

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Rostock

Die Flügeldecken der Carabidae

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

einer Hohen Philosophischen Fakultät

der Universität Rostock

vorgelegt von

Fritz Sprung

aus Swinemünde

Referent: Professor Dr. P. SCHULZE

Sonderabdruck aus

Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere. Bd. 24, Heft 3/4

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1932

ISBN 978-3-662-40806-3 ISBN 978-3-662-41290-9 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-41290-9

Inhaltsübersicht.		Seite
Einleitung		435
Material und Technik		436
Bemerkungen zur Zucht und Biologie.		437
I. Teil: Untersuchungen zur Entwicklung der imaginalen Elytre.		
1. Historisches		438
2. Eigene Untersuchungen		439
II. Teil: Allgemeinere Untersuchungen über den Bau der Flügeldecken bei den Carabidae.		
1. Historisches		443
2. Die Außenlage		444
3. Die Hauptlage		447
4. Die Dornenschicht		450
5. Haare und Borsten		452
6. Sinnesorgane		456
7. Drüsen		457
III. Teil: Spezielle Untersuchungen an den Elytren einzelner Gattungen.		
1. Historisches		459
2. Die Carabinae		460
3. Die übrigen Genera		468
Zusammenfassung		488
Literaturverzeichnis		489

Einleitung.

Durch die Untersuchungen von P. SCHULZE über Chitin- und Cuticularstrukturen wurden unsere Kenntnisse über den feineren Aufbau der Insektencuticula wesentlich erweitert, zeigte sich doch u. a., daß selbst der Bau der Flügeldecken in den verschiedenen Coleopteren Gruppen nicht einheitlich ist, und daß die Oberflächenstruktur als wertvolles Hilfsmittel bei der Unterscheidung der Rassen einer Art herangezogen werden kann. Eine ausführliche Darstellung vom Deckenbau auf systematischer Grundlage hat STEGEMANN kürzlich für die Cicindelinae veröffentlicht und damit weitere interessante Beiträge geliefert. Es lag nahe, derartige Untersuchungen auch auf die im System folgende formenreiche Familie der Carabidae auszudehnen. Man wird bei der Aufstellung eines natürlichen Systems oder bei der Rassenforschung nach den bisherigen Ergebnissen nicht mehr ohne weiteres an einem genaueren Studium der Flügeldecken vorbeigehen dürfen.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in drei Teile. Im ersten soll kurz auf die Entwicklungsvorgänge in der Elytre nach dem Schlüpfen des Käfers eingegangen werden. Der zweite Teil enthält eine allgemeinere Darstellung vom morphologischen und inneren Bau der Carabidenelytren. Den Abschluß der Arbeit bilden die speziellen Untersuchungen über die Flügeldecken der einzelnen Gattungen, die sich vor allem auf die Oberflächenstrukturen, Zahl und Lage der Sinnesborsten und die Ausbildung der Hauptlagen erstrecken.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. P. SCHULZE, für die Anregung zu der Arbeit und sein stetes Interesse bei der Ausarbeitung meinen Dank auszusprechen. Ferner danke ich Herrn Privatdozent Dr. E. SCHLOTTKE für manchen guten Ratschlag.

Material und Technik.

Der Hauptteil der Untersuchungen wurde an altem Sammlungsmaterial ausgeführt. Zu großem Dank bin ich Herrn Dr. W. HORN, dem Direktor des Deutschen Entomologischen Institutes zu Dahlem, und Herrn Prof. Dr. KUNTZEN vom Zoologischen Museum zu Berlin für die liebenswürdige Überlassung determinierter Arten verpflichtet. Einen Teil des Materials habe ich von der Entomologischen Firma STAUDINGER in Dresden bezogen.

Bei der großen Artenfülle der behandelten Coleopterenfamilie mußte aus naheliegenden Gründen eine starke Auswahl getroffen werden, die sich vor allem nach dem zur Verfügung stehenden Material richtete und ein wenig willkürlich ist. Nach Möglichkeit wurden alle größeren oder bekannteren paläarktischen Gattungen berücksichtigt, während exotische Formen nur in wenigen Fällen zur Untersuchung herangezogen wurden. Insgesamt habe ich über 240 Arten aus 76 Gattungen, davon die Gattung *Carabus* mit 55 Arten bzw. Variationen auf den Bau ihrer Elytren hin untersucht. In der systematischen Anordnung und Nomenklatur liegt der *Catalogus Coleopterorum* von WINKLER (1924) zugrunde.

Bei der Untersuchung wurde im allgemeinen folgendermaßen verfahren. Eine Flügeldecke wurde unbehandelt und als ganzes über Xylol in Kanadabalsam eingebettet, um die Oberflächenstrukturen, Lage der Porenpunkte und andere Einzelheiten studieren zu können. Die andere Elytre wurde zur Anfertigung von Querschnitten mit verdünnter Kalilauge 1—2 Tage im Thermostaten vorbehandelt. Durch diese verhältnismäßig kurze Einwirkung der Lauge wird eine gewisse Schmeidigkeit des sonst äußerst spröden Chitins erzielt, ohne daß die Pigmentierungsverhältnisse in dieser Zeit eine erhebliche Veränderung erfahren hätten. Daneben wurden Querschnitte durch mit Diaphanol aufgehellte, unbehandelte und verschieden langer Kalilaugenbehandlung ausgesetzte Flügeldecken hergestellt. Bei der Diaphanolanwendung ist eine genügend lange Einwirkung bis zur völligen Entpigmentierung und danach ein sorgfältiges Auswaschen des Objektes in Wasser oder 40%igen Alkohol zur Erzielung einwandfreier Farbreaktionen unbedingt erforderlich. Nach der Vorbehandlung kamen die Elytren in 70%igen Alkohol, dann in Aceton, das einmal erneuert wurde, weiter in ein Aceton-Benzolgemisch (Mischungsverhältnis 1 : 2), Aceton-Benzol (2 : 1) und schließlich in reines Benzol, das auch gewechselt wurde. Die Objekte blieben in jeder Stufe nicht länger als 20 Min., vor allem ist die Einwirkung des Benzols möglichst zu kürzen. Diese Methode (P. SCHULZE 1927/28) erwies sich als gut brauchbar, da die härtende Wirkung der hochprozentigen Alkohole umgangen wird. Die Elytren kamen zum Schlusse über Benzol-Paraffin für 12 Stunden in reines Paraffin.

Über die Beschaffenheit und den Nachweis des Chitins sei an dieser Stelle einiges gesagt. Das Chitin ist ein stickstoffhaltiges Kohlehydrat, dessen che-

mische Strukturformel noch nicht einwandfrei festgelegt ist. Chitin ist unlöslich in verdünnten Säuren und in Alkalilaugen, löslich in starker Salz-, Schwefel- oder wasserfreier Ameisensäure. Für den Nachweis in den Elytren kommen praktisch vor allem zwei Methoden in Frage: 1. die Diaphanol-Chlorzinkjodmethode nach P. SCHULZE, 2. die WISSELINGH-Methode, 3. weniger die Farbreaktionen mit α - und β -Naphthol nach P. SCHULZE und KUNICKE, da zu diesem Zwecke das Chitin in Schwefelsäure gelöst werden muß. Bezüglich der genaueren Ausführung der Reaktionen siehe P. SCHULZE 1926. Ausführliche Angaben über die Eigenschaften und den Nachweis des Chitins finden sich weiterhin in den Arbeiten von CAMPBELL und KOCH.

Um die Elytren in ihre einzelnen Schichten zu zerlegen, eignet sich das Verfahren von P. SCHULZE in der von KUNICKE abgeänderten Form sehr gut. Man läßt ein Gemisch von 75% Glycerin und 25% Salzsäure ungefähr 8 Tage auf eine Elytre im Thermostat bei 60° C einwirken. Ohne größere Schwierigkeit können dann die Chitinlagen mit einer Nadel mehr oder weniger isoliert werden. Zum Nachweis der zwischen den einzelnen Fasern einer fibrillären Chitinschicht befindlichen Zwischensubstanz werden Elytrenstücke etwa 14 Tage mit Pepsinsalzsäure (3 g Pepsin, 2 g Salzsäure und 50 g Wasser) bei 60° C behandelt. Die betreffende Substanz ist dann gebräunt. Aus den nach der Behandlung mit Schwefelsäure übrig gebliebenen Resten der Sekretschicht wurde die Säure durch Auswaschen in Glycerin entfernt und die Häutchen dann zwecks weiterer Untersuchung in Wasser gebracht.

Die Schnittstärke betrug im allgemeinen 10 μ . Gefärbt wurden die Schnitte mit Lichtgrün S. Als Kernfärbung ergab Galloeyanin nach BECHER gute Bilder. Die lebenden Elytren wurden mit CARNOY (6 Teile absoluter Alkohol, 3 Teile Chloroform, 1 Teil Eisessig) fixiert, und zwar ließ ich die Flügeldecken der frisch geschlüpften Käfer etwa 10 Min. und die vollentwickelten bis zu einer $\frac{1}{2}$ Stunde in der Flüssigkeit. Die Zeichnungen wurden unter Benutzung des ABBESchen Zeichenapparates angefertigt.

Zur Zucht und Biologie.

Zur Untersuchung entwickelungsgeschichtlicher Fragen hatte ich Zuchten von *Carabus nemoralis* MÜLL. und *C. granulatus* L. angesetzt. Über die Lebensweise dieser beiden Laufkäfer sind wir durch die Arbeiten von OERTEL und die kürzlich erschienene von DELKESKAMP näher unterrichtet. Da die Zuchtergebnisse des letztgenannten Autors aber nicht sehr erfolgreich waren, sind vielleicht einige kurze Angaben über meine Zuchten von Interesse. Genauere Daten über die Entwicklung kann ich leider auch nicht geben, da die Larven möglichst ungestört bleiben sollten.

Die Zuchtkäfer hatte ich im Herbst in der Umgebung von Rostock gefangen. Es wurde immer je ein Paar nach der üblichen Methode in einem $\frac{3}{4}$ mit Gartenerde gefüllten Blumentopf an schattigen Orten gehalten. Die Imagines und später die Larven wurden fast ausschließlich mit Regenwürmern gefüttert, daneben hin und wieder mit rohem Fleisch. Die von DELKESKAMP bei seinen *nemoralis*-Zuchten beschriebenen Mißerfolge durch Gregarinenbefall traten bei meinen Tieren in keinem Falle auf. Alle Altkäfer gingen erst im Sommer unter den bekannten Alterserscheinungen ein. Zur Verfügung hatte ich vier Pärchen von *Carabus nemoralis*, von denen das eine Anfang Juli entw. und drei Pärchen von *C. granulatus*. Die Zahl der gefundenen Eier betrug für *nemoralis* etwa 120, also durchschnittlich auf ein Weibchen über 30, und für *granulatus* insgesamt über 100. DELKESKAMP konnte bei seinen *nemoralis*-Zuchten bei einem Material von 60 Tieren nur 4 Eier als Höchstzahl für ein Paar erzielen. Den Mißerfolg glaube ich

zu einem großen Teile in der Zuchtmethode erblicken zu dürfen, indem die Glascshalen zu wenig Erde (2—3 cm) enthielten. Wenigstens fand ich bei denjenigen meiner Käfer, die ich eine Zeitlang in ähnlicher Weise hielt, auch keine Eier. Nachdem ich die Tiere in den Blumentopf zurückgesetzt hatte, begann eine starke Eiablage. Wie man leicht beobachten kann, legt *C. nemoralis* seine Eier selbst in sehr festem Lehmboden bis 10 cm tief. Bei der Herausnahme der Eier aus der Erde, was alle paar Tage geschah, und der Behandlung der jungen Larven braucht keine große Sorgfalt beachtet zu werden, da beide Stadien wenig empfindlich sind. Die Larven wurden zuerst bis zu etwa acht Stück in einem großen Einmacheglas gehalten, das mit einem Gemisch von Garten- und Walderde $\frac{3}{4}$ gefüllt war. Die Mischung mit Waldboden erwies sich insofern als günstig, als dieser eine zu große Nässe durch seine aufsaugende Fähigkeit verhinderte. Wenn die Larven größer waren, ließ ich nur noch zwei bis drei in einem Gefäß, und in kleineren Gläsern nur ein Exemplar. Größere Schwierigkeiten bei der Aufzucht entstanden eigentlich erst beim Übergang vom 3. Larvenstadium zur Puppenruhe. Zahlreiche Larven lagen aufgedunsen und steif, wie es DELKESKAMP auch beschreibt. Doch gelang es mir, etwa 12% der Eier bei *C. nemoralis* und ungefähr 15% bei *C. granulatus* durch das Puppenstadium bis zum Schlüpfen zu bringen.

Für die Haltung der Puppen möchte ich auf eine sehr empfehlenswerte Methode hinweisen, wie sie P. STEINER in seiner Arbeit über *Panorpa communis* benutzt hat (Z. Morph. u. Ökol. Tiere 17, H. 1/2, 24). Die *Carabus*-Puppen wurden in Glasröhrchen von etwa 1,5 cm Durchmesser, die zur Hälfte mit Fließpapier ausgelegt waren, gehalten. Als Verschuß diente ein Wattebausch, der des öfteren anzufeuchten ist. Die Röhrchen wurden in einem mit Seesand gefüllten und durch einen Deckel verdunkelten Kasten aufbewahrt. Die Gefahren der Schimmelbildung, wie sie in der feuchten Erde leicht eintreten, oder der Parasitierung sind so zu vermeiden. Man kann außerdem die allmähliche Pigmentierung der verschiedenen Teile, den Moment des Schlüpfens und andere Vorgänge gut verfolgen.

Die ersten Eier fand ich bei *C. nemoralis* Anfang Mai. Die Puppenruhe dauerte in einigen beobachteten Fällen 12—15 Tage. Der erste Käfer schlüpfte am 12. Juli, der letzte am 4. August. Bei *C. granulatus* beträgt nach OERTEL die Entwicklungsdauer vom Ei bis zur Imago 40—50 Tage. In meinen Zuchten schlüpften der erste Käfer am 22. Juli und die letzten erst am 9. und 11. September.

I. Teil.

Zur Entwicklung der imaginalen Elytre.

1. Historisches.

Im Gegensatz zu anderen Insektengruppen, z. B. den Lepidopteren, ist die Literatur über die Entwicklung der Coleopterenflügel erstaunlich gering.

Die ersten grundlegenden Untersuchungen auf diesem Gebiete verdanken wir E. KRÜGER. Als Material dienten ihm vor allem *Lema asparagi* und *L. merdigeri*, daneben *Tenebrio molitor*. Die Imaginalscheiben treten im letzten Larvenstadium vor der Häutung zur Puppe als seitliche Verdickungen im Grunde einer Einstülpung auf und werden später sackartig ausgestülpt. Anfänglich zeigen Vorder- und Hinterflügel histologisch keine Differenzierung, die erst in späteren Stadien einsetzt. In der Puppe spaltet sich die Grundmembran, und dadurch wird die für die Flügeldecke charakteristische Ausbildung eines dorsalen und eines ventralen Schichtenkomplexes eingeleitet. Die Querbrücken (Columnae) entstehen als grubenförmige Einsenkungen der oberen Lamelle. Die Chitinausscheidung beginnt dorsal kurz vor der Verpuppung, während die Ventralseite zu-

erst noch vollkommen chitinlos ist. Der frisch geschlüpfte Käfer zeigt noch keine Pigmentierung, die Bildung des Chitins ist nicht abgeschlossen und die Verbindung der beiden Flügellamellen durch die Columnen noch nicht hergestellt. Alle diese Vorgänge finden erst in der Imago ihren Abschluß. Die Entwicklung der Drüsen beginnt ziemlich früh in der Puppenruhe. Auch die Entstehung der Chitinstachel der Alae geht auf das erste Puppenstadium zurück. Sie bestehen anfänglich aus Protoplasma, welches nach und nach durch Chitin ersetzt wird.

TOWER geht zunächst auf die verschiedenen Typen der larvalen Elytrenentwicklung ausführlich ein, die hier nicht näher berücksichtigt werden soll. Die ersten Anlagen der Flügel erscheinen bei den Carabinen im vorletzten Larvenstadium, um bis kurz vor der Verpuppung keine Weiterentwicklung zu erfahren. In der Puppe wird die primäre Cuticula (Außenlage) gebildet. Eine stärkere Ausscheidung von Chitin beginnt erst in der jungen Imago. Nach Bildung der Columnenmitte und Pigmentierung der primären Cuticula wird die sekundäre Cuticula, die der Hauptlage entspricht, abgeschieden. Die Chitinbildung in den Elytren kann noch fortgesetzt werden, nachdem der Käfer bereits zu fliegen begonnen hat. Die die Chitinschichten durchziehenden Porenkanäle enthalten in der älteren Flügeldecke kein Plasma mehr und sind mit Luft gefüllt.

2. Untersuchung zur Elytrenentwicklung.

Die Untersuchungen erstrecken sich besonders auf die ersten Stadien frisch geschlüpfter Imagines von *Carabus nemoralis* MÜLL. und *Carabus granulatus* L., die aus Eiern gezogen waren. Bekanntlich finden in der Flügeldecke eines jungen Käfers noch starke Entwicklungsvorgänge statt. Die Käfer schlüpfen rein weiß, nur die Schienen, Tarsen, Mundwerkzeuge und Augen sind bereits im letzten Puppenstadium fast ausgefärbt. Die ersten Pigmentierungserscheinungen bei der Puppe zeigten sich in den Augen. Wenige Minuten nach Beendigung des Schlüpfaktes haben die Elytren ihre spätere Form angenommen. Die Skulpturen wie Rippen- und Kettenstreifen sind ausgebildet, so daß zur Vervollständigung anscheinend nur noch die Pigmentierung fehlt.

Verfolgen wir zunächst makroskopisch die weiteren Vorgänge bei *C. granulatus*, so zeigt sich folgendes. Die Flügeldecken sind in den ersten 3 Stunden nach dem Schlüpfen weiß und durchscheinend. Ein schwach irrisierender Schimmer ist vorhanden. Nach etwa 6 Stunden sind die Decken bräunlich getönt, um nach weiteren 6 Stunden durch ein tief violettes, metallisches Aussehen zu überraschen. Eine in diesem Stadium abgetrennte Elytre ist aber noch durchsichtig. Der violette Glanz fehlt nach der Isolierung und beruht daher wohl zum Teil auf dem als dunkler Untergrund dienenden Abdomen. Die Stärke der Pigmentierung nimmt von der Basis zur Spitze hin ab. Ungefähr 18 Stunden nach dem Schlüpfen sind die Elytren ausgefärbt und besitzen den bekannten Metallglanz. In den ersten Tagen sind die Flügeldecken sehr weich und geben jedem Druck nach.

