

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 70	S. 155 - 165	Innsbruck, Okt.1983
---------------------------------	---------	--------------	---------------------

Die Gesperre der Käfer-Elytren und deren phylogenetische Bedeutung
(Insecta: Coleoptera) *)

von

Jörg KLIMA **)

Elytron burr attachment in beetles and their phylogenetic significance
(Insecta: Coleoptera)

S y n o p s i s : On the inner surface of the elytron burr attachment sites are commonly used by Coleoptera. In three species of Adepfaga (2 families) and 36 species of Polyphaga (15 families) these structures were investigated with the aid of scanning electron microscope. Different types of attachment structures can be distinguished. In higher developed beetles from different systematic groups burr attachment is reduced and rabbet joints are developed.

Auf Grund ihres Artenreichtums und der Vielfalt ihrer Lebensformen und Entwicklungsweisen ist die Klasse der Insekten für viele Zoologen ein Bereich, dem sie sich mit besonderem Interesse zuwenden. Innerhalb der Klasse der Insekten ist die Ordnung der Käfer die artenreichste. Es ist völlig unbestritten, daß die Ausbildung der Elytren diese starke Radation der Ordnung ermöglichte, umso verwunderlicher erscheint es, daß in letzter Zeit nur ganz wenige Arbeiten erschienen sind, die die Fülle der neuen technischen Möglichkeiten zur Untersuchung der Elytren verwendet haben.

Die Arbeitsgruppe um Peter SCHNEIDER (Heidelberg, BRD) hat sehr eingehend die Haltung und Bewegung der Elytren beim Flug untersucht und deren Anteil an Erzeugung für Auftrieb und zur Steuerung quantitativ behandelt. Zu den Festigkeitseigenschaften der Elytren, die sehr wesentlich für die Schutzfunktion sind, liegt eine Arbeit von KRZELJ und JEUNIAUX (1968) vor und eine Studie von Querschnitten mit Hilfe des Lichtmikroskopes untersucht, hat KRZELJ (1969) veröffentlicht.

Die Hauptfunktion der Elytren, die nur in wenigen Gruppen verkürzt werden und auch dann noch meistens den Schutz der Alae ermöglichen, liegt sicher im Aufbau eines geschützten Raumes für die Tracheeneingänge und dem Schutz der Hinterflügel. Gegen

*) Herrn Prof. Dr. Heinz Janetschek zum 70. Geburtstag gewidmet.

***) Anschrift des Verfassers: Abteilung für Cytologie und Histologie, Institut für Zoologie, Schöpfstraße 41, A-6020 Innsbruck, Österreich.

passives Öffnen der Elytren sind diese durch zahlreiche Verriegelungsmechanismen gesichert, die als *Gesperre* bezeichnet werden. Das bekannteste ist der Nut-Feder-Mechanismus der Elytrenhinterkante. In einzelnen Gruppen sind auch an der Seitenkante des Abdomens und der Vorderkante der Elytren Nut-Feder-Mechanismen ausgebildet. Bisher wenig untersucht, aber sehr weit verbreitet sind Bindungsstellen, die nach Art eines Klettenverschlusses funktionieren. An zwei mehr oder weniger genau korrespondierenden Flächen werden zahlreiche "Haken" oder andere Oberflächenskulpturen ausgebildet, die ineinander greifen können. Abb. 3 - 6 gibt davon eine Vorstellung. Schon 1914 hat STELLWAAG und 1938 HEBERDEY auf diese Gesperre hingewiesen. Deren genaue Aufklärung ist aber im Lichtmikroskop wegen der Feinheit ihrer Strukturen nicht möglich und erst mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskopes gut zugänglich geworden. Tab. 1 gibt eine Übersicht über die in dieser Arbeit untersuchten Arten. Präpariert wurden die Flügellinnenseiten bzw. die entflügelten Tiere sowohl durch Lufttrocknung als auch durch Mithilfe der Critical-Point-Trocknung bei Frischmaterial, ebenso wurde auch Alkohol-Material herangezogen. In einzelnen Fällen wurden die Flügel in stark konzentrierter (10 N) NaOH bzw. KOH gekocht, anschließend in mehrmals gewechseltem a. d. gereinigt und über Alkohol, Benzin bzw. Critical Point getrocknet.

Tabelle 1:

Adephaga:	Carabidae:	<i>Cicindela</i> spec., <i>Abax parallelepipedus</i> (PILLER et MITTERBACHER)
	Haliplidae:	<i>Haliplus</i> spec.
Polyphaga:	Hydrophilidae:	<i>Hydrobius fuscipes</i> (L.)
	Staphylinidae:	<i>Oxyporus rufus</i> (L.), <i>Philontus aerosus</i> KIESW., <i>Ocybus brevipennis</i> (HEER), <i>Aleochara bilineata</i> GYLLENHAL (die drei letztgenannten Arten wurden von Dr. I. De-Zordo bestimmt)
	Lampyridae:	<i>Lamprobiza splendidula</i> (L.)
	Cantharidae:	<i>Cantharis</i> spec., <i>Rhagonycha</i> spec.
	Malachidae:	<i>Malachius bipustulatus</i> (L.)
	Cleridae:	<i>Trichodes apiarius</i> (L.)
	Elateridae:	Gen. spec.
	Buprestidae:	<i>Anthaxia</i> spec., <i>Agrilus</i> spec.
	Nitulidae:	<i>Meligethes</i> spec.
	Cocconelidae:	<i>Adalia</i> spec.
	Cisidae:	<i>Rhopalodontus perforatus</i> (GYLL.)
	Meloidae:	<i>Mylabris variabilis</i> (PALL.)
	Scarabaeidae:	<i>Geotrupes</i> spec., <i>Melolontha melolontha</i> (L.), <i>Phylloperla horticola</i> (L.), <i>Hoplia farinosa</i> (L.), <i>Oxythyrea funesta</i> (PODA), <i>Cetonia aurata</i> (L.)
	Cerambycidae:	<i>Strangalia</i> spec., <i>Phymatodes</i> spec., <i>Purpuricenus</i> spec.
	Chrysomelidae:	<i>Cryptrocephalus biguttatus</i> SCOP., <i>C. hypochoeridis</i> (L.), <i>C. sericeus</i> (L.), <i>Clytra quadripunctata</i> (L.), <i>Leptinotarsa decemlineata</i> SAY., <i>Gastroidea viridula</i> DEG., <i>Agelastica alni</i> (L.) - (bestimmt von Dr. E. Steinhäusen)
	Curculionidae:	<i>Cionus</i> spec., <i>Otiobryncus</i> spec.

