalis. lv: Lamina ventralis. ut: Uncus-Tegumenkomplex. va: Valve. vi: Vinculum.

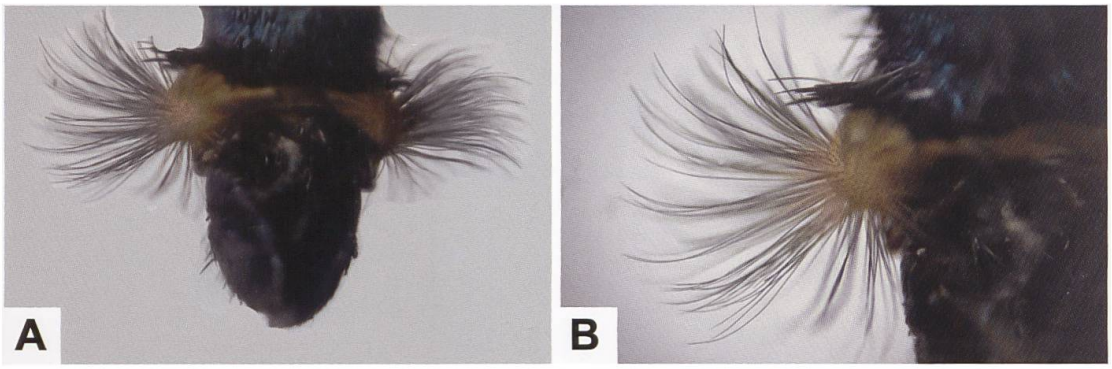

Abb. 51. Dorsalansicht des Abdomenhinterendes von *Zygaena lonicerae* mit den beiden ausgestülpten Dufthaarbüscheln und Valven (A) sowie Detailansicht des rechten Dufthaarbüschels (B). Die Dufthaarbüschel befinden sich in einer Membranfalte zwischen dem 8. und 9. Abdominalsegment (Naumann & al. 1999: 31).

Xylol anhaftet, wird dieser vor dem Einbetten kurz mit WC-Papier abgetupft, da sonst das ausgestrichene Einbettungsmittel nach allen Seiten ausläuft und die Schicht zu dünn wird. Nach 24 Stunden wird das Präparat zusammen mit dem Falter genadelt, wobei die Belege bzw. Insektenkästen waagrecht gelagert werden müssen, da das Einbettungsmittel nach dem Verdampfen des Lösungsmittels zu einer hochviskosen Flüssigkeit wird, die bei senkrechter Lagerung im Laufe der Zeit nach unten fliessen würde. Gemäss anderen Angaben können die Teilstrukturen des männlichen Genitalapparates sowie der weibliche Genitalapparat in absolutem Isopropanol entwässert und danach eingebettet werden (Einbettungsmittel «Euparal»). Letzterer wird zuvor noch gefärbt. Alle in der vorliegenden Arbeit abgebildeten Genitalpräparate sind im (heute nicht mehr erhältlichen) Einbettungsmittel «Caedax» eingebettet (Abb. 52). Bei der Zerlegung kleiner männlicher Genitalapparate können Lamina dorsalis, Lamina ventralis, Uncus-Tegumenkomplex und Cornuti beim Transfer vom Blockschälchen zur Mikrotiterplatte oder innerhalb einer Unterteilung leicht verloren gehen, da das Volumen relativ gross ist. Es empfiehlt sich deshalb, die Teilstrukturen in einen Tropfen entionisiertes Wasser zu übertragen, den man zuvor in die Vertiefung eines Blockschälchens pipettiert hat. Zur Herstellung eines Dauerpräparates kann der Tropfen mit einem Streifen WC-Papier abgesaugt werden und durch einen oder zwei Tropfen absolutes Ethanol ersetzt werden. Nach kurzer Zeit (1–2 Min.) wird dieses abermals abgesaugt und schliesslich durch einen Tropfen Xylol ersetzt. Anschliessend können die Teilstrukturen eingebettet werden. Zur Herstellung von Dauerpräparaten werden auch gläserne Objektträger verwendet. Da das Präparat üblicherweise mit einem Deckglas abgedeckt wird, kann die dreidimensionale Anordnung beeinträchtigt werden und als Folge von Überschiebungen können Teile der Genitalstrukturen nicht mehr klar erkennbar sein (Aspöck & Aspöck 2009).

Um die Dreidimensionalität der Präparate zu wahren, können diese vor dem Einbetten in Suspension gezeichnet oder fotografiert werden. Als Medium kann Glycerin verwendet werden, das wegen der hohen Viskosität dem Präparat einen gewissen Halt verleiht. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Präparat in verschiedenen Lagen fotografiert werden kann.

Dauerpräparate können auf unterschiedliche Art aufbewahrt werden:

a) Das auf einer Overheadfolie eingebettete Dauerpräparat wird zusammen mit dem Beleg genadelt und in die Sammlung integriert. Dadurch erhöht sich der Platzbedarf; Beleg und Dauerpräparat bleiben aber zusammen, so dass Verwechslungen ausgeschlossen sind. Diese Möglichkeit hat sich für Privatsammlungen bewährt, auch wenn es immer wieder vorkommt, dass beim Herausnehmen bzw. Einsortieren der Belege andere beschädigt werden.
b) Das auf einem Objektträger aus Glas eingebettete Dauerpräparat kann nicht genadelt werden und muss notgedrungen getrennt an einem stets zugänglichen Ort innerhalb der Sammlungsbestände aufbewahrt werden. Umso wichtiger ist es deshalb, dass die Belege und die entsprechenden Präparate zusätzlich etikettiert sind, so dass eine eindeutige Zuordnung möglich ist, was bei handschriftlich verfassten Angaben nicht immer einfach ist. Die getrennte Aufbewahrung der Präparate ermöglicht einen raschen Zugriff auch auf grössere Serien ohne dass dadurch die Belegsammlung tangiert wird.