Bei *C. nemoralis* haben die Elytren nach 6 Stunden eine hellbraune

Färbung angenommen, die nach und nach dunkler wird und nach etwa 18 Stunden die endgültige Pigmentierung zeigt. Die Elytren eines jungen Käfers unterscheiden sich von denen eines älteren durch ihren fettigen Glanz und eine rötliche Tönung.

Durch die Flügeldecken verschieden alter Jungkäfer wurden nun Querschnitte angefertigt. Abb. 1 stellt einen Schnitt durch die noch ungefärbte Elytre eines frisch geschlüpften Laufkäfers dar. Die Elytre ist auf der Dorsalseite von der Außenlage begrenzt, wie aus der Lage der Sinnesorgane hervorgeht. Den ventralen Abschnitt bildet die Dornenschicht mit ihren typischen Anhängen, die voll entwickelt sind. Diese beiden Teile werden also bereits in der Puppe fertig angelegt. Erwähnt sei hier, daß die die Elytrenanlage in der Puppe umgebende

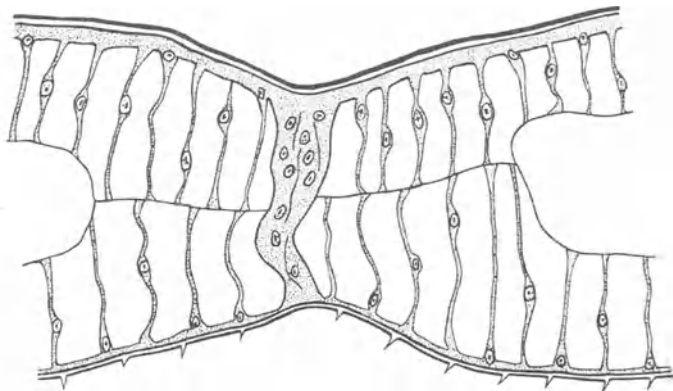


Abb. 1. Querschnitt durch die Flügeldecke eines frischgeschlüpften *Carabus granulatus*.
Vergr. 1 : 420.

Scheide auf der dorsalen Seite außen mit kleinen Spinulae besetzt ist. Von dem später fast die ganze Flügeldecke einnehmenden Schichtenkomplex der Hauptlage fehlt also beim frisch geschlüpften Käfer noch jede Spur.

Prüft man einen Elytrenquerschnitt in diesem Stadium auf Chitin, so gibt die dorsale Schicht nach Aufhellung in Diaphanol mit Chlorzinkjod eine deutliche Violettfärbung, nicht aber die Dornenschicht. Bringt man ferner die Decke in konzentrierte Schwefelsäure, dann bleibt sowohl eine Schicht, die die ursprüngliche Oberflächenfelderung aufweist, als auch die Dörnchenschicht zurück. Die dorsale Außenlage setzt sich also aus zwei Bestandteilen zusammen, über der relativ breiten chitinhaltigen Pigmentschicht liegt eine dünne, nicht chitinöse Lamelle, und auch die Unterseite enthält eine säurefeste Schicht. Setzt man den Schnitten einen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure zu, so tritt nach kurzer Zeit eine Vertikalstreifung der Pigmentschicht ein, die an die

bei vielen Coleopteren vorhandene Stäbchenschicht oder Alveolarsaum erinnert, von der man aber im gewöhnlichen Schnittpräparat bei den Carabiden keine Andeutung findet. Über der Pigmentschicht hebt sich jetzt deutlich eine dünne Lamelle ab. Auch bei der Schnittfärbung mit Safranin und Lichtgrün trat eine Differenzierung der einzelnen Schichten deutlich hervor. Über der stark rötlich gefärbten Pigmentschicht lag ein schmaler hellgrüner Streifen. Auf der Unterseite hatten sich die Spinulae mit Safranin gefärbt, während die Schicht selbst Lichtgrün angenommen hatte. Wir können aus dieser letzteren Beobachtung schließen, daß die Dörnchen zum größten Teil aus Chitin bestehen, und daß die Elytrenunterseite homolog der Pigmentschicht von einer dünnen säurefesten Lamelle begrenzt wird, die der äußeren Schicht der dorsalen Decke entspricht und die Spinulae überzieht.

Ventral auf die Außenlage folgt im Querschnitt ein breiter, faseriger Plasmastreifen, der in enger Beziehung zu den darunter liegenden Epidermiszellen steht und sich mit Hämatoxylin färbt. Das die Flügeldecke ausfüllende Gewebe macht einen sehr lockeren Eindruck. Hohe schlanke Plasmastränge durchziehen in weiten Abständen voneinander die Decke. Nicht ganz in der Mitte teilt eine Grundmembran das Gewebe in einen dorsalen und ventralen Komplex. In letzterem sind die Zellen ein wenig höher und schlanker. Über der Dornenschicht bildet das Plasma nur einen dünnen Belag. Daß die mittlere Membran, wie TOWER beschreibt, aus zwei Lamellen besteht, die ihrerseits wiederum durch Plasmastränge verbunden sind, konnte ich bei *Carabus* nicht feststellen. Die Membran umgibt die Hohlräume der Elytre, die Blut, Fettkörper und Tracheen enthalten. In der Mitte der Abbildung ist die Anlage einer späteren Columne wiedergegeben, die uns auf den Schnitten als eine auffallend starke, säulenartige Ansammlung von Zellen und deren Kernen entgegentritt. Eine Fortsetzung der Außenlage in diese Columnenanlagen besteht noch nicht. Die Säulen bilden sich bei *Carabus* nicht durch Einfaltung der dorsalen Lamelle, wie es KRÜGER für *Lema* festgestellt hat, sondern es wird von den Zellhaufen zuerst die zentrale Achse — die primäre Columne — abgeschieden, die ihrer Natur nach der Außenlage entspricht. Nach und nach werden dann zugleich mit Bildung der Balkenlagen die einzelnen Chitinschichten angelagert. Eine ähnliche Säulenentstehung hat P. SCHULZE für *Lucanus cervus* beschrieben (1913, S. 169). Die rundlichen bis ovalen Zellkerne liegen in einer Ausbauchung der schlanken Zellen. In der dorsalen Hälfte sind die Kerne größer und zahlreicher anzutreffen. Vereinzelt liegen sie auch in dem Plasmasaum. Eine Anhäufung von Zellen findet sich an den Stellen, wo Haare oder Sinnesorgane ausgebildet sind. Die Zahl der auf einem Querschnitt angetroffenen Tracheenhauptstämme beträgt sechs, deren Umfang verschieden ist. Die stärkste Trachee verläuft in der Eupleura

und mißt im Durchmesser etwa 0,04—0,05 mm. Es folgt ein schwächerer Stamm (0,03 mm) in dem inneren Abschnitt des doppelt geschweiften Seitenrandes. Die drei Tracheenstämme, welche die primären Zwischenräume oder Kettenstreifen der Elytre durchziehen, sind demgegenüber mit kaum mehr als 0,01 mm Durchmesser erheblich schwächer. Die Nahttrachee ist 0,03 mm stark.

6 Stunden nach dem Schlüpfen bildet der Querschnitt vor allem insofern ein anderes Bild, als die Flügeldecke um mehr als die Hälfte zu-

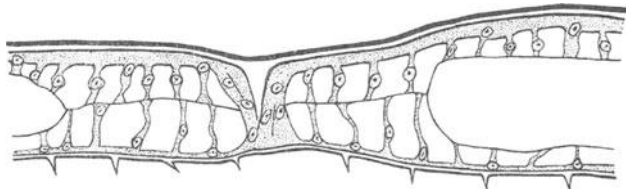


Abb. 2. Querschnitt durch die Elytre von *C. granulatus* 6 Stunden nach dem Schlüpfen. Vergr. 1:420.

sammengeschrumpft ist (Abb. 2). Der zentrale Teil der Columne ist in Fortsetzung der Außenlage schon mehr oder weniger von den Zellen abgeschieden. Die völlige Bildung der primären Columne nimmt etwa 3—4 Stunden in Anspruch. Bei einer 10 Stunden alten Elytre von *Carabus nemoralis*, bei dem im übrigen die Entwicklungsvorgänge ähnlich wie bei *C. granulatus* verlaufen, lassen sich in der Pigmentschicht zwei dunkelbraun pigmentierte Streifen von einem dazwischenliegenden helleren unterscheiden. Nach einigen Stunden ist die Schicht gleich-

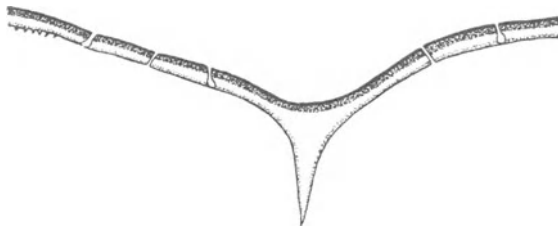


Abb. 3. Die Außenlage eines 10 Stunden alten *Carabus nemoralis*. Vergr. 1:420.

mäßig gefärbt. Sie ist von vielen kleinen flaschenförmigen „Drüsengängen“ durchsetzt (Abb. 3). Besonders differenzierte Drüsenzellen sind aber in der Hypodermis nicht zu finden.

Die erste dorsale Chitinschicht der Hauptlage, die später den größten Teil der Flügeldecke einnimmt, fand ich erst bei einer 24 Stunden alten Elytre von *C. nemoralis*. Die Abscheidung des Chitins geht sehr langsam vor sich. Bei einer 4 Tage alten Elytre waren nur zwei Balkenlagen ausgebildet, und selbst bei einem 14tägigen Laufkäfer war die Entwicklung noch nicht abgeschlossen. Die Epidermiszellen verlieren frühzeitig

ihre schlanke Form und beschränken sich auf einen wandständigen Belag, so daß die Mitte der Flügeldecke mehr oder weniger von Hohlräumen ausgefüllt wird.

Über den Vorgang der Chitinbildung und die Entstehung der komplizierten Strukturen und Skulpturen sind unsere Kenntnisse noch recht lückenhaft. Die einen Autoren vertreten die Ansicht, daß es sich bei dem Chitin um ein von den Zellen abgeschiedenes Sekret handelt, während andere eine Umwandlung des Plasmas zu Chitin annehmen. Die untersuchten Objekte eignen sich zur Klärung dieser Frage nicht, es soll nur hervorgehoben werden, daß sich der Plasmasaum auf den Schnitten immer mit einer scharfen Grenze von den Chitinlagen abhebt.

II. Teil.

Allgemeine Untersuchungen über den Deckenbau der Carabidae.

1. Historisches.

Da sich in einigen neueren Arbeiten bereits eine ausführliche Zusammenstellung der in Frage kommenden älteren Literatur findet, mag an dieser Stelle eine kurze Übersicht genügen, ohne auf Einzelheiten einzugehen.

Allgemein werden im Aufbau der Insektencuticula drei bis vier verschiedene ein- oder mehrschichtige Lagen unterschieden. Als äußere Schicht beschrieb HAECKEL 1857 ein dünnes Grenzhäutchen. Ventral kann ein vertikal gestreifter Alveolarsaum (BÜTSCHLI) oder eine Stäbchenschicht (BIEDERMANN) folgen. Die in der Regel auf die Grenzlamelle folgende unstrukturierte, pigmenthaltige Lage wird als Pigmentschicht (BÜTSCHLI, BIEDERMANN), primäre Cuticula (TOWER) oder Lackschicht (P. SCHULZE) bezeichnet. Alle diese Schichten faßt BIEDERMANN unter dem Namen Emailschiicht und BÜTSCHLI als Außenlage zusammen. Den Hauptteil der Flügeldecken nehmen die Chitinschichten der Balken- oder Hauptlage ein. Die Struktur des Chitins wird im allgemeinen als faserig, von BÜTSCHLI und seinen Schülern als wabig angenommen.

P. SCHULZE stellt dann zum erstenmal fest, daß der Bau der Cuticula in den einzelnen Coleopterenfamilien nicht einheitlich ist. Er unterscheidet drei Bautypen. Die Elytre eines Blattkäfers (*Melasoma*) ist relativ einfach gebaut und besteht aus Grenzlamelle, Hauptlage und Dornenschicht. Bei dem Hirschkäfer *Lucanus cervus* ergibt sich folgende Zusammensetzung:

Grenzlamelle	}	Außenlage
Alveolarsaum		
Lackschicht		
Hauptlage		
Dornenschicht.		

In den Elytren der Cicindelidae tritt an Stelle der Grenzlamelle eine in verdünnter Kalilauge lösliche Sekretschicht. Sie stellt eine Reliefskulptur mit erhabenen Leisten dar, die nicht ganz regelmäßige, oben offene Kästchen bildet und ist auch Trägerin der Pigmentierung. Die kleinen buckelförmigen Erhebungen auf der Elytrenoberfläche werden als Cyrtome bezeichnet. Sie bilden mit der Columnenmitte und den diese umgebenden Sechsecken ein Skulptursystem, das für die Rassenforschung von Bedeutung ist.

Nach HASS liegt eine derartige Sekretschicht auch bei den Brachyceriden und Buprestiden vor. Sie kann hier sogar mehrschichtig sein. Die Metallfarben werden durch dunkle, der Sekretschicht eingelagerte Körnchen erzeugt.

KREMER lehnt das Vorhandensein einer in Kalilauge löslichen Schicht für die Flügeldecken ab. Das von P. SCHULZE gefundene Sekretrelief soll nach ihm mit der Pigmentschicht der älteren Autoren identisch sein. Für die Zusammensetzung einer Coleopterenelytre gibt er folgendes Schema, das allen Familien in gleicher Ausbildung zukommt. Die obere Lamelle besteht aus a) Pigmentlage und b) Hauptlage, die untere aus a) Hauptlage und b) Pigmentschicht. Zwischen beiden Lamellen liegt das intermediäre Gewebe. Die Pigmentschicht ist das erste Produkt der chitinogenen Zellen. Eine Grenzlamelle braucht nicht immer vorhanden zu sein.

KÜHNELT unterscheidet in der Insekten cuticula drei Fundamentalschichten, die Grenzlamelle, die Pigmentschicht und die Hauptlage. Die Grenzschicht ist auf Querschnitten als eine stark lichtbrechende, unpigmentierte Linie zu erkennen und enthält kein Chitin. Sie weist zwei Arten von Strukturen auf, idio cuticulare und epicuticulare. Letztere stellen einen Abklatsch der Struktur der darunterliegenden Pigmentschicht dar. Die Grenzlamelle ist gegen konzentrierte Säuren und Alkalien sehr widerstandsfähig. Ein Sekretrelief an ihrer Stelle lehnt KÜHNELT auch ab, da er keine Löslichkeit einer Schicht in Kalilauge beobachten konnte. Die chemische Zusammensetzung der Pigmentschicht ist sehr kompliziert. In ihr ist Chitin mit anderen Stoffen wie Pigmenten, Spuren von Eiweißstoffen und besonders polymeren Kohlehydraten (Inkrusten) vergesellschaftet.

STEGEMANN ist in seinen ausführlichen Untersuchungen über die Flügeldecken der Cicindelinen auf die Arbeiten der beiden letztgenannten Autoren näher eingegangen und hat die Ergebnisse P. SCHULZES bestätigen können. Die dorsale Abgrenzung der Elytre setzt sich bei den Cicindelinen aus zwei Bestandteilen zusammen. Auf die in verdünnter 8—10%iger Kalilauge lösliche Sekretschicht folgt ventral eine strukturierte, chitinhaltige Pigmentschicht. Es ergibt sich demnach für die Cicindelinen folgender Elytrenbau:

Sekretschicht,
Pigmentschicht,
Hauptlage,
Dornenschicht.

Eine Ausnahme in dieser Familie bildet die Gattung *Mantichora*, die kein Sekretrelief sondern eine Grenzlamelle besitzt. Interessant ist die Feststellung, daß sich die beiden großen Formenkreise der Cicindelinae auch morphologisch im Bau ihrer Flügeldecken unterscheiden, indem bei der alokosternalen Phyle im Gegensatz zur platysternalen der Richtungswechsel in den einzelnen Schichten der Hauptlage fehlt. Bei der Gattung *Ctenostoma* besteht eine Beziehung zwischen zunehmender Pigmentierung und Umwandlung der Spinulae in Perlae.

2. Die Außenlage.

Unter diesen Begriff werden zweckmäßig alle über der dorsalen Hauptlage befindlichen Schichten zusammengefaßt.

Die Beschaffenheit der die Flügeldecken zu äußerst begrenzenden Lage ist umstritten. Auf Grund der bisherigen Arbeiten ergaben sich für die vorliegende Untersuchung folgende Fragen. Es war erstens zu prüfen, ob die Elytre bei den Carabiden dorsal von einer gegen starke Säuren und Alkalien widerstandsfähigen Grenzlamelle bedeckt ist, oder ob an ihrer Stelle das von P. SCHULZE aufgestellte Sekretrelief liegt, für welches die Löslichkeit in verdünnter Kalilauge als charakteristisch

gilt. Weiter war festzustellen, ob und inwieweit die Pigmentschicht (Lackschicht) eine Rolle im Aufbau der Carabidenelytre spielt. Einige Autoren (KREMER, KÜHNELT) lehnen ja das Vorkommen einer Sekretschicht überhaupt ab. Nach P. SCHULZE besitzen auch die Vertreter der Gattung *Carabus* eine solche, während sie nach KUNICKE bei *Calosoma sycophanta* fehlt. STEGEMANN konnte für die Cicindelinen beide Bautypen nachweisen. Neuerdings hat MANDL bei seinen physikalischen Farbenuntersuchungen an den Elytren von *Cicindela* die Laugenlöslichkeit einer Schicht bestätigen können.

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde folgendermaßen verfahren. 1. Eine Elytre wurde bis zu 10 Tagen bei Zimmertemperaturen mit konzentrierter Schwefelsäure behandelt, so daß alles Chitin als gelöst angenommen werden darf. Es blieben zahlreiche pigmentierte



Abb. 4. *Diachromus germanus*. Sekretschicht nach mehrtägiger H_2SO_4 -Behandlung.