Da die Strukturen überaus regelmäßig sind und Grauwerte zu deren Kennzeichnung nichts wesentliches beitragen können, wurden von den meisten Objekten Umzeichnungen von Negativen, die mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskopes angefertigt wurden, gemacht und in den Figuren 1 - 32 abgebildet. Obwohl die bisher untersuchte Artenzahl natürlich sehr beschränkt ist und der Fülle der Käfer in keiner Weise gerecht werden kann, zeigen sich doch einige Gesetzmäßigkeiten. Nur innerhalb der Cantheroidea konnte bisher bei einigen Vertretern kein als von HEBERDAY (1938) als Submarginalfleck bezeichnetes

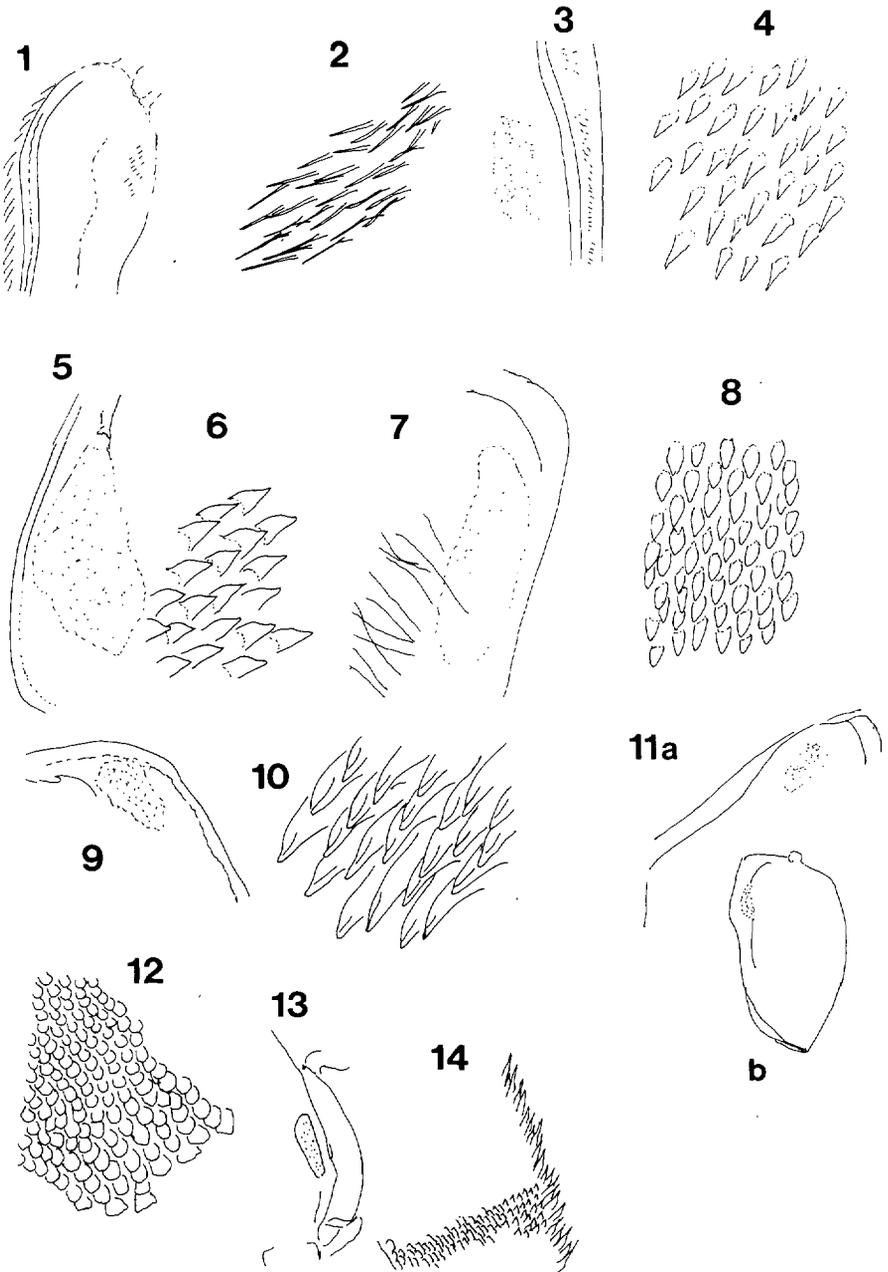


Fig. 1 - 14: 1: *Lamprobiza splendida*: Elytre von unten gesehen. Vergr. 30:1; 2: *L. splendida*: Ausschnitt aus der Unterseite der Elytre (Bereich der dem Metathorax anliegt). Vergr. 500:1; 3: *Hydrobius fuscipes*: Elytre von unten gesehen. Vergr. 50:1; 4: *H. fuscipes*: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck. Vergr. 1500:1; 5: *Mylabris variabilis*: Elytre von unten gesehen. Vergr. 30:1;

6: *M. variabilis*: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck. Vergr. 1500:1; 7: *Melolontha melolontha*: Elytre von unten gesehen. Vergr. 30:1; 8: *M. melolontha*: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck. Vergr. 1500:1; 9: *Hoplia farinosa*: Elytre von unten gesehen. Vergr. 50:1; 10: *H. farinosa*: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck. Vergr. 3000:1; 11: *Meligethes* sp.: Elytre von unten gesehen in verschiedener Position. a) Vergr. 50:1, b) Vergr. 30:1; 12: *M. sp.*: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck. Vergr. 1500:1; 13: *M. sp.*: Metathorax (Ausschnitt) von oben gesehen. Vergr. 50:1; 14: *M. sp.*: Ausschnitt aus dem Gegenstück zum elytralen Bindungsfleck am Metathorax. Vergr. 500:1.