Fotografische Dokumentation

Zur fotografischen Dokumentation wurden die weiblichen Genitalapparate bei 30-facher Vergrösserung (Leitz Binokular, Durchlichtquelle: LED-Ringleuchte) und die Teile des männlichen Genitalapparates (Lamina dorsalis, Lamina ventralis, Uncus-Tegumenkomplex, Phallus, Cornuti) bei 40-facher Vergrösserung (Olympus Binokular VMT) mit einem am Okular fixierten Samsung Galaxy S5 mini-Smartphone fotografiert, wobei das Problem der Tiefenschärfe nicht immer optimal gelöst werden konnte. Die Imagines wurden bei diffusem Tageslicht ebenfalls mit dem Samsung Galaxy S5 mini-Smartphone fotografiert. Die anschliessende Bearbeitung der Aufnahmen erfolgte mit dem Bildbearbeitungsprogramm Gimp 2.8.

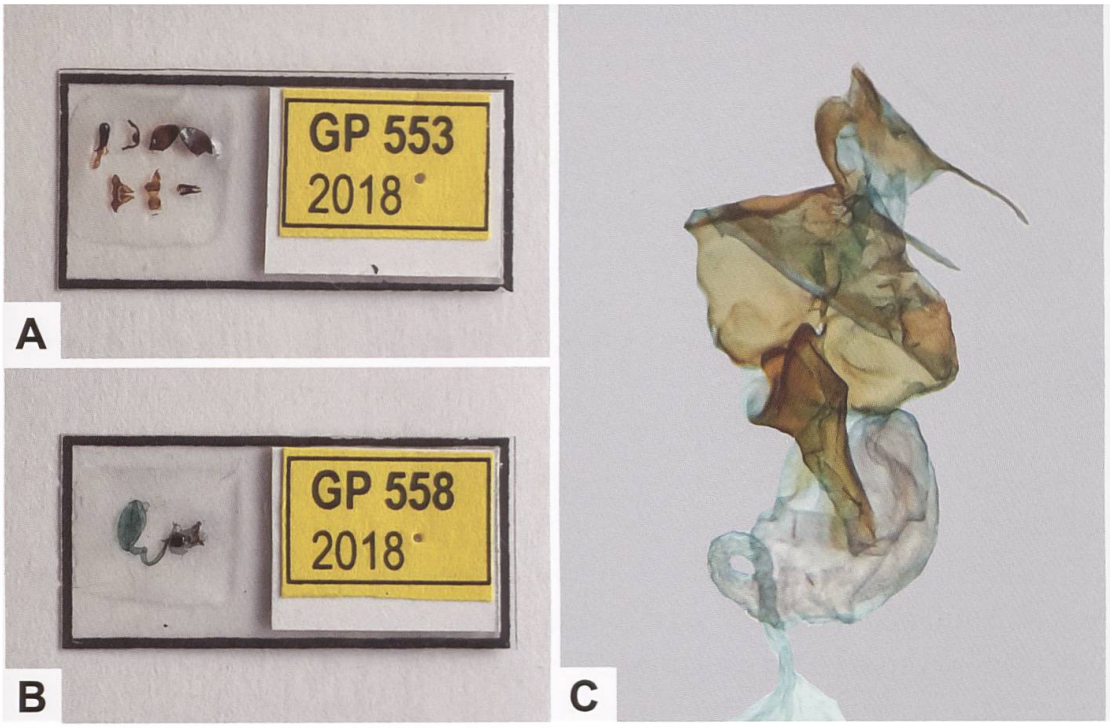

Abb. 52. In Caedax eingebettete Genitalpräparate (A, B) und vergrösserter Ausschnitt der Praebursa und des Antrums des weiblichen Genitalapparates von *Adscita dujardini* (C: GP 027_duj_IT; Typenfundort). Die Aufnahme vermittelt einen Eindruck über die räumliche Anordnung der Teilstrukturen (Dauerpräparat ohne Abdeckung).

Hinweise

Fundortetiketten entscheiden über den wissenschaftlichen Wert eines Belegs; sie sollten unbedingt folgende Angaben enthalten: Fundort (und eventuell Flurname), Koordinaten (gemäss Landeskarte oder GPS), Höhe ü. M., Fangdatum sowie Name des Sammlers. Da nicht alle Entomologen einen Hang zur Kalligraphie haben, ist es nicht jedermanns Sache, handschriftliche Angaben zu entziffern. Heutzutage sollte es deshalb selbstverständlich sein, dass Fundortetiketten mit dem Computer geschrieben werden. Ein absolutes No-Go sind Fundortetiketten in Form von «Fresszetteln». Der Präparation und Aufbewahrung von Belegen sollte die entsprechende Aufmerksamkeit geschenkt werden; es handelt sich immerhin um Dokumente, deren Bedeutung mitunter erst später erkannt wird. Fotos von Grünzygaenen sind zur genauen Artbestimmung völlig ungeeignet, da diese nur über die Genitaluntersuchung erfolgen kann. Gleiches gilt auch für etliche Rotzygaenenarten, insbesondere wenn nur die Oberseite fotografiert wird oder aus anderen Gründen relevante Merkmale nicht erkennbar sind.