Resthäutchen zurück, die unter dem Mikroskop die ehemaligen Oberflächenstrukturen erkennen ließen, und auch die Haargebilde hatten, wie Abb. 4 zeigt, keine Veränderung in ihrer äußeren Form erfahren. Der ursprüngliche Metallglanz war vielfach noch deutlich erhalten geblieben. Aus Abb. 5, einer nur wenige Stunden mit H_2SO_4 behandelten Elytre, geht sehr schön der Zusammenhang zwischen der oberen Schicht und dem zentralen Teil der Columnen hervor. Die Reste wurden nach Entfernung der Säure in Diaphanol gelegt und nach genügender Aufhellung auf etwaigen Chitingehalt geprüft. Die Reaktionen fielen erwartungsgemäß negativ aus. Andere Häutchen wurden mit 10%iger Kalilauge im Thermostat bei $60^\circ C$ behandelt. Nach 2 Tagen waren sie meist restlos in Lösung gegangen. Diese Versuchsanordnung wurde bei vielen Arten, unter anderem auch bei *Calosoma* mit demselben Ergebnis durchgeführt. Es liegt daher bei den Carabiden eine in verdünnter Kalilauge lösliche Oberflächenschicht vor, deren genaue Lage in der Flügeldecke im folgenden identifiziert werden soll. 2. Zu diesem

Zweck wurden mehrere Elytren einer Art in 8—10%ige Kalilauge unter Luftabschluß in den Thermostat gestellt. Alle 24 Stunden wurde eine Decke herausgenommen und auf Schnittserien die Wirkung der Lauge beobachtet. Abb. 6 zeigt die Außenlage einer 20 Stunden mit KOH behandelten Decke von *Carabus auratus*. Wir können deutlich drei verschieden stark pigmentierte Teile unterscheiden. Auf den äußeren,

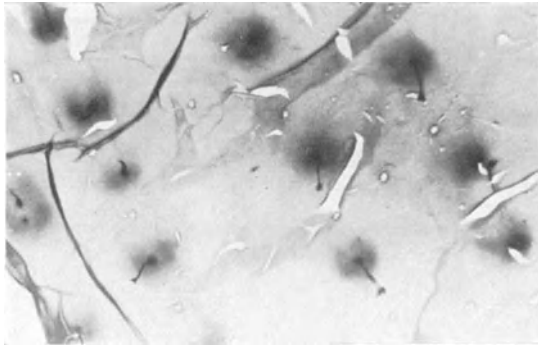


Abb. 5. *Notiophilus biguttatus*. Rückstände der Elytre nach 3 stündiger H_2SO_4 -Behandlung. 1 : 200.

dunkel gefärbten Streifen, der etwa die Hälfte der Außenlage einnimmt, folgt ein hellerer, und den ventralen Abschluß bildet wieder ein stark pigmentierter Saum. Ein ähnliches Bild hatten wir in der jungen Elytre vor ihrer Ausfärbung kennengelernt. Nach einer mehrtägigen Behandlung tritt eine Zusammensetzung der Außenlage aus zwei Komponenten

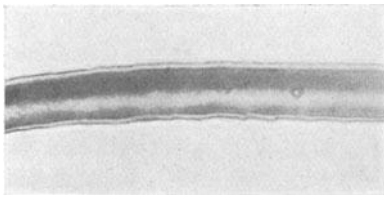


Abb. 6. *Carabus auratus*. Außenlage. 24 Stunden KOH. 1 : 800.

deutlich hervor. Auf der Abb. 7 hebt sich der breite chitinhaltige Teil, die Pigmentschicht, infolge schwacher Färbung kaum ab, dagegen ist jetzt zu äußerst eine dünne, strukturierte Schicht schön zu erkennen. Im vorliegenden Falle einer etwa 4 Tage mit KOH behandelten Decke von *C. auratus* nimmt man schon starke

Korrosionserscheinungen an dieser wahr. Nach etwa 8—12tägiger Behandlung ist die Schicht völlig verschwunden. Somit müssen wir in der Außenlage der Carabidenflügeldecke zwei verschiedene Bestandteile auseinanderhalten, eine Pigmentschicht und eine laugenlösliche Sekretschicht. Für die Bildung der Sekretschicht durch Drüsen, wie es bei den Cicindelinen angenommen wird, konnte ich bei *Carabus* keine Anhaltspunkte finden.

Es kommt in dieser Familie auch nicht zu einer so starken Entwicklung der Sekretschicht, wie sie bei vielen Cicindelinen bekannt ist. Die

Sekretschicht ist neben der Pigmentschicht Trägerin der Pigmentierung und der Struktur, wie ihre der Schwefelsäure widerstehenden Teile zeigen. Auch die Pigmentschicht erwies sich Säuren gegenüber als widerstandsfähig. Während die Schichten der Hauptlage sofort in Lösung gehen, wenn man einem dünnen Querschnitt einen Tropfen H_2SO_4 zusetzt, tritt dies bei der Pigmentschicht erst nach längerer Zeit und nur zum Teil ein. Da die Säure stark hygroskopisch ist, geht andererseits ihre Wirkung auf das Chitin bald verloren, so daß diese Beobachtungsmethode zu keinem zufriedenstellenden Resultat führte.

Die Struktur der Elytrenoberfläche ist außerordentlich mannigfaltig. Im einfachsten Falle wird sie von kleinen sechseckigen Feldern gebildet. Es kann nun zu einem stärkeren Hervortreten der Randleisten kommen, so daß wir von einer kästchen- oder wabigen Felderung sprechen, oder der mittlere Teil ist gehoben, und die Sekretschicht erhält dadurch ein pflasterartiges Aussehen. Andere Arten sind netzartig oder maschenförmig gemustert, indem die Polygone unregelmäßige Form annehmen. Durch eine Verzerrung der Struktur in eine Richtung oder durch die Ausbildung nur bestimmter Leisten können weiterhin die verschiedenartigsten Muster entstehen. Bei einigen Arten ist die Oberfläche der Flügeldecke glatt, oder die Struktur nur noch an der Elytrens Spitze angedeutet.

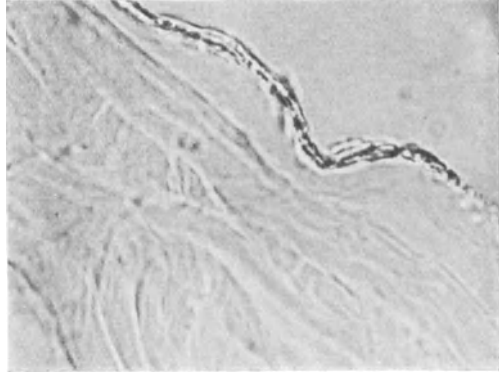


Abb. 7. *C. auratus*. Außenlage. 4 Tage KOH.
Querschnitt. 1:800.

Eine Bildung der Außenlage sind auch die buckelförmigen Erhebungen oder Cyrtome. Auf ihre Bedeutung und die Natur der sogenannten Nahtlinien wird im letzten Teil der Arbeit bei der Darstellung der Gattung *Carabus* näher eingegangen werden.

Eine Bildung der Außenlage sind auch die buckelförmigen Erhebungen oder Cyrtome. Auf ihre Bedeutung und die Natur der sogenannten Nahtlinien wird im letzten Teil der Arbeit bei der Darstellung der Gattung *Carabus* näher eingegangen werden.

3. Die Hauptlage.

Die Haupt- oder Balkenlage nimmt den größten Teil der Elytre ein. Sie setzt sich aus mehreren fibrillären Chitinschichten zusammen, die unter einem Winkel gekreuzt übereinander liegen. Die Bedeutung dieser Kreuzstreifigkeit besteht in einer Erhöhung der Druck- und Zugfestigkeit der Elytren. Ihre Entstehung ist nicht geklärt. BIEDERMANN glaubt die Übereinanderlagerung der Schichten unter verschiedenem Winkel auf eine wechselnde Tätigkeit der Zellen zurückführen zu dürfen,

während z. B. SCHMIDT äußere Umstände oder die im kolloidalen Chitin selbst herrschenden strukturierenden Kräfte dafür verantwortlich machen will. Die Kreuzstreifigkeit kann bei den Coleopteren auch fehlen, wie STEGEMANN bei den Cicindelinen für die Formen der alokosternalen Phyle nachgewiesen hat. Bei den Carabidae scheint allen Arten ein Richtungswechsel der Schichten zuzukommen, wenngleich der Nachweis für die kleineren Elytren selbst bei stärkerer Vergrößerung nicht immer sicher zu bringen ist. Die Zahl der Chitinschichten ist bei

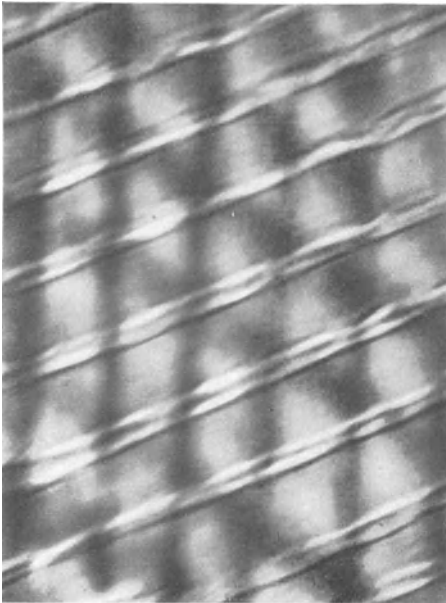


Abb. 8. *Lucanus cervus*. Flügeldecke in Aufsicht. Zwischensubstanz. 1:1270.

den einzelnen Adephagen natürlich sehr verschieden, und auch innerhalb einer Elytre ist die Chitinisierung nicht in allen Teilen gleichmäßig. Wenn ich vor allem im letzten Abschnitt der Arbeit bei den speziellen Untersuchungen die Stärke der dorsalen Schichtenkomplexe in Millimeter angebe, so beziehen sich die Werte auf den mittleren Teil der mit Kalilauge behandelten Decke. Die Dicke der Hauptlage unterscheidet sich oft beträchtlich bei den einzelnen Rassen einer Art. Die Faktoren, welche die verschiedene Ausbildung der Cuticula bei nahestehenden Formen bedingen, kennen wir nicht, und die Zahl der von mir untersuchten Rassen genügt nicht, um etwaige Folgerungen, sei

es z. B. in ökologischer Beziehung, ziehen zu dürfen. In diesem Zusammenhang sei z. B. auf die Unterschiede im Flügeldeckenbau von *Dytiscus marginalis* L. hingewiesen. Das Weibchen des Gelbrands besitzt bekanntlich gerippte oder seltener glatte Elytren, während die des Männchens nur glatt sind. Bei den untersuchten Exemplaren war der dorsale Schichtenkomplex am schwächsten (bis 0,06 mm) in den Decken des Männchens entwickelt, ein wenig stärker in den glatten Elytren des Weibchens und erreichte in den gerippten einen Durchmesser von 0,08—0,09 mm.

Die Balken nehmen an Dicke in der Elytre von außen nach innen zu. Zwischen den einzelnen Chitinstreifen einer fibrillären Schicht befindet sich eine farblose, stark lichtbrechende, unregelmäßige Zwischensub-

stanz, deren Vorhandensein sich durch Bräunung mit Pepsinsalzsäure nachweisen läßt, während sie Farbstoffe nicht annimmt. Herr Prof. P. SCHULZE stellte mir zwei Abbildungen 8 und 9 von *Lucanus cervus* zur Verfügung, der wegen seiner verhältnismäßig groben Strukturen als eines der besten Objekte für feinere Chitinuntersuchungen gilt. Aus diesen Abbildungen geht das Vorhandensein der betreffenden Substanz einwandfrei hervor, die an Stärke nicht ganz die Hälfte eines Chitinbalkens einnimmt.

Das Chitin kommt in den Elytren nicht rein vor, sondern in Verbindung mit organischen Komponenten, den Inkrusten, die durch Diaphanol oder Kalilauge entfernt werden können. Dieser Inkrustierung ist u. a. die Härte und Sprödigkeit des Chitinpanzers zuzuschreiben, welche Eigenschaften also weniger durch die Masse des Chitins bedingt sind. Nach KÜHNELT nimmt die Inkrustierung von außen nach innen ab und der Eiweißgehalt zu.

Man unterscheidet in den Flügeldecken einen stärkeren dorsalen Schichtenkomplex und eine schwächere, oft nur einschichtige ventrale Hauptlage, die durch säulenartige Gebilde, die Columnae, miteinander verbunden sind. Die Mittelachse der Säule — die primäre Columne — wird von der Fortsetzung der Pigmentschicht gebildet und hebt sich

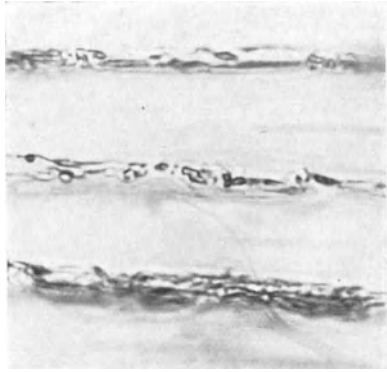


Abb. 9. *Lucanus cervus*. Frische Decke mit 0,75%igem Silbernitrat behandelt. 1:1500.

im Aufsichtspräparat als stark pigmentierter Punkt von der Umgebung ab. An diesen zentralen Teil lagern sich Chitinschichten an, die im Zusammenhang mit denen der dorsalen Hauptlage stehen, und sich teils in die der ventralen Elytrenhälfte fortsetzen oder sich verlieren. Außerdem werden aber zur Verstärkung der Columnen weitere Balkenlagen eingeschoben, so daß der Durchmesser der Säulen über das Doppelte der Breite der dorsalen Balkenlage beträgt. Über den Columnen kann sich eine muldenförmige Einsenkung, die Patina, befinden. Die Säulen stehen senkrecht zur Oberfläche. Die Gestalt der Columnen erscheint in Aufsicht sehr verschieden. Sie können mehr oder weniger rund, rechteckig oder gelappt geformt sein. Ihr Umriß kann durch die Strukturelemente im Totalpräparat verdeckt werden. Um eine Vorstellung von der Anzahl von Columnen auf einer Elytre zu geben, seien einige Zahlen genannt. Für die kleine Flügeldecke von *Dyschirius nitidus* habe ich etwa 280, für *Leistus spinibarbis* etwa 500 und für *Carabus Linnei* weit über 1000 Säulen gezählt. Die Columnen sind zerstreut oder reihenför-

mig angeordnet. Die letztgenannte Stellung ist als die primäre anzusehen, und zwar wird im allgemeinen ein Tracheenstamm auf jeder Seite von einer Columnenreihe eingerahmt. Die zwischen den Columnen befindlichen Hohlräume enthalten einen dünnen Wandbelag von Epidermiszellen, Blut, Fettkörper und die Tracheen.

An den Längsseiten der Elytre vereinigen sich der dorsale und ventrale Schichtenkomplex und bilden innen die Naht (Sutura) und außen den Seitenrand (Epipleura), der oft mächtig entwickelt und nach unten eingeschlagen sein kann. An den Nahtseiten greifen die Elytren falzartig ineinander und sind bei einigen ungeflügelten Arten verschmolzen.

Die Pigmentierung der Flügeldecke hat vor allem ihren Sitz in der Außenlage, jedoch sind häufig auch die ersten Schichten der Hauptlage pigmenthaltig, und bei einigen Arten ist teilweise sogar der gesamte dorsale Schichtenkomplex pigmentiert (*Notiophilus*, *Bembidion*). Bei anderen Arten, wie *Scarites* und *Zabrus chalceus*, kann es in tieferen Schichten der Hauptlage nochmals zu einer stärkeren Färbung kommen, während sich zwischen diesen und der Pigmentschicht ein Komplex hellerer Lagen befindet.

Die Chitinschichten der dorsalen Hauptlage sind von zahlreichen feinen und breiteren Gängen durchsetzt, auf deren Bedeutung an entsprechender Stelle eingegangen wird. Dem ventralen Schichtenkomplex fehlen jegliche Kanäle.

Die Elytren besonders des Tribus Carabinae zeichnen sich durch eine auffallende Skulptur aus, die durch das Hervortreten von Rippen und deren Differenzierungen, oder durch die Ausbildung von Grübchen hervorgerufen wird. Die Costae entstehen durch Vorwölbung der zwischen den Columnenreihen liegenden Intervalle. In den Costae kann es zu einer lokalen Verdickung und Vermehrung der Chitinschichten der dorsalen Hauptlage kommen.

4. Die Dornenschicht.

Als Dornenschicht wird die die Flügeldecke ventral begrenzende Lage bezeichnet. Sie ist in der Regel, wie der Name sagt, mit dörnchenförmigen (Spinulae) oder seltener perlartigen Anhängen (Perlae) versehen. Nur bei wenigen Arten fehlen derartige Cuticularbildungen.

Unter den Rückständen einer mit konzentrierter Schwefelsäure behandelten Elytre waren auch feine Resthäutchen der Dornenschicht zu erkennen, deren Anhänge keine Veränderung in ihrer äußeren Form erfahren hatten (Abb. 10). Auf die verschiedenen Differenzierungen der ventralen Schicht war schon im ersten Teil der Arbeit hingewiesen. *Die Dornenschicht setzt sich also homolog der Außenlage aus zwei Komponenten zusammen. Eine chitinhaltige Schicht wird von einer säurefesten Sekretlage überdeckt.*

Die Anhänge auf der Elytrenunterseite korrespondieren mit ähnlichen Gebilden auf der Oberseite der häutigen Alae. Ihre Bedeutung beruht wahrscheinlich darauf, daß sie eine zu enge Berührung und ein Festhaften der Alae mit den Elytren verhindern sollen. Bei einer Reduktion der Hinterflügel würden demnach die Anhänge ihren Wert verlieren. Von den flügellosen Carabiden fehlen die Cuticularanhänge auf der Elytrenunterseite aber nur den Vertretern der Gattung *Cychrus*. Dagegen besitzen *Procerus gigas* und *Procrustes coriaceus*, deren Elytren verwachsen und

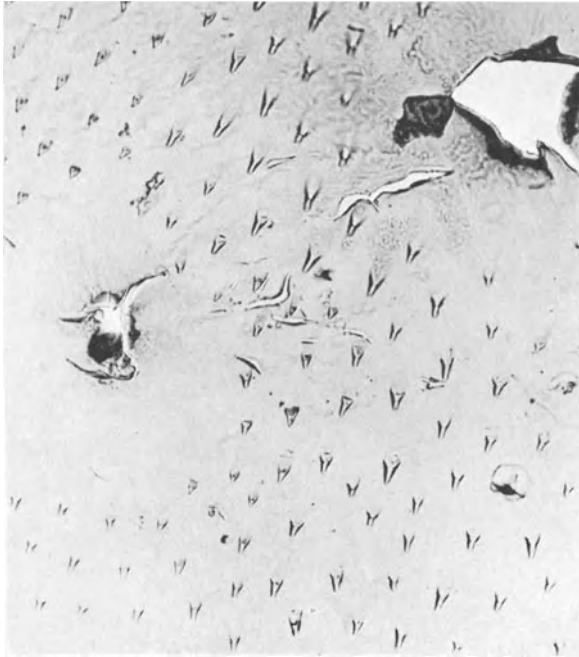


Abb. 10. *Carabus*. Sekretbestandteile der Dornenschicht. H_2SO_4 , mehrere Tage.

deren Alae sicher schon lange rückgebildet sind, gut entwickelte Spinulae. Hierher gehören auch die von STEGEMANN erwähnten *Abax ater* und *Pterostichus vulgaris*. Andererseits konnte ich bei den gutgeflügelten Arten *Omophron limbatum* und *Blethisa multipunctata* keine Anhänge finden, obwohl die Hinterflügel mit feinen Härchen besetzt waren. Eine Modifikation der Anhänge zu Perlae wurde in typischer Ausbildung nur bei den *Panagaeus*-Arten angetroffen, deren Alae aber Dörnchen trugen.