Gesperre aufgefunden werden, das eine Sonderbildung der Mikrotrichen in dieser Region zeigt. Die meisten Adepagen und Polyphagen zeigen diesen Submarginalfleck sehr deutlich ausgebildet, wobei die Form der auf die Epikutikula beschränkte Skulpturierung für die einzelnen Arten ganz charakteristisch ist. Dieser Submarginalfleck bindet sich mit einer Stelle am Metathorax, mit "Nadelfilz" versehen, oder sie weist ein gleichartiges Relief wie der Bindungsfleck auf. Distal vom Submarginalfleck kann ein zweiter und dritter Bindungsfleck ausgebildet sein, der nach Lage und Größe bei den verschiedenen Arten recht unterschiedlich ist. Diese Klettenmechanismen sind sicher keine so effektvolle Verriegelung wie ein Nut-Feder-Mechanismus und in verschiedenen Gruppen werden Nut-Feder-Mechanismen an der Außenkante ausgebildet. Dabei werden die Klettenverschlüsse reduziert. Man kann zwar die Bindungsflecken noch erkennen, aber das Relief der Epikutikula ist sehr stark verflacht und statt Nadeln oder Plättchen, die mehr oder weniger senkrecht von der Flügelinnenseite abstehen, ist nun ein Netz von Konturen sichtbar, wie sie sich bei flachgelegten Plättchen einstellen würde (s. Fig. 25).

Trotz der noch sehr begrenzten Befunde, ist es glaube ich berechtigt, auch auf die phylogenetischen Implikationen dieser Strukturen einzugehen, die bisher in der Literatur außer bei den Adepagen nur ganz vereinzelt gesehen wurden und denen dann meist eine Spezialfunktion (Stridulation) (MARCU, 1932, 1933; BAUER, 1973) zugeschrieben wurde. Die Ausbildung einer mehr oder weniger einheitlich mit Mikrotrichen versehenen Ventralfläche der Elytre muß man wohl als primitives Merkmal ansehen. Daß dieses primitive Merkmal bei den Familien der Cantharidae und Lampyridae vorkommt, steht zumindest nicht im Widerspruch mit der möglichen Urtümlichkeit dieser Familien wie sie von BAEHR angenommen wird, aber auch wenn man mit CROWSON (1960, 1972) der Ansicht zuneigen sollte, die Cantharidae als relativ abgeleitete Familie anzusehen, würde das Auftreten eines plesiomorphen Merkmales keinen Widerspruch darstellen. Leider konnte keine Cupedidae untersucht werden, ob bei ihr ein submarginaler Bindungsfleck vorhanden ist. Ein stark verdichteter Besatz mit nadelförmigen Mikrotrichen erscheint ursprünglicher als ein Besatz mit spatelförmigen bis plättchenförmigen Mikrotrichen.

Mit der Ausbildung korrespondierender Nut-Feder-Flächen im Bereich der Epipleuren und des Thorax bzw. Abdomens wird sekundär das Relief der Bindungsflecken wieder eingeebnet, weil durch diese Verriegelungsmechanismen die Festigkeit der Verbindung stark erhöht wird. In den meisten Gruppen gibt es eine Tendenz der Verstärkung der Haftung der Elytren. Auch innerhalb einer Familie, wie z.B. der Chrysomelidae, kann es zu einer Vielfalt von Ausbildungen kommen. Die Strukturen sollten daher bei jedem Versuch einer cladistischen Ordnung der Gattungen unbedingt berücksichtigt werden. Staphyliniden, die stark verkürzte Flügeldecken haben, bei denen auch der mediane Nut-Feder-Mechanismus stark rückgebildet ist, haben im proximalen Bereich der Hinterkante der Elytre einen Nut-Feder-Mechanismus neu ausgebildet. Eine zapfenförmige Ausstülpung der Elytre greift in eine mediane Grube des Metathorax ein. Der submarginale Bindungsfleck zeigt bei den meisten Staphyliniden überaus regelmäßige flach liegende Plättchen, die da-