Die Dörnchen sind auf der Unterseite mehr oder weniger gleichmäßig, aber regellos angeordnet, und apikal geneigt. Sie fehlen oft in einem Umkreis um die Columnenmitte. Bei *Carabus depressus* sind die

Spinulae im basalen Elytren teil gleichmäßig verteilt, während sie apikal reihenartig stehen und unter dem Columnenstreifen gänzlich ausfallen. Die Dörnchen der drei ersten Intervalle sind bei dieser Art quer zur Elytre gerichtet. In einigen Fällen sind die Anhänge nur auf etwa $\frac{1}{3}$ der Deckenseite von der Naht ab ausgebildet und treten im übrigen verkümmert oder gar nicht hervor, z. B. bei *Oodes helipoides* und *Ophonus pubescens*. Eine gleiche Anordnung findet sich auch bei *Carabus catenulatus* v. *Pareyssi*, während die Anhänge bei *catenulatus* v. *Herbsti* die Unterseite wieder gleichmäßig bedecken. Eine sehr auffällige Anhäufung von Spinulae tritt im allgemeinen am Seitenrand und an der Naht ein. Die Länge der Anhänge kann recht erheblich sein und übertrifft z. B. bei *C. depressus* mit 0,01 mm die Stärke der ventralen Hauptlage.

Eine Verbindung der Anhänge mit Nerven, wie JEANNEL es für wahrscheinlich hält, besteht nicht.

5. Haare und Borsten.

Auf jeder Flügeldecke treffen wir echte Haargebilde an. Man unterscheidet rein äußerlich zwischen Haar und Borste, und verbindet mit dem ersten Begriff eine schlanke und biegsame Form im Gegensatz zur plumpen und starren Borste. Doch läßt sich eine exakte Trennung nicht

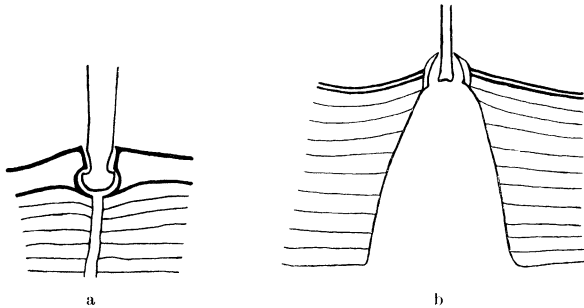


Abb. 11. a Bekleidungsborste von *Chlaenius vestitus*. b Sinneshaar. *Bombidium bualei*.

immer durchführen. W. HORN teilt die auf den Elytren der Cicindelinen vorkommenden echten Haargebilde in drei Haupttypen ein: 1. „nicht differenzierte Haare“ bzw. Borsten, 2. „sensitive Haare“, selten borstenförmig, 3. „ornamentale oder Bekleidungsborsten“, selten haarförmig. STEGEMANN spricht bei derselben Coleopterenengruppe von „wenig differenzierten Sinnesborsten“ mit Tuberkeln, „Sinneshaaren“, „Sinnesborsten“ ohne Tuberkel und kurzen „Randsinneshaaren“. Alle Arthropodenhaare hält O. HAFFER auf Grund seiner Untersuchungen an Saturnidenraupen für innerviert. Eine nähere Beschreibung vom Bau der Haargebilde auf den Elytren hat LEHR für *Dytiscus marginalis* gegeben. Die Entwicklung der Haare bedarf noch genauerer Beobachtung.

Es sollen zunächst die *Bekleidungsborsten* behandelt werden. Die Elytren einiger Carabiden sind mehr oder weniger stark pubesziert. Die Gebilde haben im allgemeinen typische Borstenform und sind meist apikal gerichtet. Die Borsten verdicken sich an ihrem basalen Ende und sind beweglich in einer Grube der Außenlage eingelenkt. Zu jeder Borste führt ein schmaler Kanal durch die Chitinschichten der Hauptlage (Abb. 11a), über dessen etwaigen Inhalt sich nichts feststellen ließ. Die kreisrunde Porenöffnung auf der Oberfläche ist von einem Pigmentring eingefasst und übt auf die umgebende Struktur keinen Einfluß aus, oder gegen die Elytrenspitze zu liegt hinter der Borste eine kleine ungefelderte Grube. Die Polygone können sich rosettenförmig um die Poren anordnen. Durch eine eigentümliche blattartige Form (Abb. 12) zeichnen sich die Bekleidungsborsten der mediterranen Gattung *Graphopterus* aus, die außerdem tief in die Hauptlage eingesenkt sind.



Abb. 12. Bekleidungsborste von *Graphopterus exclamationis*.
1 : 200.

Die Bekleidungsborsten richten sich in ihrer Färbung in der Regel nach dem Untergrund, sind aber nicht davon abhängig. Ein Beispiel für eine Scheinzeichnung bieten wiederum die *Graphopterus*-Arten. Bei

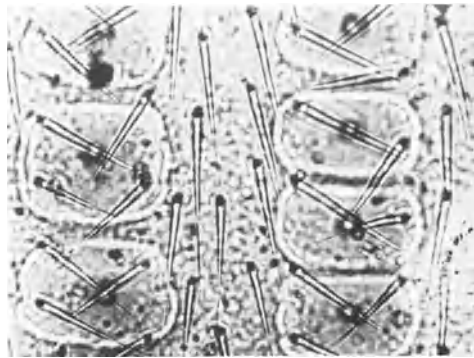


Abb. 13. *Drypta distincta*. Aufsicht. 1 : 200.

G. andersoni amabilis sind die Elytren gleichmäßig hellbraun pigmentiert, und die vorliegende Streifenzeichnung beruht auf einer schwarzen, braunen und weißen Färbung der Borsten. Bei *Callisthenes lunatus* sind von den auf den schwarzen Makeln ebenso pigmentierten Borsten verzelte auch noch auf den angrenzenden hellen Teilen der Decke anzutreffen.

Die Borsten sind im allgemeinen gleichmäßig über die Elytre zerstreut, ohne daß eine bestimmte Anordnung zu erkennen ist. Nur in

einigen Fällen bestehen Lagebeziehungen zu den Columnen. So sind bei *Drypta distincta* (Abb. 13) die auf den Säulen stehenden Borsten schlägerartig gekreuzt, während die in den Zwischenräumen befindlichen die normale apikale Richtung beibehalten haben. Bei den *Siagona*-Arten tritt im Bereich jeder Columne nur eine haarförmige Borste auf, deren Porenöffnung nahe der primären Columne liegt (Abb. 36).

Schon oben war kurz darauf hingewiesen, daß die Bekleidungsborsten, und dies gilt auch für die Sinneshaare, eine längere Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure überstehen, ohne eine erkennbare Veränderung in ihrer äußeren Form zu zeigen. Auch KÜHNELT erwähnt, daß bei einem 10 Tage in konzentrierter H_2SO_4 gelassenen Wespenflügel die Härchen nicht die geringsten Korrosionserscheinungen erkennen lassen. Die Haare der untersuchten Insekten sind also von einer gegen Säure äußerst widerstandsfähigen, nicht chitinosen Hülle umgeben. Daß sie aber auch einen chitinen Bestandteil enthalten, zeigt die schwache Violett-färbung bei Anwendung der Chlorzinkjodreaktion.

Die *Sinneshaare* bzw. *-borsten* unterscheiden sich im allgemeinen schon durch ihre Länge und die Größe der Porenöffnung von den Bekleidungsborsten. Auffallend lang sind die Haare bei den Höhlenkäfern. Die Lage der Sinneshaare ist durch den Verlauf der Tracheenhauptstämme bestimmt, an deren Nähe sie immer gebunden sind. Bei einer normalen achtstreifigen Adephagendecke können sie also im 1., 3., 5., 7. und 9. Zwischenraum auftreten. Bei der Mehrzahl der Arten aber finden wir nur einige Porenpunkte im 3. Intervall und zahlreicher im 9., zu denen noch bei den meisten Formen eine Schulterborste an der Basis der ersten Columnenreihe hinzukommt.

Wie JEANNEL in seinen Untersuchungen der einzelnen Adephegenera nachgewiesen hat, besitzt vor allem die Anzahl der im 9. intercolumnalen Zwischenraum liegenden Haare, der *Series umblicata*, systematischen Wert. Er unterscheidet hier noch eine basale und eine apikale Gruppe, die oft durch einen größeren Abstand getrennt sind. Morphologisch stellt JEANNEL außerdem die discalen Sinneshaare denen der *Series umblicata* gegenüber, eine Trennung, die nicht berechtigt ist. Beide Haartypen unterscheiden sich in gleicher Weise von den Bekleidungsborsten durch den sehr breiten Zuführungskanal (Abb. 11b). Dagegen spricht auch, daß z. B. bei *Elaphrus* beide Arten von Sinneshaaren in den bekannten Augentüpfeln stehen. Bei den *Carabus*-Arten treten die Sinneshaare am Seitenrand oft in breiter Front und sehr zahlreich auf. Im Gegensatz zu vielen Cicindelinen, bei denen eine Reduktion der Sinneshaare eingetreten ist, und nur Porenöffnungen auf die ehemalige Funktion hinweisen, enthalten die Porenpunkte bei den Carabiden normalerweise immer Haargebilde. Bei vielen Adephegen liegt an der verschmälerten Basis der Flügeldecken ein kleines Sinnes-

feld mit kurzen Borsten. Bei *Brachynus* trägt die Elytrenspitze feine Randsinneshaare.

Der Einfluß der Sinneshaare auf die Skulptur ist augenfällig. An den Stellen, wo die Costae unterbrochen sind, steht häufig eine Borste. Am Grunde der Grübchen auf den Flügeldecken der *Elaphrus*-Arten liegt ein Sinneshaar, während sich die Einsenkungen bei *Carabus clathratus* apikal von dem Porenpunkt befinden. An der Basis der Haare ist bei den Carabinae häufig eine kleine cyrtomartige Erhebung vorhanden. Das Haar kann mit seinem basalen Ende in dieser Tuberkel verankert sein, oder seine Pore liegt hinter dieser. Beide Typen kommen

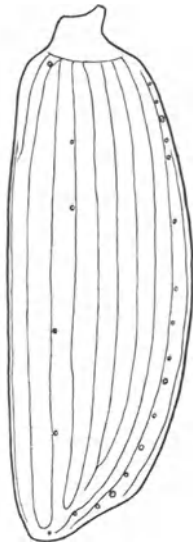


Abb. 14. *Idiochroma dorsalis*. Porenpunkte.
1:30.

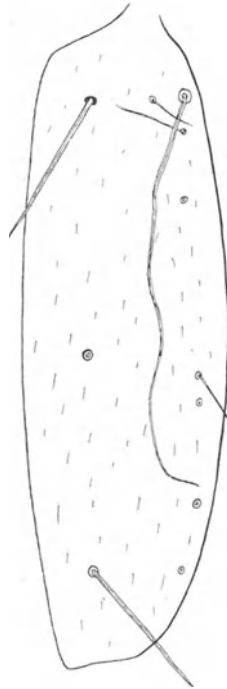


Abb. 15. *Anophthalmus hirtus*.
Haargebilde.

auf derselben Decke nebeneinander vor. Bei den Cicindelinen treten die Porenpunkte nach STEGEMANN nur an dem der Elytrenbasis zugekehrten Teil einer Columne auf.

Um zu prüfen, inwieweit die Zahl der Sinnesborsten als konstantes Merkmal gelten darf, untersuchte ich eine größere Serie von *Idiochroma dorsalis*, die ich in der Nähe Rostocks fing. Die Verteilung der Porenpunkte geht aus der Abb. 14 hervor. Auf jeder Elytre waren eine Schulterborste, 4 Borsten im 3. Intervall und 17 der Series umbilicata vorhanden. Diese Zahl von insgesamt 22 Haaren wurde selten um eine vermehrt, die dann im 3. intercolumnalen Zwischenraum auftrat. Die

einzelnen Borsten zeigten in ihrem Bau gewisse Differenzierungen. So hoben sich der 3. und 14. Porenpunkt der Series durch ihre Größe und die Länge des Haares von den übrigen ab.

Abb. 15 zeigt die Form und Lage der Haargebilde bei dem Höhlenkäfer *Anophthalmus hirtus*. Wir können hier vier Arten unterscheiden, sehr lange schlanke Sinneshaare, gleichfalls auffallend große und starke Sinnesborsten, kleinere Sinneshaare und vereinzelte, verkümmerte Bekleidungsborsten.

6. Die Sinnesorgane.

Neben den Haargebilden, die in den Dienst der Reizaufnahme treten, sind andersartig gebaute Organe auf den Elytren bekannt. Die dorsale Seite der Flügeldecke von *Dytiscus marginalis* ist mit keulenförmigen und massiven Zapfen reich besetzt (LEHR). Außer ihnen liegen bei diesem Käfer auf dem verschmälerten Teil der Elytrenbasis im Bereich der Subcostalader zahlreiche kuppelförmige Organe und einige hohle Grubenkegel, die mit je einer Nervenzelle in Verbindung stehen, während die Innervierung der Zapfen in der älteren Imago noch zweifelhaft ist. Nach McINDOO sollen auf Grund seiner morphologischen und experimentellen Untersuchungen neben den Alae und den verschiedenen Abschnitten der Beine auch die Elytren Sitz von Geruchsorganen sein, die bei den Käfern auf den Antennen fehlen. Diese Geruchs-

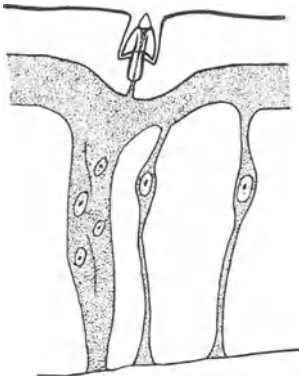


Abb. 16. Sinnesorgan in einer jungen Elytre von *Carabus nemoralis*. Vergr. 1 : 900.

organe liegen auf der verschmälerten Basis der Flügeldecke. JEANNEL hat für einige Adephagen das Vorhandensein nervöser Kegel erwähnt, die sich schon bei stärkerer Vergrößerung im Totalpräparat erkennen lassen.

Die auf den Elytren der Carabidae vorkommenden Sinnesorgane sind im Vergleich mit den von LEHR für *Dytiscus* beschriebenen Gebilden andersartig gebaut, während eine Ähnlichkeit mit den von HOCHREUTHER an anderen Teilen des Chitinskeletts beim Gelbrand gefundenen sogenannten massiven Grubenkegeln besteht. Doch ist es außerordentlich schwer, völlige Klarheit über den feineren Bau der Organe bei *Carabus* zu erlangen, da sie bei den Laufkäfern sehr klein und nicht zahlreich sind, und auf den Querschnitten in allen möglichen Ebenen getroffen werden. Abb. 16 zeigt ein solches Sinnesorgan von der Flügeldecke eines frischgeschlüpften *Carabus nemoralis*. Da in diesem Stadium

die Pigmentierung und Härte der Außenlage noch fehlt, lassen sich nähere Einzelheiten erkennen. Man kann drei Abschnitte unterscheiden. Zu oberst befindet sich ein kegelförmiges Gebilde, das sich von dem folgenden Teil auch durch ein wenig andere Pigmentierung abhebt und mit der Spitze über die Sekretschicht hinausragt. Ventral sitzt der Kegel einem breiten kegelstumpffartigen Kragen auf, der sich ein wenig einstülpt und auf einem kurzen Stiel ruht. Der Hohlraum dieses Stiels setzt sich in den Mantel fort und enthält einen schmalen Plasmastrang. Ob der Endapparat selbst massiv oder hohl ist, ließ sich nicht feststellen, doch scheint das erstere der Fall zu sein. Das ganze Sinnesorgan ruht in einer Grube der Außenlage, die sich an dieser Stelle ventral ausbaucht. Unter dem Sinnesorgan findet in der jungen Elytre eine starke Anhäufung von Zellen statt. Bei dem älteren Käfer führen schmale Gänge durch die Schichten der Hauptlage zu den Organen, die selbst erst nach Aufhellung in Kalilauge als solche zu erkennen sind. Die Grubenkegel sind über die ganze Decke zerstreut angeordnet und scheinen in gleicher Bauart den meisten Carabiden zuzukommen. Im mi-

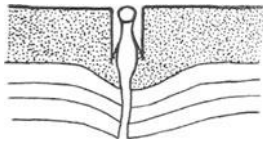


Abb. 17. *Scarites laevigatus*. Sinnesorgan.
Vergr. 1:900.

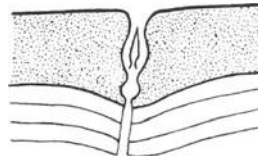


Abb. 18. *Percus subsulcatus*. Sinnesorgan.
Vergr. 1:900.

kroskopischen Aufsichtspräparat tritt uns ihre Öffnung als ein heller runder Kreis entgegen. Die Organe auf der verschmälerten Basis unterscheiden sich nicht von den übrigen.

Daneben fand ich bei einigen Arten Sinnesorgane, die in ihrem Bau von dem eben beschriebenen Typ mehr oder weniger abweichen. Vor allem fehlt der breite Chitinkragen. Bei *Scarites laevigatus* trägt ein vom Grunde der Grube aufragendes säulenartiges Gebilde einen mehr kugelförmigen Endapparat (Abb. 17), und ähnlich sind die Organe bei *Calosoma sycophanta* gestaltet. Bei *Percus subsulcatus* steht in einem schmalen kelchförmigen Hohlraum der Außenlage ein dünnes pfeilartiges Gebilde, dessen Spitze die Oberfläche nicht zu erreichen scheint (Abb. 18).

7. Die Drüsen.

Über die auf den Elytren vorkommenden Drüsen bei den einzelnen Coleopterenfamilien handelt eine ausführliche Arbeit von HOFFBAUER. Bei den Chrysomeliden, die eingehend von ihm untersucht wurden, finden sich vor allem am Randsaum starke Drüsenansammlungen. Auch die Decken mancher Cerambycidengenera sind mit einer enormen Drü-

senanzahl versehen, während sie andererseits bei nahe verwandten Gattungen fehlen können. Bei der einzigen von ihm erwähnten Carabiden-species *Leistus spinibarbis* macht er keine Angaben über das Vorhandensein von Drüsen. Bei den Cicindelinen hat STEGEMANN auf „Sekretgänge“ hingewiesen.

Der Schichtenkomplex der dorsalen Hauptlage einer Adephagenelytre ist von zahlreichen sehr feinen Drüsengängen schraubenartig durchsetzt, wie man schon im Totalpräparat bei stärkerer Vergrößerung und verschiedener Einstellung und natürlich auch auf den Querschnitten erkennen kann. Die Drüsenkanäle und ihre Öffnungen auf der Elytrenoberfläche sind durch ihre Kleinheit leicht von den entsprechenden Teilen der Sinnesorgane oder der Haare zu unterscheiden. Die Drüsenporen münden im allgemeinen an den Stellen, wo die Leisten mehrerer Polygone zusammenstoßen. Der ventralen Hauptlage fehlen jegliche Drüsen.

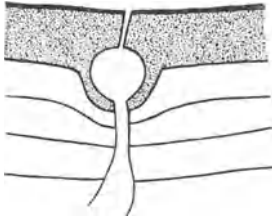


Abb. 19. *Carabus auratus*. Drüse.
Vergr. 1 : 650.

Neben diesen einfach gebauten Drüsenkanälen, die ohne einen besonderen differenzierten Endabschnitt nach außen münden, fand ich bei vielen Elytren Gebilde, deren Bau aus Abb. 19 ersichtlich ist. Ein breiter Kanal endet mit einer kugelförmigen Erweiterung in der Außen-

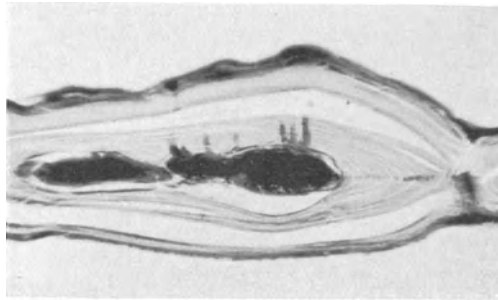


Abb. 20. *Carabus variolosus*. Querschnitt. Drüsengänge. Vergr. 1 : 135.

lage, und dieser Hohlraum wieder steht durch einen sehr feinen Gang mit der Außenwelt in Verbindung. Auf einem Querschnitt durch die Elytren von *Carabus variolosus* enthielten diese Drüsengänge eine braune Substanz, die auch die inneren Hohlräume der Flügeldecke ausfüllte (Abb. 20). Es handelte sich bei dem Untersuchungsobjekt um altes, trockenes Sammlungsmaterial. Diese Drüsen treffen wir nur vereinzelt auf der Decke an.

III. Teil.

Spezielle Untersuchungen über den Elytrenbau
der einzelnen Genera.

1. Historisches.

In der folgenden Literaturübersicht, wie auch bei den Untersuchungen selbst, wurden die rein systematischen Arbeiten nicht näher berücksichtigt.

DIEZ hat im Einklang mit der EIMERSCHEN Lehre von der Entstehung der Arten die bestimmten Entwicklungsrichtungen und Umbildungen der Elytrenskulptur in der Gattung *Carabus* verfolgt. Ursprünglich sind drei primäre Dorsalrippen und die Nahtrippe vorhanden. Den Ausgang für die Mannigfaltigkeit der Skulptur bilden die „siebenrippigen“ Formen, bei denen zwischen zwei primären Rippen sieben weitere Intervalle liegen. Die Umbildung der Skulptur kommt durch Verminderung der Rippenzahl, Abflachung und Zerlegung der Costae durch Punktgrübchen oder Quereinschnitte in Kettenstreifen und durch Ausbildung von Verbindungen zwischen benachbarten Rippen zustande. Von den Costae werden zuerst die quartären, dann die tertiären, sekundären und zuletzt die primären von der Reduktion ergriffen. Die Ausbildung der Punktgrübchen verläuft umgekehrt, indem sie zuerst auf dem primären, dann den sekundären und selten auf den tertiären Rippen auftreten.

Nach GANGLBAUER bestehen folgende Strukturbeziehungen. Jeder der vier mittleren Tracheenstämme wird von zwei Säulenreihen eingeschlossen, während die am Seitenrand und an der Naht verlaufenden Tracheen nur nach innen von einer Säulenreihe begleitet werden. Es sind also $4 \times 2 + 2 \times 1 = 10$ Columnnenstreifen auf einer Flügeldecke vorhanden, die diese in 11 Längsräume teilen. Derartige Formen sind als die normal und primär skulpturierten aufzufassen. Auf der Elytrenoberfläche treten uns die so angeordneten Columnnenreihen als Punkt-reihen, Punktstreifen oder glatte Streifen entgegen. Die Zahl der Säulenreihen ist häufig vermindert, besonders kann die äußere marginale ausfallen. Die ungeraden Längsräume, also der 1., 3., 5., 7., 9. und 11. von der Naht aus gezählt, sind von Tracheenstämmen durchzogen.

Nur erwähnt seien die sehr interessanten Arbeiten von BORN und KOLBE. Letzterer hat die rezente Verbreitung der Gattung *Carabus*, deren Heimat in Zentralostasien angenommen wird, in Beziehung zur erdgeschichtlichen Vergangenheit studiert.

KÜHNE untersuchte den Tracheenverlauf in den Vorderflügeln der Puppen verschiedener Coleopterenfamilien. Die Tracheen treten in 6-Zahl auf und durchziehen in ungefähr gleichen Abständen die Elytre. Er unterscheidet eine obere Costoradialgruppe, bestehend aus Costa, Subcosta und Radius, und eine untere Medioanalgruppe mit Media, Cubitus und Analis. Die Costa kann bei der Epi-pleurenbildung verschwinden. Die Analader verläuft am Rande. Als Material für die Laufkäfer diente *Platynus cyaneum*.

JEANNEL hat eine ausführliche Arbeit über die Morphologie der Adephegen-elytren veröffentlicht. Den Hauptteil seiner Untersuchungen nehmen die systematischen Studien über Zahl und Lage der Sinnesborsten, insbesondere die der Series umbilicata ein, auf deren Resultate ich an den betreffenden Stellen eingehen werde. Die Nerven, welche die primären Zwischenräume durchziehen, sind nach ihm An_1 , Cu_2 , Cu_1 , M_2 , M_1 und im Seitenrand R . Die Normalskulptur der Elytren besteht aus neun Intervallen, zwischen denen acht Streifen liegen. Diesen Typus („type simplex“) gehören z. B. die Arten mit *cancellatus*-Struktur an. Sind mehr als neun Intervalle vorhanden, so sind diese durch nachträgliches Einschleiben von solchen sekundärer Art entstanden. Bei den 16streifigen Formen

(„type duplex“) treten an Stelle der 8 Punkstreifen längsgerichtete Erhöhungen auf, die diese teilen. Es kann auch zu einer weiteren Verdoppelung kommen, so daß schließlich zwischen zwei primären Rippen sieben Intervalle liegen („type quadruplex“). Die rezenten 8streifigen Caraben sind als die phylogenetisch älteren aufzufassen.

BREUNING nimmt als Ausgangsform für die Elytrenskulptur der Gattung *Carabus* auch den 8streifigen Typ an. Die *granulatus*-Formen aber faßt er als rezessive Arten auf, deren Skulptur durch Ausfall der tertiären Rippen sekundär entstanden ist.

2. Die Carabinae.

Dieser Unterfamilie gehören die Genera *Carabus*, *Calosoma* und *Cychnus* an. Die Gattung *Carabus* zerfällt in zahlreiche Untergattungen.

In *Procerus gigas* CREUTZ. tritt uns einer der größten Vertreter der Carabiden entgegen. Dies kommt auch in der Stärke der Schichtenkomplexe seiner Flügeldecken zum Ausdruck, die an Mächtigkeit nur noch von dem afrikanischen *Tefflus* übertroffen werden. Die dorsale Hauptlage mißt im Durchmesser 0,15 mm und die ventrale 0,05 mm. Die Außenlage ist dagegen relativ schwach ausgebildet und nicht stärker als bei den übrigen Carabiden. Im Querschnitt erkennt man sehr gut die Kreuzstreifigkeit der Chitinschichten. Obgleich die Elytren an der Naht verwachsen und die Alae wohl schon lange reduziert sind, ist die Unterseite dicht mit Spinulae besetzt. Betrachtet man eine unbehandelte Decke unter dem Mikroskop, so fallen die mächtigen Columnen auf, bei denen häufig zwei bis sogar drei der primären Zentralstränge von gemeinsamen Schichten umgeben sein können. Eine derartig zusammengesetzte Säulenform, deren Entstehung nach dem im ersten Teil Gesagten unschwer vorstellbar ist, konnte ich bei den übrigen Adephagen nicht wieder beobachten. STEGEMANN hat diesen Typ zum erstenmal bei den Cicindelinen festgestellt. Die Columnen nehmen die vertieften Stellen der runzligen Decke ein und umgeben die höckerartigen Erhebungen, die auf eine ehemalige Rippenbildung hindeuten. Eine feinere Oberflächenstruktur besteht nicht.

Auch auf den Flügeldecken von *Procrustes coriaceus* L. sind die Columnen mehr oder weniger zerstreut angeordnet. Die Hauptlage ist etwa $\frac{1}{3}$ so stark wie bei *P. gigas*. Die Unterseite trägt ebenfalls dörnchenartige Gebilde. Die Elytrenoberfläche zeigt eine pflasterartige Struktur.

Von der Gattung *Carabus* wurden 55 Arten bzw. Variationen auf den Bau ihrer Elytren hin untersucht. In ihr tritt uns die interessanteste Gruppe der Adephagen entgegen, die durch ihre Größe und Farbenpracht, vor allem aber durch die auffallende Mannigfaltigkeit der Flügeldeckenskulpturen viele Beobachter gefunden hat. Eine nähere Erörterung der systematischen Verhältnisse würde über den Rahmen dieser

Arbeit, die einen allgemein morphologischen Charakter trägt, hinausgehen, und die Skulptur soll nur kurz in ihren Haupttypen berücksichtigt werden.

Makroskopisch betrachtet, lassen sich Arten mit gerippten, mit Grübchen versehenen, gerunzelten und glatten Flügeldecken unterscheiden, über deren phylogenetische Ableitung noch keine völlige Klarheit herrscht. Die Ausgangsformen der so vielgestaltigen rezenten Carabinae besaßen wahrscheinlich Elytren mit acht bis neun Rippen oder Costae, die den intercolumnalen Zwischenräumen der im letzten Abschnitt behandel-

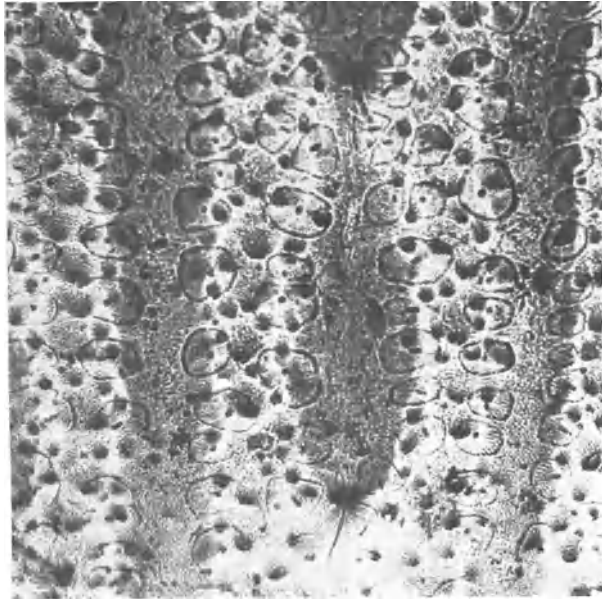


Abb. 21. *Carabus granulatus*. Aufsicht. Vergr. 1:50.

ten Genera gleichzusetzen sind. Zu dieser Annahme berechtigt uns die Normalskulptur, wie sie den meisten Vertretern der Familie zukommt.

JEANNEL vertritt nun die Ansicht, daß die rezenten Formen, die sich diesem Normaltypus (anscheinend !) nähern, z. B. *Carabus cancellatus* ILLIG., bezüglich ihrer Elytrenskulptur als primäre Carabinen anzusehen sind. Demgegenüber leiten andere wie BREUNING diese Arten von den 15streifigen durch Ausfall der tertiären Costae ab, und eine nähere Untersuchung bestätigt diese Auffassung. Normalerweise liegt zwischen zwei Intervallen immer nur eine Säulenreihe. Bei *C. granulatus* L. sind dagegen unter dem Mikroskop zwischen einem primären Kettenstreifen und einer sekundären Rippe noch deutlich zwei Columnenreihen und damit ein weiteres Intervall zu erkennen (Abb. 21). Die

kleinen cyrtomähnlichen Erhebungen, die sich zwischen diesen beiden Säulenreihen befinden, dürfen als letzte Reste einer ehemaligen tertiären Costa gedeutet werden. An den Stellen, wo die primären Rippen unterbrochen sind, findet eine Vermehrung der Columnen statt. Vergleicht man die Porenpunkte bezüglich ihrer Lage zu den Columnenreihen, so liegen sie im 4., 8., 12. und 15. Zwischenraum, entsprechend ihrem Vorkommen auf einer normalen 15streifigen Elytre. Bei dem ähnlichen *C. Ullrichi* GERM. wird der primäre Kettenstreifen erst vom 5. Intervall gebildet, so daß eine Verschiebung der trachealen Zwischenräume um 1 eintritt.

Die Flügeldeckenskulpturen der meisten heute lebenden *Carabus*-Arten lassen sich ohne Schwierigkeit auf 15streifige Ausgangsformen zurückführen, und trotz der Mannigfaltigkeit der Skulptur gibt es meines Wissens unter den rezenten Arten keine, deren Elytren den primären und normalen Bau einer Adephegendecke zeigen. DIEZ geht bei seinen Untersuchungen von den 32streifigen Decken als den ursprünglichen aus.

Eine sehr alte, dem Alpengebiet entstammende Gruppe stellen nach BORN die Platycaraben dar. Betrachten wir eine Elytre von *C. depressus* BON., so liegen zwischen zwei von Tracheen durchzogenen primären Intervallen drei weitere — ein sekundäres und zwei tertiäre —, die sich in ihrer Ausbildung nicht merklich unterscheiden. Eine zerstreute Anordnung der Columnen vom 12. Zwischenraum ab und gegen die Spitze zu deutet auf eine beginnende Reduktion der Costae hin. Die Porenpunkte der Series umbilicata sind wie bei vielen Carabinen im Gegensatz zu den übrigen Carabidae sehr zahlreich und treten in breiter Front auf. Systematisch kommt ihnen daher keine Bedeutung zu.

Bei einigen Arten ist es nun im Laufe der phylogenetischen Entwicklung zu einer weiteren Vermehrung der Columnenreihen auf den Flügeldecken gekommen. Zwischen zwei primären Zwischenräumen einer Elytre z. B. von *C. Linnei* PANZ. liegen fünf weitere. Dieses Bauschema wird aber nicht streng innegehalten, sondern stellenweise waren bei dem untersuchten Exemplar vier oder auch nur drei Intervalle zwischen zwei trachealen ausgebildet. Insofern stellt *Linnei* ein Bindeglied zwischen den 16streifigen Formen und denen mit einer höheren Rippenzahl dar.

Der bekannte *C. hortensis* L. besitzt eine 32streifige Elytre, indem sieben intercolumnale Zwischenräume zwischen zwei primären liegen. Nach der üblichen Benennung würde eine sekundäre Costa von zwei tertiären, die ihrerseits wiederum je von zwei quartären begleitet sind, umgeben sein. Die Porenpunkte der Sinneshaare treffen wir im 8., 16., 24. und 30. Zwischenraum an.

Im allgemeinen herrscht bei den rezenten *Carabus*-Arten die Tendenz, die Zahl der Rippen durch Auflösung oder Abflachung zu ver-

ringern. Diese Entwicklung läßt sich oft innerhalb einer Art an ihren Rassen in den verschiedenen Stufen verfolgen. Die Flügeldecken von *C. violaceus* v. *purpurascens* zeigen makroskopisch noch eine deutliche Streifung, während die Columnen bei der Nominatform *C. violaceus* (Abb. 22) regellos über die Decke verteilt sind, und die Elytrenoberfläche mit zahlreichen kleinen länglichen Erhebungen bedeckt ist. Die Reduktion erfaßt in diesem Falle alle Costae gleichmäßig. Allgemein läßt sich beobachten, daß die Zahl der Columnen auf den glatten Elytren im mikroskopischen Gesichtsfeld größer ist als bei den nahe verwandten Formen mit reihenförmiger Säulenordnung.

Häufig aber ist der Grad der Rückbildung bei den verschiedenen Rippenarten ungleich fortgeschritten. Auf den Flügeldecken von *C. granulatus* sind die tertiären Costae nur noch durch Cyrtome angedeutet, die primären in Kettenstreifen aufgelöst und die sekundären normal ausgebildet.

Bei *C. clathratus* L. machen sich auch auf den Sekundärrippen bereits Reduktionserscheinungen bemerkbar, und an den Stellen der Unterbrechung der Primärrippen liegt apikal von der Sinnesborste eine größere grubenartige Einsenkung (Abb. 23). In dieser

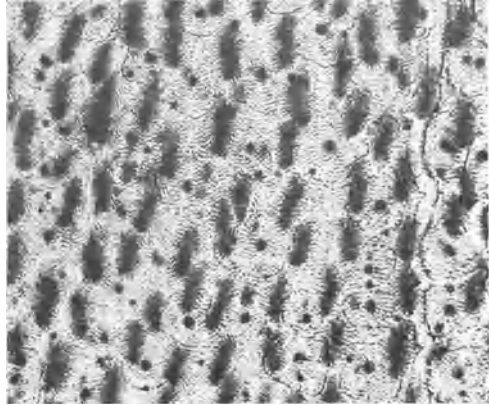


Abb. 22. *Carabus violaceus*. Aufsicht. Vergr. 1:50.

treffen wir die cyrtomartigen Gebilde nur sehr vereinzelt an, während sich bei *C. variolosus* F. gerade in den Grübchen zahlreiche kleine Erhebungen befinden. Andererseits wieder finden wir Decken, bei denen nur noch die trachealen primären Intervalle stärker hervortreten (*C. auratus* L.).

Die gerunzelten und glatten Elytren entstehen bei gleichmäßiger Auflösung und Abflachung aller Costae.