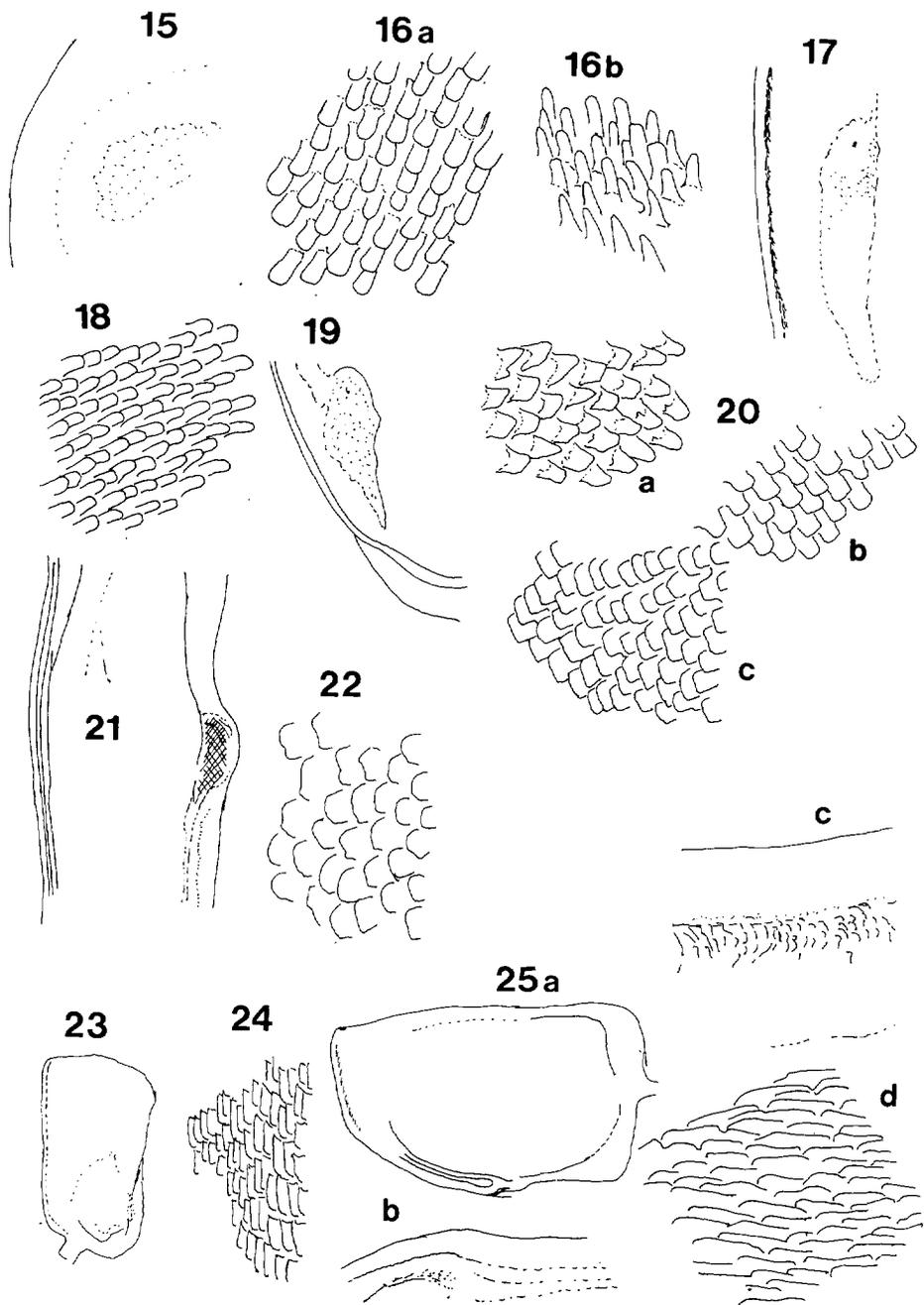


Fig. 15 - 25: 15: *Clytra quadripunctata*: Elytre von unten gesehen. Vergr. 50:1; 16: *C. quadripunctata*: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck in verschiedenen Positionen. Vergr. 1500:1; 17: *Leptino-*

tarsa decemlineata: Elytre von unten gesehen. Vergr. 50:1; 18: *L. decemlineata*: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck. Vergr. 1500:1; 19: *Agelastica alni*: Elytre von unten gesehen. Vergr. 50:1; 20a, b, c: *A. alni*: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck in verschiedener Position. Vergr. 1500:1; 21: *Cicindela* sp.: Elytre von unten gesehen. Vergr. 30:1; 22: *C.* sp.: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck. Vergr. 1500:1; 23: *Oxyporus rufus*: Elytre KOH-behandelt von unten gesehen. Vergr. 50:1; 24: *O. rufus*: Ausschnitt aus dem Bindungsfleck. Vergr. 1500:1; 25: *Cionus* sp.: a) Elytre von unten gesehen. Vergr. 30:1; b) Ausschnitt daraus in etwas anderer Position. Vergr. 50:1; c) Ausschnitt aus Nut an der Außenkante. Vergr. 500:1; d) Ausschnitt aus Bindungsfleck, Vergr. 1500:1.

her auch als lichtbrechendes Gitter wirken, obwohl diese Funktion wegen ihrer Lage an der Unterseite wahrscheinlich keine biologische Bedeutung hat.

Tab. 2 zeigt eine Übersicht über die bisher aufgefundenen Strukturen und deren Verteilung innerhalb der Käferfamilien. Man kann vermuten, daß diese Verriegelungsmechanismen sich zu einer Reihe steigender Festigkeit innerhalb der meisten Familien anordnen lassen und damit einen Beitrag zur natürlichen Systematik der Käfer liefern können.

Tabelle 2:

- A) Elytre auf der Unterseite ohne abgegrenzten Bindungsfleck mit differenzierten Mikrotrichen der Epikutikula. *Cantharis* sp. (Abb. 1, 2), *Rhagonycha* sp., *Lamprobiza splendidula* (Fig. 1, 2).
- B) Elytre mit einem Bindungsfleck auf der Unterseite (Submarginalfleck).
- a) Mit nadelartigen Mikrotrichen. *Hydrobius fuscipes* (Fig. 3, 4), *Trichodes apiarius*, *Mylabris variabilis* (Fig. 5, 6), *Melolontha melolontha* (Fig. 7, 8), *Phyllopertha horticola* (Abb. 3, 4), *Hoplia farinosa* (Fig. 9, 10), *Gastroidea viridula*.
- b) Mit schuppenförmigen Mikrotrichen (zumindest im zentralen Bereich) deutlich höher als Ansatz lang. *Meligethes* sp. (Fig. 11 - 14), *Cryptocephalus hypochoeridis*, *C. biguttatus*, *C. sericeus*, *Clytra quadripunctata* (Fig. 15, 16), *Leptinotarsa decemlineata* (Fig. 17, 18), *Agelastica alni* (Fig. 19, 20).
- c) Submarginalfleck mit schuppenförmigen Skulpturierungen, deren Ansatz an der Basis mindestens so lang ist wie ihre Höhe, meist aber viel länger. Zuweilen mit zusätzlichem Nut-Feder-Gesperre der Vorderkante der Elytre, bzw. mit stark verändertem Mechanismus der Hinterkante (bei Staphylinidae). *Cicindela* sp. (Fig. 21, 22), *Oxyporus rufus* (Fig. 23, 24), *Philonthus aerosus*, *Ocypus brevipennis*, *Aleochara bilineata*, *Adalia* sp., *Cetonia aurata*, *Cionus* sp. (Fig. 25, 26), *Otiobrychus* sp.
- C) Elytre mit zwei Bindungsflecken. An den Submarginalfleck schließt durch einen Zwischenraum getrennt ein zweiter Fleck, der sich mehr oder weniger lang entlang der Außenkante erstreckt. Differenzierte Mikrotrichen in beiden Regionen unterschiedlich orientiert oder ausgebildet. *Abax parallelepipedus*, Elateridae (Fig. 27 - 30), *Strangalia* sp., *Phymatodes* sp., *Purpuricenus* sp. (Fig. 31), *Crepidodera femorata*.
- D) Elytre auf der Unterseite mit 3 Bindungsflecken. Niedere Schuppen besonders am distalen dritten Bindungsfleck. *Rhopalodontus perforatus* (Fig. 32).

Ein Befund, der mit Hilfe von Natronlauge behandelten Elytren gewonnen werden könnte, soll noch kurz besprochen werden. Bei Cerambyciden ist nahe der Vorderkante der Innenseite ein Streifen dicht gestellter Mikrotrichen ausgebildet. Bei mehreren Chrysomeliden sieht man in diesem Bereich nur eine schwache Oberflächenskulpturierung, kocht man aber diese Elytren in starker Lauge, dann wird ein solcher Streifen von Mikrotrichen freigelegt, der dann völlig mit den Verhältnissen bei Cerambyciden übereinstimmt (s. Abb. 7 + 8).

Eine intensive Beschäftigung mit dem Bau der Elytren wird, so hoffe ich, wertvolle Beiträge zur Aufklärung der Phylogenie dieser überaus erfolgreichen Insektengruppe liefern können.

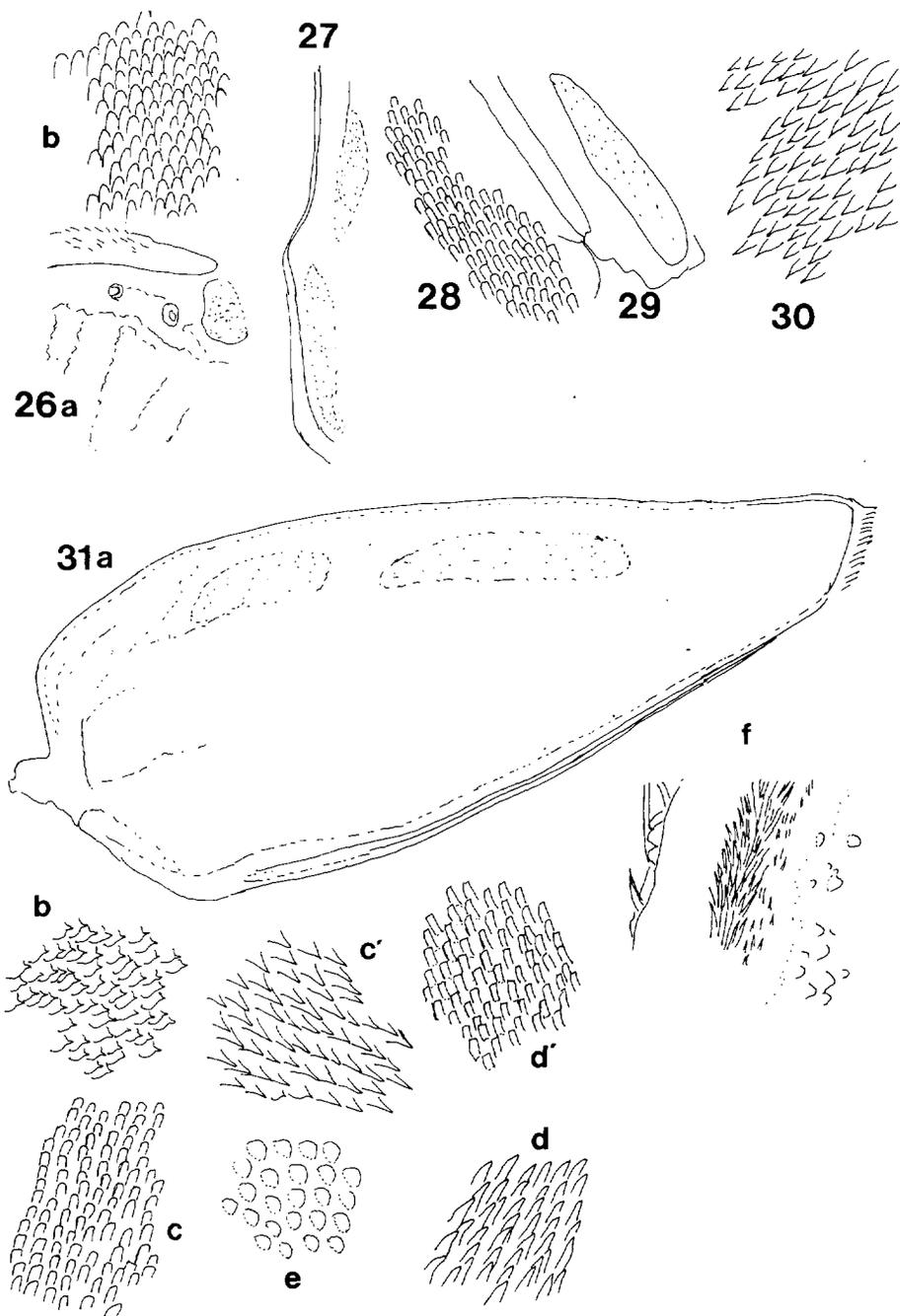


Fig. 26 - 31: 26: *Cionus* sp.: a) Abdomen mit 1. und 2. Stigma Pleuralkante als Feder zur elytralen Nut ausgebildet. Vergr. 50:1; b) Ausschnitt aus Federstruktur; 27: Elateridae: Elytre von unten gesehen.