Die interessante Frage nach den Faktoren, die diese auffallenden Entwicklungsrichtungen der Skulptur in dem Genus *Carabus* bedingen, können wir noch nicht beantworten. P. BORN führt die Ursache der Formabänderung zum Hauptteil auf klimatische Einflüsse zurück. Die Schwierigkeit besteht nun darin, den Vorgang und die Vielseitigkeit der morphologischen Reduktionserscheinungen zu erklären. Am apikalen Ende der einzelnen Teilstücke eines Kettenstreifens liegt vielfach eine Sinnesborste, der aber keine wesentliche Bedeutung bei dem Auflösungs-

prozeß zugeschrieben werden darf, zumal die Sinnesborsten ja nur in den primären Intervallen auftreten. Bei *C. variolosus* ist zwischen dieser Borste und dem betreffenden Costastück bereits ein größerer Abstand eingetreten. Die Reduktion schreitet also von hinten nach vorn zu fort. Im Zusammenhang mit dem Auftreten der Sinnesborsten stehen dagegen immer die grubenartigen Vertiefungen. Keine discalen Sinnesborsten konnte ich auf den glatten Elytren der Carabiden *C. Bonplandi* und *C. glabratus* entdecken. Eine gewisse Beziehung zur Rippenauflösung zeigen die sogenannten Nahtlinien. In der Abb. 24 von *C. catenulatus* SCOP. kommt die Querfurchung der Costae gut zum Ausdruck.

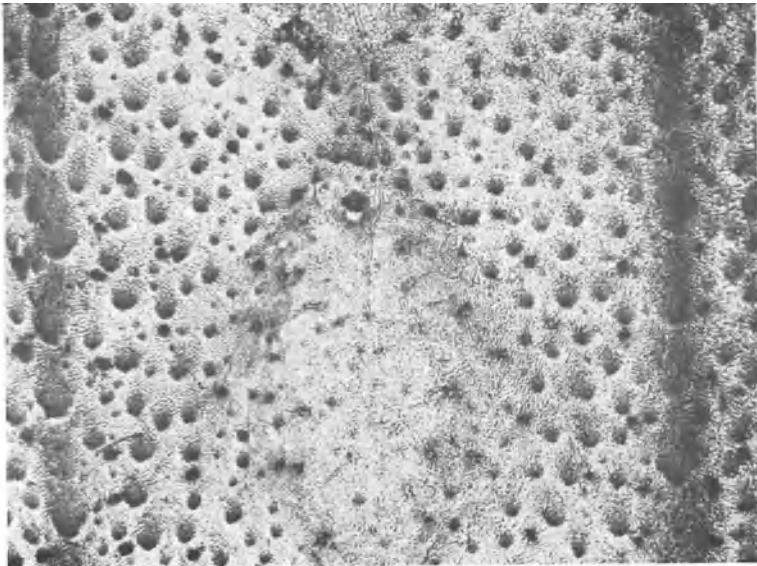


Abb. 23. *Carabus clathratus*. Aufsicht. Vergr. 1:50.

Die Vertiefungen verbinden die einzelnen Columnen miteinander und lassen eine fädige Struktur erkennen. Auf dem Querschnitt sieht man, daß die Streifung der Nahtlinien durch eine Zahnung der Außenlage hervorgerufen wird, deren Spitzen in die Hauptlagen eindringen. Die Entstehung der Nahtlinien und die in Beziehung zu ihnen stehende Furchung der Costae kann wohl auf Entwicklungsvorgänge in der Elytre bald nach dem Schlüpfen des Käfers zurückgeführt werden.

Die Oberflächenstruktur der Flügeldecken der Gattung zeigt im allgemeinen eine polygonale Felderung, die bei einigen Arten unterdrückt ist. Durch stärkeres Hervortreten der Randleisten eines Polygons oder nur bestimmter Seiten, oder durch Hebung der mittleren Partie können die verschiedenen Abänderungen in der Musterung er-

zeugt werden. Doch spielt die Struktur zur Unterscheidung der Arten keine Rolle, da es nicht zu einer so charakteristischen Ausbildung, wie auf den Elytren der im letzten Abschnitt behandelten Genera, kommt. Die Felderung fehlt auf den Cyrtomen und ist auf den Rippen auch meist nur schwach angedeutet.

Für die Flügeldecken der Cicindelinen hat P. SCHULZE ein Skulptur-system aufgestellt, das aus einem Cyrtom, dem Kurvenanfangspunkt — es ist dieses der zentrale Teil der Columne — und der um ihn angeordneten Spirale von Sechsecken besteht. Die einzelnen Rassen von *Cicindela hybrida* unterscheiden sich dann durch den Abstand des Cyrtoms vom Kurvenanfangspunkt, gemessen durch die Zahl der dazwischen liegenden Sechsecke. Die Cyrtome liegen hier besonders bei den Porenpunkten, können

aber auch über die ganze Decke zerstreut sein. Auch auf den Elytren der *Carabus*-Arten treffen wir, wie schon erwähnt, cyrtomartige Gebilde an. Sie befinden sich aber nur auf den Flügeldecken, deren Costae mehr oder weniger reduziert sind. Wir dürfen daher wohl mit Sicherheit die Cyrtome als Reste der ehemaligen Rippen ansprechen, und können nach dem Grad ihrer

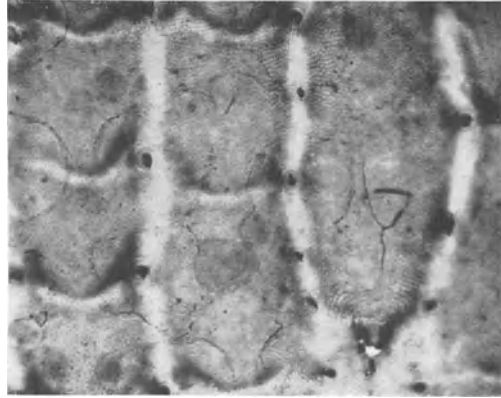


Abb. 24. *Carabus catenulatus*. Aufsicht. Nahtlinien.
Vergr. 1:50.

Ausbildung gewisse Rückschlüsse auf das relative Alter der verschiedenen Elytrenskulpturen ziehen. Auch bei den Cicindeliden weisen die Cyrtome somit vielleicht auf eine frühere Rippenbildung hin. Eine bestimmte Lagebeziehung der Cyrtome zu den Columnen konnte ich bei *Carabus* nicht feststellen.

Durch die Flügeldecken wurden nun Querschnitte angefertigt, um den inneren Bau zu studieren. Von einer eingehenden Darstellung des Elytrenbaues bei den einzelnen Arten kann abgesehen werden. Bei einer vergleichenden Betrachtung der Stärke des Chitinpanzers, auf die es mir vor allem ankam, mußte darauf geachtet werden, daß es sich nicht um Elytren handelte, deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen war. Es wurden deshalb nach Möglichkeit immer mehrere Exemplare einer Art zur Untersuchung herangezogen. Die Unterschiede in der Dicke der Chitincuticula innerhalb der Gattung sind sehr erheblich (Abb. 25). Von den paläarktischen *Carabus*-Arten steht nach dem

untersuchten Material *C. glabratus* PAYK. mit einer 0,075 mm starken dorsalen Hauptlage an der Spitze. Er wird in dieser Beziehung nur noch von dem südamerikanischen *Ceroglossus* mit 0,085 mm übertroffen. Die folgenden Maßangaben beziehen sich immer, falls nichts anderes vermerkt, auf die dorsale Balkenlage. Wenn in manchen Fällen der Durchmesser der einzelnen Rippen verschieden ist, gelten die Zahlen für den am stärksten ausgebildeten Teil der Costae. Im Gegensatz zu oben ist die Hauptlage verhältnismäßig schwach ausgebildet bei *C. depressus* BON., wo sie nur 0,02 mm mißt. Zwischen diesen beiden Grenzwerten finden sich natürlich alle Übergänge. Einen gleichfalls starken dorsalen

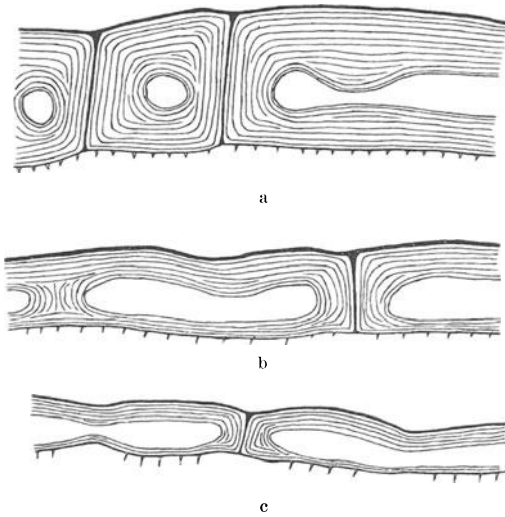


Abb. 25. Elytrenquerschnitte. a *Carabus glabratus*; b *Carabus hortensis*; c *Carabus depressus*. Vergr. 1 : 110.

letzte Gruppe bilden die Decken, deren Durchmesser unter 0,03 mm liegt. Es ist dies z. B. der Fall bei *C. Creutzeri* F., *C. scabriusculus* OL., *C. montivagus* PALL., *C. nemoralis* MÜLL., *C. arvensis* HBST., *C. Linnei* und *C. obsoletus* STRM. Bei den Arten *C. splendens* OLIV., *C. cribratus* QUENS. und *C. exaratus* QUENS. war zwar das Chitinskelett auch nur schwach entwickelt, doch scheint mir in diesen Elytren die Entwicklung nicht abgeschlossen gewesen zu sein.

Wodurch die so verschiedene Ausbildung des Chitinpanzers bedingt ist, wissen wir nicht. Auch aus den Differenzen im Elytrenbau der wenigen untersuchten Rassen einiger Arten konnte ich keine Beziehung zu irgendwelchen Umweltfaktoren erkennen. Experimentelle Untersuchungen, wie sie am Schmetterlingsflügel zahlreich angestellt sind, liegen für die Käferdecken nicht vor. Bei 2 Varietäten von *C. catenulatus* F. hatte v. *Pareysi* ein 0,065 mm und v. *Herbsti* ein 0,05 mm

Schichtenkomplex (über 0,05 mm) besitzen u. a. *C. Ullrichi* v. *fastuosus*, *C. catenulatus*, *C. morbillosus* FAB. und *C. croaticus* DEJ., also Formen, die auch schon rein äußerlich zu den größten und massivsten Vertretern der Gattung gehören. Bei der Mehrzahl der untersuchten Arten betrug die Mächtigkeit der Cuticula 0,03 bis 0,05 mm, so z. B. bei *C. auratus* L., *C. clathratus* L., *C. cancellatus* ILLIG., *C. violaceus* L., *C. convexus* FAB. Die

starken dorsalen Schichtenkomplex. Bei *C. violaceus* besaß v. *vasuljensis* die schwächste Flügeldecke, es folgten in stärkerer Ausbildung die Elytren von v. *azurescens*, dann v. *purpurascens* und diesem ähnlich die der Nominatform. Von den *cancellatus*-Rassen hatte v. *carinatus* die dünnste Hauptlage, die ein wenig stärker bei v. *emarginatus* entwickelt war und bei *lionensis* den größten Durchmesser aufwies. Keine nennenswerten Unterschiede zeigten die Decken von *C. hortensis* v. *Rhodopensis* und v. *Preslii*.

In dem Genus *Calosoma* ist es nicht zu einer so vielseitigen Skulpturbildung wie bei den *Carabus*-Arten gekommen. Die Ausgangsform der Skulptur muß auch hier wieder bei den 16streifigen Elytren gesucht werden, die den meisten rezenten Arten zukommen. Auf den Decken der fossilen *C. Lewi* SCUD. sollen 32 Intervalle vorhanden gewesen sein.

Die Intervalle sind ähnlich *Carabus catenulatus* von zahlreichen hellen Querfurchen, den Nahtstreifen, durchsetzt, die von Columne zu Columne verlaufen, wie man aus der Abb. 26 deutlich erkennt. Ein Unterschied zwischen den primären trachealen Zwischenräumen und den übrigen besteht, abgesehen von den kleinen Sinnesborstengrübchen, nicht. Es wurden *Calosoma sycophanta* L., *C. inquisitor* L. und *C. reticulatum* FAB. zur Untersuchung herangezogen. Die Sekretschicht, deren Vorhandensein nochmals betont werden soll, ist bei *C. inquisitor* schwach gefeldert und bei den anderen Arten glatt. Die Chitinisierung der Cuticula ist mittelstark. Die dorsale Hauptlage mißt im Durchmesser bei dem großen Puppenräuber *sycophanta* und bei *reticulatum* etwa 0,04 mm, bei *inquisitor* aber nur 0,02 mm.

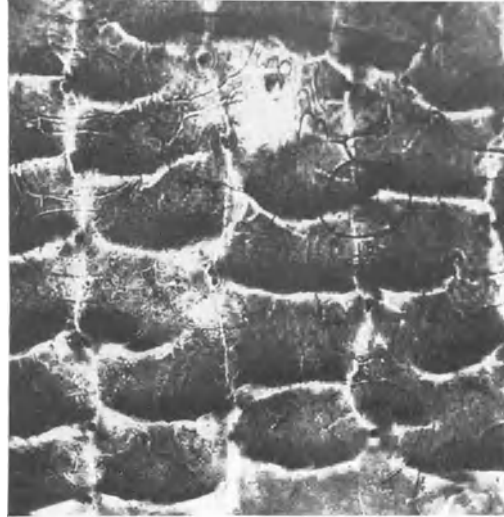


Abb. 26. *Calosoma reticulatum*. Aufsicht. 1 : 50.

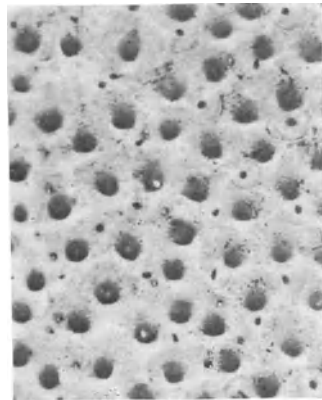


Abb. 27. *Callisthenes brevisculum*. Aufsicht. 1 : 50.

Ein völlig anderes Bild liefert die Aufsicht der Flügeldecken von *Callisthenes breviusculum* MANH. (Abb. 27). Sie sind mit vielen kleinen Cyrtomen bedeckt, und die kleinen runden Columnae zeigen keine bestimmte Anordnung. Auf den Cyrtomen fehlt die Felderung. Wir haben somit ein ähnliches Bild wie bei manchen *Carabus*-Arten und sehen auch hier wieder, daß nach Reduktion der Rippen Cyrtome, eben als deren Restteile, auftreten.

Auch bei der dritten Gattung der Großcaraben ist die Sechzehnstreifigkeit als Ausgangsform anzunehmen. Eine derartige Elytre besitzt noch *Cychnus attenuatus* FAB., auf der sich die drei primären Intervalle als Kettenstreifen hervorheben. Keine Skulptur treffen wir bei *C. caraboides* L. und *C. semigranosus* PDI. an, bei denen die Columnen bereits zerstreut sind. Bei *caraboides* werden die Säulen wieder durch Nahtstreifen verbunden. In jedem von Nahtlinien umgebenen Teilchen der Elytre liegt eine kleine Porenöffnung, die einem Sinnesorgan angehört (!). Die Zahl der Sinnesborsten der Series umbilicata ist nur gering. Die Oberfläche von *semigranosus* ist fein netzförmig gefeldert. Die Elytren dieser Gattung sind an der Naht verschmolzen und die Alae reduziert. Die Unterseite trägt in diesem Falle keine Anhänge. Die Stärke der dorsalen Hauptlage liegt zwischen 0,03—0,04 mm.

3. Die übrigen Genera.

Der Zweck der folgenden Untersuchung konnte es nicht sein, eine bis ins Einzelne gehende Darstellung und Aufzählung vom Elytrenbau der behandelten Arten zu geben, sondern neben einer Erweiterung unserer allgemeinen Kenntnisse über den Aufbau der Insektencuticula sollen die Elytren auf ihre feineren Unterschiede und Merkmale unter dem Gesichtspunkt systematischer Verwendbarkeit untersucht werden.

Im Gegensatz zu den oben behandelten Großcaraben ist die Skulptur bei den übrigen Carabidengattungen im allgemeinen einfach und entspricht dem normalen und als primär angenommenen Typ einer Adephagenelytre. Die Columnen sind mit Ausnahme einiger Arten reihenförmig angeordnet, und die Intercolumnalräume mehr oder weniger gewölbt. Im mikroskopischen Aufsichtspräparat lassen sich acht bis neun Säulenreihen (Punktstreifen) und eine verkürzte Reihe auf der Nahtseite an der Basis (Scutellarstreifen) erkennen. Von den 9 (10) Zwischenräumen sind die sogenannten primären, d. h. der 1., 3., 5., 7., 9. und die Epipleura, von den sechs Tracheenhauptstämmen durchzogen. In ihnen können also Sinneshaare bzw. Borsten auftreten. Doch treffen wir in der Regel nur einige Porenpunkte im 3. und eine größere Anzahl im 9. Zwischenraum an. Außer ihnen liegt bei den meisten Arten eine Schulterborste an der Basis der ersten Columnenreihe. Nur bei wenigen Formen kommt es zu einem stärker abweichenden Deckenbau, indem

sich die Zahl der Säulenreihen vermehrt, oder die Anordnung der einzelnen Columnen unregelmäßig wird.

Die Zahl und Lage der Sinneshaare bzw. -borsten, insbesondere die der Series umbilicata, sind von JEANNEL in einer ausführlichen Arbeit bei den Carabiden systematisch ausgewertet worden. Die von ihm angegebenen Zahlen stimmen jedoch in vielen Fällen nicht mit den bei meinen Exemplaren gefundenen überein und sind zu niedrig. Bei schwächerer Vergrößerung können die Porenpunkte, deren Haare ausgefallen und deren Öffnungen durch Verunreinigung verstopft oder durch starke Pigmentierung verdeckt sind, leicht übersehen werden.

Im apikalen Teil der Elytre fließen die Columnenreihen infolge Versmälerung der Decke zusammen. Dieser Vereinigung ist teilweise eine gewisse Bedeutung zugelegt worden. Im allgemeinen läßt sich eine Vereinigung der 3. und 4. sowie der 5. und 6. Columnenreihe beobachten, während bei den übrigen Punktstreifen, die bis zur Elytrenspitze reichen, die Feststellung nicht immer sicher ist. Verfolgt man den Verlauf der Columnenreihen einer Art an Hand eines größeren Materials, so bemerkt man, daß in dieser Beziehung jedoch alle möglichen Abweichungen eintreten können.

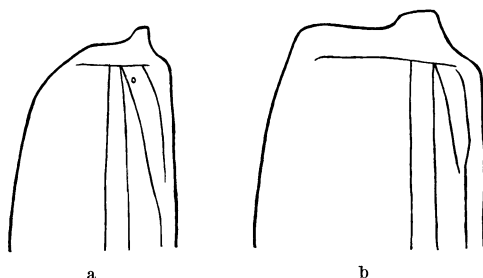


Abb. 28. Scutellarstreifen. a *Leistus rufescens* ;
b *Amara aenea*.

Dagegen kann man bezüglich des Auftretens der verkürzten Columnenreihe einen auffallenden Unterschied beobachten, auf den meines Wissens noch nicht hingewiesen worden ist. Der Scutellarstreifen kann als erster auftreten, und es folgen die neun voll ausgebildeten Columnenreihen (z. B. bei *Leistus*, *Nebria*, *Bembidion*, *Agonum*, *Pterostichus* u. a.), oder parallel zur Naht verläuft ein Columnenstreifen bis zur Elytrenspitze, und erst die zweite Reihe ist verkürzt (bei *Amara*, *Anisodactylus*, *Diachromus*, *Acupalpus* u. a.) (Abb. 28).

Im Gegensatz zu den Großcaraben ist die feinere Struktur der Elytrenoberfläche sehr mannigfaltig gemustert. Die Form und Anordnung der Polygone ist für viele Arten und Gattungen charakteristisch.

Es wurden insgesamt 185 Arten untersucht, und Querschnitte durch ihre Flügeldecken angefertigt. Die Maßangaben in Millimetern gelten wieder für den dorsalen Schichtenkomplex.

Von den drei untersuchten *Leistus*-Arten besitzt die metallisch blaue Elytre von *L. spinibarbis* F. eine deutlich netzartig gefelderte Ober-

fläche (Abb. 29), die bei den heller pigmentierten *L. rufescens* F. und *L. ferrugineus* L. in gleicher Weise ausgebildet, aber nicht so klar ausgeprägt ist. Die einzelnen Fel-

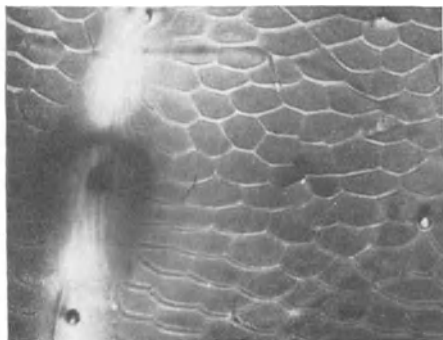


Abb. 29. *Leistus spinibarbis*. Aufsicht. Vergr. 1:470.

sind unregelmäßig angeordnet und verschieden groß. Der Columnenstreifen hebt sich im durchfallenden Licht durch seine hellere Färbung von der Umgebung ab. Auf der Abbildung tritt vor allem der mittlere Teil einer Säule hervor, deren Umrisse selbst durch die Struktur verdeckt werden. Die eigentliche primäre Columne wird bei *spinibarbis* noch von einem breiten

Pigmentring umgeben, der sich gegen die Elytrenspitze hin öffnet. Die runden Poren links und rechts in der unteren Hälfte der Abbildung stellen Öffnungen von Sinnesorganen dar. Die sehr feinen Drüsenausführungen lassen sich hin und wieder an den Schnittpunkten der erhabenen Leisten, die die Polygone begrenzen, erkennen. Den stärksten Schichtenkomplex mit einer dorsalen Hauptlage von über 0,02 mm Dicke

besitzt *L. ferrugineus*. Die Unterseiten der Elytren tragen Spinulae. Die Zahl der Sinnesborsten gibt JEANNEL für die Series umbilicata mit 5+0 an. Bei *L. spinibarbis* konnte ich deren 8 zählen, während sich ihre Anzahl bei den anderen Arten nicht einwandfrei feststellen ließ.

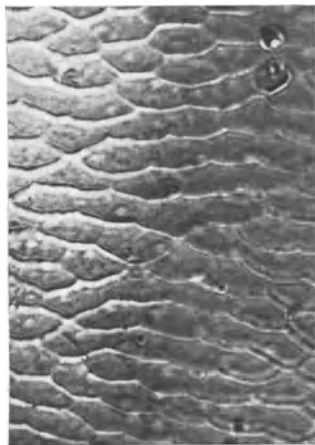


Abb. 30. *Nebria transsylvanica*. Aufsicht. Vergr. 1:470.

Eine ähnliche Oberflächenstruktur treffen wir bei den Formen der im System nahestehenden Gattung *Nebria* an (Abbild. 30). Die einzelnen Maschen erscheinen hier nur langgestreckter, da die Querleisten meist unterdrückt oder nur schwach angedeutet sind. Die Streifung verläuft quer zur Elytre. In der Abbildung sind die Leisten infolge der Wölbung der Decke verzerrt. *Eurynebria complanata* L. unter-

scheidet sich von den *Nebria*-Arten durch ihre kleineren, mehr gleichseitigen Polygone, aber auch hier fallen die Randleisten, die in der Längsrichtung der Elytre liegen, mehr oder weniger aus. Die discalen Porenpunkte treffen wir in der Regel im 3. und 9. Intervall an, mit Ausnahme

von *N. crenatostriata* BASSI, bei der sich auch im 5. und 7. Zwischenraum Sinnesborsten befinden. Die Zahl der Poren der Series umbilicata variiert beträchtlich und liegt zwischen 9 (*N. Gyllenhalii* SCHÖNH.) und etwa 30 (*N. complanata*). Als Material dienten neben den genannten Formen *N. brevicollis* F., *N. castanea* BON. und *N. transsylvanica* GERM. Die Querschnitte zeigten normalen Bau. Der Schichtenkomplex war bei

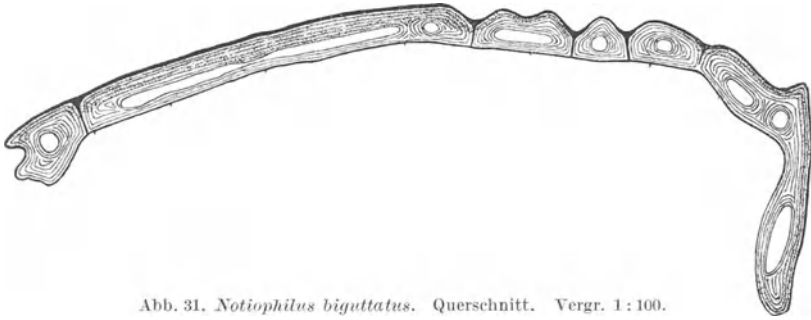


Abb. 31. *Notiophilus biguttatus*. Querschnitt. Vergr. 1:100.

den Nebriinen relativ schwach ausgebildet und überschreitet bei *N. brevicollis* mit der stärksten Cuticula 0,02 mm nicht.

Betrachten wir nun eine Flügeldecke von *Notiophilus biguttatus* F. unter dem Mikroskop, so bietet sich ein völlig anderes Bild. In den dunkler pigmentierten Elytrenanteilen an der Naht- und Randseite fällt das Fehlen der Columnen auf, deren Patinae sich sonst deutlich abheben. Um in diesem Teil die Festigkeit zu wahren, sind die benachbarten Säulen eigentümlich verlängert und dadurch unsymmetrisch gestaltet (Abb. 32). Die Zahl der Punktstreifen beträgt 9, und an der Basis sind noch zwei durch einige Columnen angedeutet. Die Porenpunkte liegen im 4. und 9. Zwischenraum. Den Verlauf der Tracheen, der demnach von dem normalen abzuweichen scheint, konnte ich leider nicht feststellen. Auch die Querschnitte (0,02 mm) sind in gewisser Beziehung charakteristisch (Abb. 31). In dem columnenfreien Teil der Decke ist diese fast glatt, während wir über den Säulen tiefe Patinae antreffen. Außerdem erstreckt sich die Pigmentierung in den glatten Teilen nahezu auf den gesamten dorsalen Schichtenkomplex. Eine feinere Struktur der Elytrenoberfläche ist nur noch an der Spitze angedeutet. Zum Vergleich wurden *N. palustris* DUFT. und *N. aquaticus* L. herangezogen, bei denen wir ähnliche Verhältnisse antreffen. Die Zahl und Lage der discalen und marginalen Sinnesborsten ist bei allen drei Arten die gleiche.

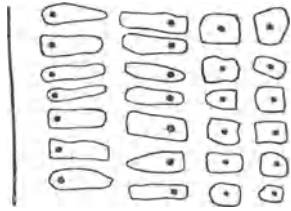


Abb. 32. *Notiophilus palustris*. Columnae. Vergr. 1:65.

Während die Columnae bei den obigen Arten in fast parallelen Reihen angeordnet sind, wird dieses Bauprinzip bei den Elaphrinae verlassen. Es macht sich ein Einfluß der Sinneshaare auf die Skulptur geltend. *Blethisa multipunctata* L. vermittelt gewissermaßen den Übergang. Hier treten die Columnenreihen des 3. und 5. Intervalls an den Porenpunkten zusammen. Apikal von jeder Borste liegt ein kleines Grübchen, in dem eine Anhäufung von Columnen stattfindet. In der marginalen Hälfte der Elytre stehen die Säulen bereits zerstreut. Da aber in diesem Teil die Sinnesborsten fehlen, dürfen wir ihnen nicht eine primäre Rolle bei der Auflösung der reihenartigen Anordnung der Columnen zuschreiben. Die Oberflächenstruktur besteht bei *Blethisa* in einer regelmäßigen Sechseckzeichnung. Obwohl die Art gutgeflügelt ist, und die Alae

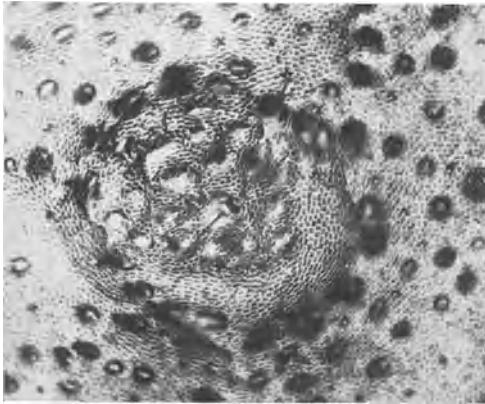


Abb. 33. *Elaphrus cupreus*. Aufsicht. 1:90.

kleine dörnchenartige Gebilde tragen, konnte ich auf der Elytrenunterseite keine Anhänge entdecken. Die dorsale Hauptlage ist 0,02 mm stark.

Bei den *Elaphrus*-Arten sind die Columnen nun gänzlich regellos verteilt. Die Lage der Sinnesborsten, die im Grunde der Gruben oder Augenpunkte stehen, entspricht dem Verlauf der Tracheenhauptstämme. Die Gruben stellen eine einfache Einsenkung der Decke dar

und unterscheiden sich sonst nicht von den übrigen Elytrenanteilen. Daß auch die acht Borsten der Series umbilicata in Grübchen liegen, ist ein Beweis für die Homologie dieser Haargebilde mit den discalen Borsten, die nach JEANNEL zu trennen sind. Die Struktur der Oberfläche läßt in ihrer Musterung den Einfluß mechanischer Zugkräfte während der Entwicklung erkennen (Abb. 33). Die Felder sind mehr oder weniger regelmäßig geformt auf den erhabenen Teilen der Flügeldecke und sind in den Grübchen und an deren Rändern verzerrt. Die Patinae und in Aufsicht ähnlich aussehende Gebilde, denen aber die dunkelpigmentierte Säulenmitte fehlt, sind ungefeldert. Der Schichtenkomplex der dorsalen Hauptlage mißt 0,03—0,04 mm im Durchmesser. Die erste Schicht der Balkenlage ist sehr stark pigmentiert, so daß eine Mehrschichtigkeit der Außenlage leicht vorgetäuscht wird. Spinulae treten nur vereinzelt auf einem Querschnitt auf.

Die folgende Gattung *Loricera* mit *L. pilicornis* F. gehört zu den

Ausnahmen unter den Carabiden, deren Elytre mehr als 9, nämlich 13 Columnnreihen besitzt. Die Porenpunkte treten in den 4., 7., 10. und 13. Zwischenräumen auf, in denen die Tracheen verlaufen. Will man diese Vermehrung der Säulenreihen von der Normalskulptur ableiten, so kann man sich an einem Schema leicht klarmachen, daß dann der 2., 5., 8. und 11. Columnnstreifen sekundären Ursprungs sein müssen. Diese Beziehung kommt auch auf den Elytren dadurch zum Ausdruck, daß diese Punktreihen die Basis nicht erreichen. Die Oberflächenstruktur kann mit der der Nebriinae verglichen werden. Die Zahl der Porenpunkte der Series, die JEANNEL mit 14 angibt, betrug bei meinem Exemplar 19. Der Querschnitt läßt eine relativ schwache Entwicklung der dorsalen Hauptlage (0,01 mm) erkennen.

Zu der Gruppe der Scaritinae werden die Genera *Scarites* F., *Clivina* LATR., und *Dyschirius* BON. gestellt. Vergleichend-morphologisch in Bezug auf den Bau ihrer Flügeldecken lassen sich aber größere Unterschiede feststellen. Die Vertreter der beiden erstgenannten Gattungen, von denen allerdings nur je zwei Arten untersucht wurden, weisen eine Differenzierung auf, der wir sonst nicht begegnen. Im Aufsichtspräparat hebt sich das Columnnenzentrum von der übrigen Umgebung als heller Kreis ab, während es sich im allgemeinen gerade als dunkler Punkt markiert (Abb. 34).

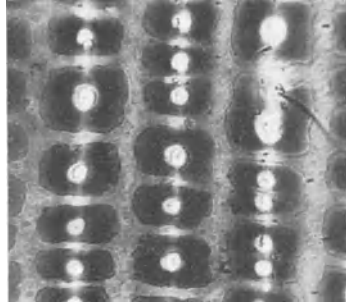


Abb. 34. *Clivina fossor*. Aufsicht.
Vergr. 1:110.

Auf dem Querschnitt durch eine Decke von *Clivina fossor* L. oder *Cl. collaris* HBST. zeigt sich, daß die Außenlage sich nicht wie üblich kontinuierlich in die Säulen fortsetzt und deren Mittelachse bildet, sondern sich häufig als Ganzes über diesen abhebt. Bei den Scaritini sind ferner die Pigmentierungsverhältnisse eigenartig. Auf die hellbraune Außenlage folgen ventral bei *Sc. laevigatus* FAB. etwa zwei ungefärbte Chitinschichten und dann wieder mehrere stark pigmentierte Lagen. Bei *Sc. arenarius* BON. sind die Außenlage und die pigmentierten Hauptlageschichten wesentlich schwächer entwickelt, der Komplex der zwischen ihnen liegenden ungefärbten Chitinlagen ist dagegen relativ breit (Abb. 35). Auch bei *Cl. fossor* treffen wir, wenn auch nicht in so ausgeprägtem Maße, in dem unteren Teil der dorsalen Hauptlage einen dunklen Streifen an. Die Columnnen sind in größerer Breite pigmentiert. Bei den *Scarites*-Arten sind die zwischen der Außenlage und den pigmenthaltigen Streifen befindlichen Hauptlageschichten von zahlreichen feinen schraubenartigen Drüsengängen durchsetzt, die sich durch ihren dunklen Inhalt hervorheben. Eine Fort-

setzung in die tieferen Teile des Schichtenkomplexes konnte ich nicht verfolgen. Vor allem aber fällt die außerordentliche Dicke des Chitinpanzers der aus dem Mittelmeergebiet stammenden Scaritini auf, der mit 0,08 mm Durchmesser bei *Sc. arenarius* (*Sc. laevigatus* 0,05 mm) den größten Vertretern der Gattung *Carabus* gleichkommt. Ein weiterer Unterschied im Elytrenbau dieser beiden Genera gegenüber *Dyschirius*, auf welchen JEANNEL hingewiesen hat, ist in der Zahl der Porenpunkte der Series umbilicata gegeben. Bei *Cl. collaris* konnte ich 26 Sinnesborsten zählen, und ähnlich liegen die Verhältnisse bei den anderen Arten. Bei *D. globosus* Hbst. und *D. nitidus* DEJ. sind nur sechs bzw. vier Porenpunkte im 9. Intervall vorhanden. Der Deckenbau ist bei *Dyschirius* wieder normal, und die Columnenachse wird von der Fortsetzung der Außenlage gebildet. Die dorsale Hauptlage (0,03 mm) ist in ihren sämtlichen Schichten pigmentiert. Die Anhänge auf der Unterseite sind in dem Tribus nur schwach entwickelt.

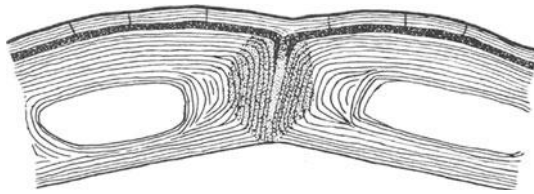


Abb. 35. *Scarites arenarius*. Querschnitt. 1:110.

Die Gattung *Omophron* mit der einen Art *O. limbatum* FAB. trägt 15streifige Elytren. Die rechteckigen bis kreisförmigen Säulen treten im Aufsichtspräparat deutlich hervor. Die 3. und 4. wie die 7. und 8. Columnenreihe vereinigen sich schon etwa im 2. Drittel der Flügeldecke und sind ebenso wie die 11. somit beträchtlich kürzer als die übrigen Punktstreifen. Discale Sinnesborstenporen, die sonst einen Anhaltspunkt für den Verlauf der Tracheen geben, fehlen völlig. Doch gelingt es, die Lage der Tracheenstämme, die in diesem Falle im Totalpräparat nicht zu erkennen waren, dadurch festzustellen, daß man die Elytren abwechselnd in Wasser und an die Luft bringt. Die Medien dringen dann in die hohlen Zwischenräume schneller ein als in die engen Tracheen, die sich so mehr oder weniger abheben. Die Tracheen liegen bei *Omophron* im 5., 8., 12. und 16. Intervall. Ihr Verlauf ähnelt also dem der *Carabus*-Arten, nur daß hier der eine Hauptstamm im 4. Intercolumnalraum verläuft. Im Gegensatz zu JEANNEL fand ich am Seitenrand mehrere Porenpunkte. Discale Borsten fehlen. Obwohl die Art gut geflügelt ist, und die Alae kleine Spinulae tragen, sind auf der Elytrenunterseite keine Anhänge ausgebildet. Die Stärke der dorsalen Balkenlage beträgt 0,03 mm.