Distal vom Submarginalfleck ein zweiter Bindungsfleck ausgebildet. Vergr. 30:1; 28: Ausschnitt aus Submarginalfleck. Vergr. 500:1; 29: Bindungsfleck am Metathorax. Vergr. 30:1; 30: Ausschnitt daraus, Vergr. 500:1; 31: *Purpuricenus* sp.: a) Elytre von unten gesehen mit zwei Bindungsflecken, Vergr. 30:1; b) Ausschnitt vor Submarginalfleck, Vergr. 500:1; c) und c') Ausschnitt aus Submarginalfleck in zwei verschiedenen Positionen, Vergr. 500:1; d) und d') Ausschnitt aus zweitem Bindungsfleck in den zwei entsprechenden Positionen. Man beachte die unterschiedliche Orientierung, Vergr. 500:1; e) Skulpturierung in der Elytrenmitte, Vergr. 500:1; f) Ausschnitt von der Außenkante der Elytreninnenseite, Vergr. 500:1.

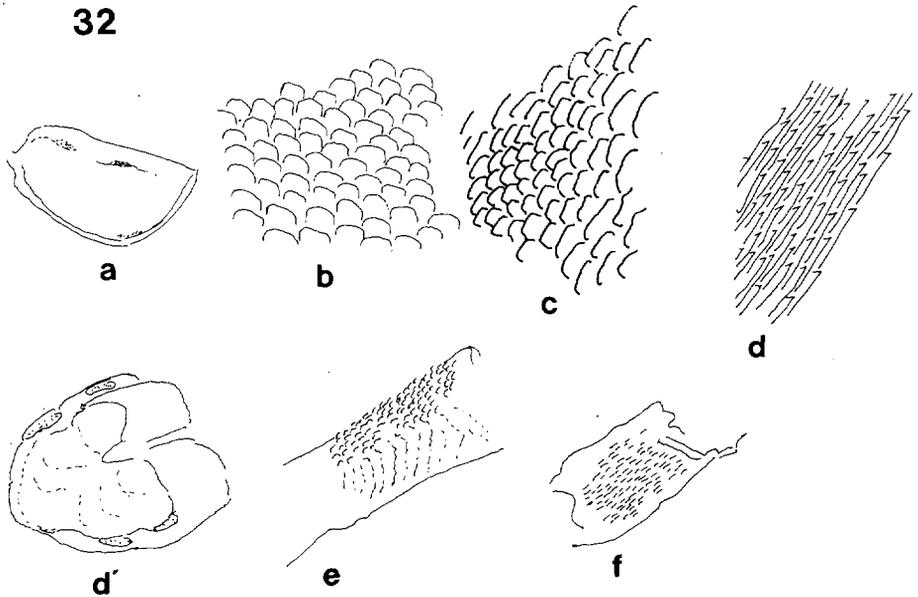


Fig. 32: *Rhopalodontus perforatus*: a) Elytre von unten gesehen. Drei Bindungsflecke sichtbar (schraffiert), Vergr. 50:1; b) Ausschnitt aus Submarginalfleck, Vergr. 1500:1; c) Ausschnitt aus zweitem Bindungsfleck, Vergr. 1500:1; d) Ausschnitt aus drittem ganz distal und median gelegenen Fleck, Vergr. 1500:1; d') Thorax und Abdomen von oben gesehen. Bindungsflecke punktiert, Vergr. 50:1; e) Abdominaler Bindungsfleck, Vergr. 500:1; f) Metathorakaler Bindungsfleck, Vergr. 500:1.

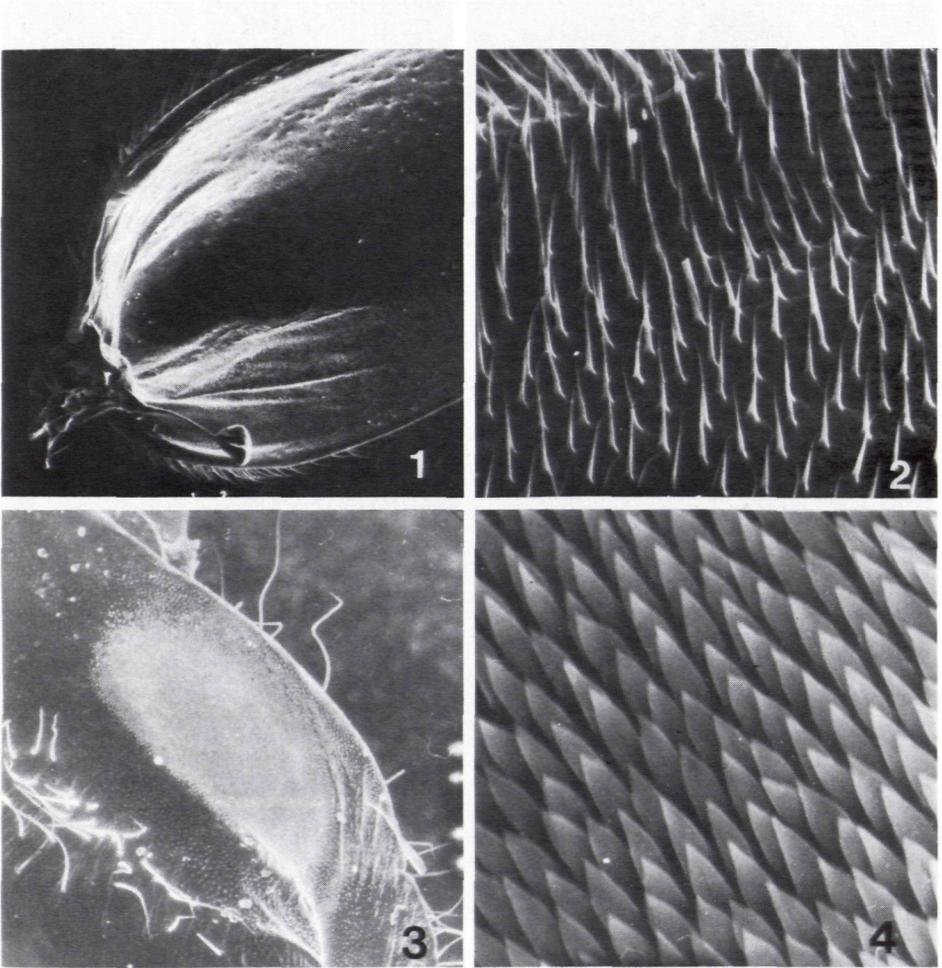


Abb. 1: *Cantbaris* sp.: Ansicht der Innenseite der Elytre, Nut nach oben orientiert. Vergr. 160 : 1 (Pr.Nr. 21812)

Abb. 2: Ausschnitt aus der Innenseite der Elytre im submarginalen Bereich. Gleichmäßiger Besatz mit langen dünnen Mikrotrichen, ein abgebrochenes Haar ist sichtbar. Vergr. 800 : 1 (Pr.Nr. 21815)

Abb. 3: *Phylloperla horticola*: Ansicht der Innenseite der Elytre, nur der basale Teil nahe der Vorderkante abgebildet, der einzige Bindungsfleck (= Submarginalfleck) ist deutlich abgegrenzt zu sehen. Vergr. 80 : 1 (Pr.Nr. 23275)

Abb. 4: Ausschnitt aus dem Submarginalfleck. Vergr. 2400 : 1 (Pr.Nr. 23273)

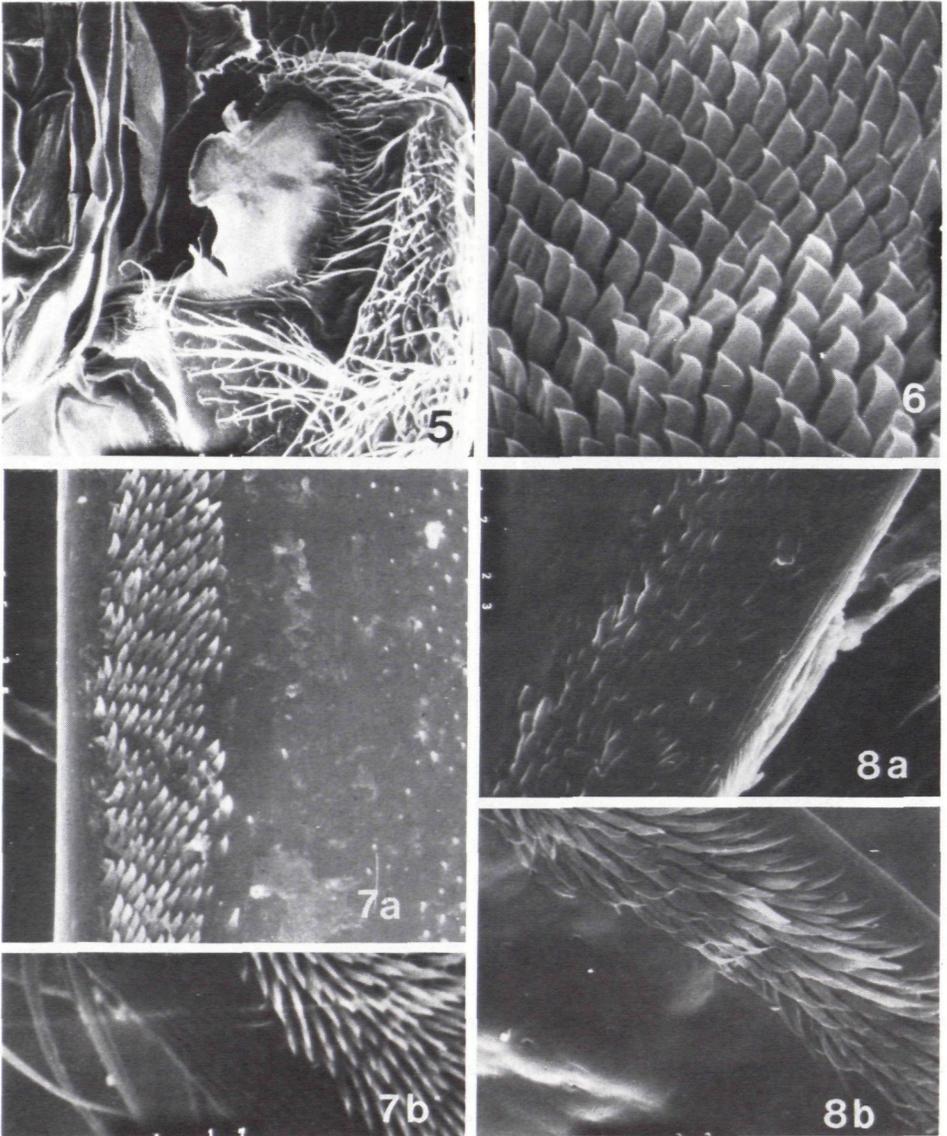


Abb. 5: *Phylloperla horticola*: Bereich des lateralen Metathorax. Bindungsfleck deutlich sichtbar. Median eingerissen. Vergr. 80:1 (Pr.Nr. 22124)

Abb. 6: Ausschnitt aus dem metathoraklem Bindungsfleck. Vergr. 2400:1 (Pr.Nr. 22122)

Abb. 7: *Strangalia* sp.: Außenkante der Elytren von unten gesehen. a) Vergr. 800:1 (Pr.Nr. 25535), b) (Pr.Nr. 25117)

Abb. 8: *Agelastica alni*: a) Unbehandelte Außenkante der Elytre von unten gesehen. Vergr. 800:1 (Pr.Nr. 21223), b) mit 10 N KOH gekocht. Vergr. 800:1 (Pr.Nr. 22032)

Literatur:

- BAEHR, M. (1976): Das Prothorakalskelett von *Attractocerus* (Lymexylonidae) und seine Bedeutung für die Phylogenie der Coleopteren, besonders der Polyphagen (Insecta: Coleoptera). – Zoomorph., **85**: 39 - 58.
- (1980): Zur Funktionsmorphologie und evolutiven Bedeutung der elytralen Sperrmechanismen der Scaritini (Coleoptera: Carabidae). – Entomol. generalis, **6**: 311 - 333.
- BAUER, T. (1973): Zur Stridulation von Laufkäfern der Gattung *Elaphrus* FABR. (Carabidae). – Forma et functio, **6**: 177 - 190.
- CROWSON, R.A. (1960): The phylogeny of Coleoptera. – Ann. Rev. Ent., **5**: 111 - 134.
- (1972): A review of the classification of Cantheroidea (Coleoptera), with the definition of two new families, Cneolossidae and Omethidae. – Rev. Univ. Madrid, **21** (82): 35 - 77.
- HEBERDEY, R.F. (1938): Beiträge zum Bau des Subelytralraumes und zur Atmung der Coleopteren. – Ztsch. Morph. Ökol. Tiere, **33**: 667 - 734.
- KRZELJ, S. (1969): Structure anatomique comparée des élytres des Coléoptères. – Ann. Soc. R. Zool. Belg., **99**: 85 - 109.
- KRZELJ, S. et JEUNIAUX, C. (1968): Propriétés physiques comparées des élytres des Coléoptères. – Ann. Soc. R. Zool. Belg., **98**: 87 - 99.
- MARCU, O. (1932): Beitrag zur Kenntnis der Stridulationsorgane von *Hydrophilus* und *Hydrobius*. – Zool. Anz., **100**: 80 - 81.
- (1933): Zur Kenntnis der Stridulationsorgane der Gattung *Limnoxenes* (Hydrophilidae). – Ibidem., **101**: 60 - 61.
- SCHELOSKE, H.-W. (1975): Fortpflanzungsverhalten und Lauterzeugung bei *Laccobius minutus* (L.) (Coleoptera, Hydrophilidae). – Verh. dtsh. zool. Ges., 1974, Bochum: 329 - 334.
- SCHNEIDER, P. (1974): Start und Flug des Sandlaufkäfers (*Cicindela*). – Naturwissensch., **61**: 82 - 83.
- (1975a): Die Flugtypen der Käfer. – Entomol. germ., **1**: 222 - 231.
- (1975b): Die Faltungsmechanismen der Hinterflügel bei Käfern. – Ibidem, **1**: 232 - 248.
- (1978): Die Flug- und Faltungstypen der Käfer (Coleoptera). – Zool. Jb. Anat., **99**: 174 - 210.
- (1981a): Beiträge zur Flugbiologie der Käfer I. Einstellung der Flügelschlagfrequenz im fixierten und im freien Flug. – Zool. Jb. Physiol., **85**: 126 - 145.
- (1981b): Beiträge zur Flugbiologie der Käfer II. Steuerung der Flügelschlagamplitude und des Kurvenfluges. – Ibidem, **86**: 371 - 399.
- SCHNEIDER, P. u. HERMES, M. (1975): Aerodynamische Eigenschaften der Käferelytren. – Ibidem, **81**: 273 - 280.
- (1976): Die Bedeutung der Elytren bei Vertretern des *Melolontha* Flugtyps (Coleoptera). – J. comp. Physiol., **106**: 39 - 49.
- SCHNEIDER, P. u. HOESE, B. (1982): Vergleichende Untersuchung zur Beziehung zwischen Körpergröße, Muskelaufbau und Flügelschlagfrequenz bei Käfern (Coleoptera). – Zool. Jb. Physiol., **86**: 511 - 525.
- SCHNEIDER, P. u. KRÄMER, B. (1974): Die Steuerung des Fluges beim Sandlaufkäfer (*Cicindela*) und beim Maikäfer (*Melolontha*). – J. comp. Physiol., **91**: 377 - 386.
- SCHNEIDER, P. u. MEUERER (1975): Die mittelbar indirekte Bewegung der Elytren beim Nashornkäfer *Oryctes boas* FABR. (Coleoptera). – Zool. Jb. Physiol., **79**: 297 - 310.
- STELLWAAG, F. (1914a): Sperrtriebe am Insektenthorax. – Biol. Zbl., **34**: 444 - 450.
- (1914b): Der Flugapparat der Lamellicornier. – Ztsch. Zool., **108**: 359 - 429.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [70](#)

Autor(en)/Author(s): Klima Jörg

Artikel/Article: [Die Gesperre der Käfer-Elytren und deren phylogenetische Bedeutung \(Insecta: Coleoptera\). 155-165](#)