Die Flügeldecken der Broscinae sind nach dem Normaltyp gebaut und zeigen keine speziellen Sonderheiten. Die Zahl der Poren der Series umbilicata ist variabel. Bei *B. cephalotes* L. konnte ich 8, bei *B. politus* DEJ. 30 und bei *Brososoma baldense* ROSENH. 4 Öffnungen zählen. Der Schichtenkomplex ist bei den beiden *Brosca*-Arten mit 0,05 mm verhältnismäßig kräftig entwickelt. Die Spinulae sind auf der Unterseite von *B. politus* größer und dichter als bei den beiden anderen Formen ausgebildet.

Ein sehr charakteristisches Bild bieten unter dem Mikroskop die Flügeldecken der Gattung *Siagona*, von denen ich *S. Dejeani* RAMB., *S. europaea* DEJ. und *S. Jennissoni* DEJ. untersucht habe. Die mäch-



Abb. 36. *Siagona Dejeani*. Aufsicht. 1:100

tigen, unregelmäßig geformten und zerstreut angeordneten Columnen tragen in ihrer Mitte je eine lange haarartige Bekleidungsborste (Abb. 36), deren Zuführungsgang durch die Chitinschichten deutlich zu verfolgen ist. Die Oberflächenstruktur ist bis auf kleine spitze Schüppchen, die die Ecken der Polygone darstellen, unterdrückt. Die dorsale Hauptlage mißt bei *Dejeani* 0,05 mm und bei *europaea* nur 0,01 mm.

Eine größere Anzahl von Genera umfaßt die Unterfamilie der Bembiinae. Auf den Querschnitten fällt durchweg die nur einschichtige ventrale Hauptlage auf. Hinsichtlich der Zahl und Lage der Poren der Series umbilicata — 4 + 4 bei *Bembidion*, 4 + 5 bei *Asaphidion* — und auch der fünf übrigen Sinnesborsten stimmten die Arten aufs genaueste überein. Die Struktur ist nicht einheitlich.

Die Flügeldecken der Gattung *Asaphidion* sind dicht pubesciert. Die

Bekleidungsborsten sind nicht gleichmäßig verteilt, sondern es lassen sich verschieden dicht behaarte Flächen unterscheiden. Gegen die Spitze zu nimmt die Beborstung ab. Hinter jeder Borste befindet sich eine kleine Grube. Von den untersuchten Arten besaß *A. pallipes* DUFT. mit 0,02 mm die schwächste Hauptlage, die ein wenig stärker bei *A. caraboides* SCHRANK. entwickelt und bei *A. flavipes* L. etwa 0,035 mm dick war.

In der Gattung *Bembidion* ist die Elytrenoberfläche von *B. Bualei* DUV., *B. decorum* ZENK. und *B. ascendens* DAN. mehr oder weniger gestreift gemustert. Sie ist glatt bei *B. quadriguttatum* OL. Eine aus-

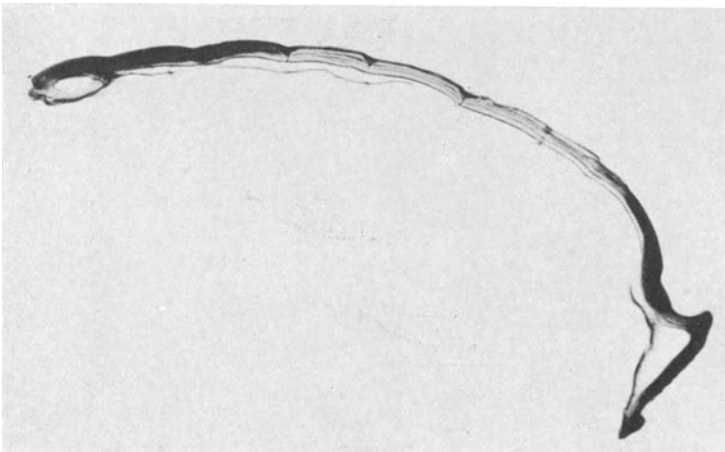


Abb. 37. *Bembidion Bualei*. Querschnitt. 1:80.

geprägte Sechseckförmigkeit kommt den Vertretern des Subgenus *Bracteon* zu. Der Durchmesser des oberen Chitinkomplexes liegt zwischen 0,01—0,02 mm. Sämtliche dorsalen Lagen können in den dunklen Makeln pigmentiert sein (Abb. 37). Bei *B. Bualei* folgen, nicht unähnlich *Scarites*, auf die Außenlage erst einige hellbraune Chitinschichten und ventral wieder stärker gefärbte Lagen, was auf der Abbildung nicht zum Ausdruck kommt. Die dörnchenartigen Anhänge der Unterseite treten uns auf den Schnitten mit Ausnahme von *B. decorum* nur spärlich entgegen.

Die Elytren der folgenden zu derselben Unterfamilie gehörenden Arten sind klein und unscheinbar. *Tachys bistriatus* DUFT., *T. sinuatus*, *T. scutellaris* STEPH. besitzen eine gestreifte Oberfläche, die bei *T. sexstriatus* DUFT. glatt ist. *Tachyta nana* GYLL. zeigt eine netzartige Förmigkeit. Bei allen diesen Arten sind die Sinneshaare sehr lange schlanke Gebilde. Die glatte Elytre von *Anillus florentinus* DIERCK trägt kleine

Borsten. Der Außenrand der Decken ist eigentümlich eingekerbt und mit Borsten (Sinnes-?) besetzt (Abb. 38).

Die Elytren der Trechinae waren netzartig gemustert, ausgenommen *Perileptus areolatus* CREUTZ., dessen Polygone gleichseitiger geformt waren. Auf die Differenzierung der Haargebilde bei *Anophtalmus hirtus* STURM. ist schon oben hingewiesen worden. Für die Trechinae hat JEANNEL die Lagebeziehungen der Sinnesborsten eingehend studiert.

Bei den Pogoninae treffen wir in dem Genus *Pogonus* eine schwache, aber charakteristische Sechseckfelderung der Oberfläche an, während bei *Patrobis* die einzelnen Felder nicht so regelmäßige Form zeigen. Die Zahl der Poren der Series betrug für *P. luridipennis* GERM. und *P. halophilus* 13 (7 + 6) und für *Patrobis excavatus* PAYK. 10 (4 + 6). Die ventrale Hauptlage war wie bei den Bem-bidiinae wieder nur einschichtig. Der dorsale Schichtenkomplex übertrifft an Mächtigkeit mit 0,04 mm bei *P. excavatus* den der *Pogonus*-Arten (0,025 mm) fast um das Doppelte.

Die Elytren von *Panagaeus quadripustulatus* STURM. und *P. crux major* L. sind mit Bekleidungsborsten besetzt, deren Größe verschieden ist. Sie passen sich in ihrer Färbung im allgemeinen dem Untergrund an, jedoch sind auf den an die schwarzen Makeln angrenzenden hellgezeichneten Elytrenteilen vereinzelt noch dunkle Borsten anzutreffen. Diese Carabiden sind die einzigen Arten, bei denen ich auf der Unterseite typische Perlae fand, während die Alae kleine spitze Borsten besaßen. Die Perlae liegen dicht an dicht aneinander gereiht. Die ventrale Hauptlage ist mehrschichtig. Die Lage der Porenpunkte der Sinneshaare ist infolge der Beborstung der Decke nur schwer zu bestimmen. JEANNEL gibt ihre Zahl für die Series mit 6 an, doch glaube ich über 20 Öffnungen feststellen zu können, so daß in dieser Beziehung eine Ähnlichkeit zu den folgenden Arten besteht. Von *P. crux major* untersuchte ich je ein Stück aus Istrien und der Mark, die weder äußerlich noch im inneren Bau merkliche Unterschiede aufwiesen. Zu den Panagaeinae gehört nach HANDLIRSCH auch die Gattung *Tefflus*. Die Decken von *T. Hacquardi* übertrafen an Mächtigkeit mit einer dorsalen Hauptlage von 0,25 mm alle übrigen Carabiden. Nach Aufhellung der Elytren durch Diaphanol kam nun eine deutliche Sechzehnstreifung zum Vorschein, indem zwischen zwei Costae immer zwei Columnenreihen ausgebildet waren. An den Stellen, wo vier Säulen zusammenstießen, lag ein großes Cytom. Die Elytrenunterseite trug kleine Dörnchen.

Den obigen Arten in Aufsicht gleichen sehr die Flügeldecken des



Abb. 38. *Anillus florentinus*.
Außenrand der Elytre.

zu den Chlaeniinae gestellten *Callistus lunatus* F., deren Oberflächen aber pflasterartig gestaltet sind, und die auf der Unterseite Spinulae tragen. Die Elytren der Vertreter der Gattung *Chlaenius* sind stark pubesciert. Im Gegensatz zu oben sind die Haargebilde alle gleichlang. Apikal von jeder Borste liegt eine kleine Grube. Die Zahl der Randsinnesborsten beträgt nach JEANNEL 20—22. Bezüglich des Auftretens der discalen Poren unterscheiden sich die untersuchten Arten merklich. Bei *Chl. vestitus* PAYK. scheinen sie, abgesehen von der Schulterborste und zwei Sinnesborsten an der Elytrenspitze, völlig zu fehlen, bei *Chl. velutinus* DUFT. und *N. auricollis* GÉNÉ. heben sich im 3. und 5. Intervall mehrere Öffnungen durch ihre Größe von denen der Bekleidungsborsten ab, und bei *Chl. nigricornis* F. treffen wir auch noch im 7. Zwischenraum Sinnesborsten-

poren an. Die Hauptlagen sind 0,03—0,04 mm stark.

Oodes helopoides F. besitzt Elytren mit ausgeprägter polygonaler Felderung. Hinsichtlich der zahlreichen Poren im 9. Intervall gleicht die Art den obigen. Auf den Querschnitten fällt eine ungleiche Ausbildung der Spinulae auf der Elytrenunterseite auf. Sie sind

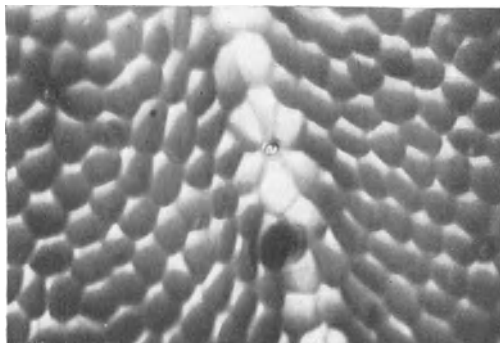


Abb. 39. *Harpalus aeneus*. Aufsicht. 1:470.

auf etwa $\frac{1}{3}$ der Decke von der Naht aus gerechnet gut entwickelt und fehlen auf dem übrigen Teil. Die ventrale Hauptlage ist nur einschichtig.

Es folgen im System die Licininae. *L. silphoides* Rossi. ist in Aufsicht nicht unähnlich den *Chlaenius*-Arten, nur daß die langen, schlanken Bekleidungsborsten spärlicher auftreten. Ihre Zahl ist bei *L. puncticollis* noch weiter reduziert und auf den Flügeldecken von *L. Hoffmannseggi* PANZ. treffen wir keine Poren mehr an. Die Sinneshaare der Series umbilicata sind wieder sehr zahlreich. Die dorsale Balkenlage ist im Durchschnitt 0,02 mm stark.

Eine größere Unterfamilie tritt uns in den Harpalinae entgegen. Ich untersuchte von dem Genus *Harpalus* nur vier Arten, von denen die Oberflächenstrukturen bei *H. aeneus* FAB. und *H. tardus* PANZ. in Abb. 39 und Abb. 40 wiedergegeben sind. Diese so verschiedenen erscheinenden Muster stehen jedoch in enger Beziehung zueinander. So sind bei *aeneus* die Felder in den äußeren Intervallen in eine Richtung ähnlich *tardus* verzerrt, und der apikale Teil der Elytre bei *tardus* zeigt

eine regelmäßige polygonale Felderung. Bei einem Exemplar *H. tardus* aus Turkestan war die Sekretschicht gleichmäßig maschenförmig gemustert. Die Flügeldecken von *aeneus* tragen im 7.—10. intercolumnalen Zwischenraum und vereinzelt im 6., sowie an der Basis und Spitze, kleine Bekleidungsborsten. Zwischen einem Exemplar aus der Mark und einem ungarischen Stück waren keine Unterschiede festzustellen. Die Zahl der Poren der Series umbilicata liegt über 30. Die Größe der Öffnung war sehr verschieden. Der Schichtenkomplex der dorsalen Hauptlage war relativ stark bei *serripes* QUENS. (0,04 mm), ihr Durchmesser betrug 0,03 bei *tardus* und war schwächer bei den übrigen Arten. Die dörnchenartigen Anhänge der Ventralseite sind bei den einzelnen Arten verschieden entwickelt.

Die Elytren des *Tribus Acupalpini* besitzen eine strukturlose Sekretschicht. Die Zahl der Randsinnesporen war mit 14 bei den untersuchten Arten wieder spezifisch. Bis auf *Bradycellus verbasci* DUFT. lag auf den Querschnitten eine nur einschichtige ventrale Hauptlage vor (Abb. 41). Als Material hatte ich außer diesem *Stenolophus teutonius* SCHRK., *S. smaragdulus*, *Acupalpus dorsalis* FABR., *A. flavicollis* STURM und *A. meridianus* L. zur Verfügung.

Mit kurzen starren Bekleidungsborsten sind die Decken von *Diachromus germanus* L. (Abb. 4) und *Gynandromorphus etruscus* QUENS. besetzt. Die einfache Porenöffnung übt auf die Oberflächenstruktur keinen Einfluß aus. Die oft rosettenförmige Anordnung der Felder um die Porenöffnung ist mehr zufällig bedingt.



Abb. 41. *Stenolophus smaragdulus*. Querschnitt. 1:110.

Eine deutlich ausgeprägte Sechseckfelderung treffen wir auf den Elytren des Genus *Anisodactylus* an, die in ihrem Bau eine gewisse Ähnlichkeit mit *Harpalus* aufweisen. So finden wir wie bei *H. aeneus* eine Beborstung vom 9. Intervall ab, und die Zahl der Randsinnesborsten ist ebenfalls sehr hoch. Die Chitinausbildung ist mit etwa 0,02 mm geringer. Als Material dienten *A. virens* (?), *A. binotatus* FAB., *A. Dejeani* BUQUET. nud *A. bisignatus*.

Die jetzt folgende Gruppe der Pterostichinae zählt zu den artenreichsten. Es soll zunächst kurz auf den Elytrenbau der Amarini ein-

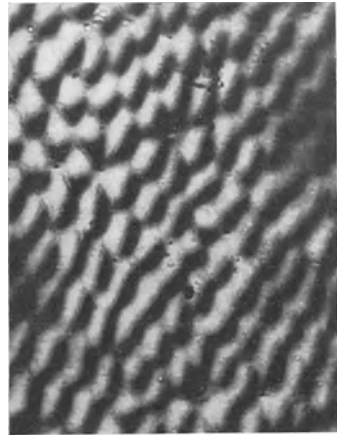


Abb. 40. *Harpalus tardus*. Aufsicht. 1:470.

gegangen werden. Im Totalpräparat von *Amara eurynota* PANZ. fällt bei mikroskopischer Betrachtung die eigentümliche Pigmentierung der rechteckigen Columnen auf (Abb. 42). Der mittlere Teil der Säule ist wie die übrige Decke gefärbt, während die Pigmentierung an den beiden Enden stark zunimmt. Ein ähnliches Bild liefern *A. aenea* DEG., *A. spreta* DEJ. und *A. communis* PANZ. Bei den übrigen Arten (*A. brunnea* GYLL.,

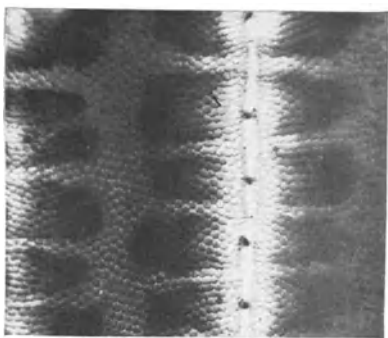


Abb. 42. *Amara eurynota*. Aufsicht. 1:120.

A. fulva DEG., *A. aulica* PANZ., *A. neglecta* und *A. hirtipes*) war die Elytrenoberfläche gleichmäßig pigmentiert. Die Sekretschicht war mehr oder weniger regelmäßig gefeldert. Der Durchmesser der dorsalen Hauptlage betrug im allgemeinen etwa 0,02 mm oder wenig mehr. Der stärkste Schichtenkomplex mit über 0,05 mm kam *A. eurynota* zu. Einen sehr massiven Eindruck machten auch die Elytren von *A. brunnea*,

deren innere Hohlräume auffallend klein waren. In der Series umbilicata ließen sich bei den meisten Arten 13—14 Porenpunkte erkennen, nur bei *A. neglecta*, *A. eurynota* und *A. hirtipes* war ihre Zahl vermehrt.

Zu diesem Tribus gehört auch die Gattung *Zabrus*, von der fünf Vertreter untersucht werden konnten. Während *Z. incrassatus* GERM.,

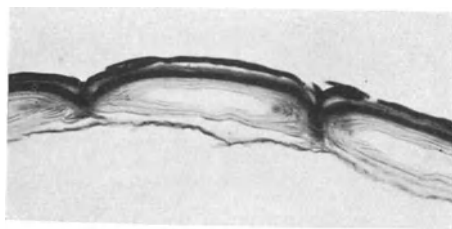


Abb. 43. *Zabrus chalceus*. Querschnitt. 1:100.

Z. femoratus DEJ. und *Z. Seydlitzi* SCHAUM. die normale Neunstreifigkeit der Elytren zeigen, sind die Columnen bei *Z. chalceus* FALD. und *Z. aurichalceus* AD. nicht mehr reihenförmig angeordnet. Auch die Form der Säulen ist bei den Arten verschieden. Sie sind bei *incrassatus* rund und von ge-

ringem Durchmesser, dagegen verbinden bei *femoratus* größere rechteckige Columnen die Hauptlage. Auf einem Querschnitt durch die Decke von *chalceus* folgen auf die Außenlage einige helle Balkenlagen und auf diese ventral wieder ein stark pigmentierter Streifen (Abb. 43). Die Oberflächenstruktur besteht in einer Sechseckfelderung, die am deutlichsten bei *Seydlitzi* ausgeprägt ist und nur bei *chalceus* fehlt. Die Dicke des dorsalen Schichtenkomplexes betrug 0,02 mm bei *aurichalceus*, ein wenig mehr bei *chalceus*, 0,06 mm bei *femoratus* und etwa 0,035 mm bei *Z. incrassatus*.

Von dem Genus *Pterostichus* selbst standen mir 16 Arten zur Verfügung, von deren Aufzählung abgesehen werden soll. Die Totalpräparate der Decken bieten im allgemeinen unter dem Mikroskop ein unscheinbares Bild. Eine Struktur der Sekretschicht ist oft nur schwach zu erkennen. Von der Elytre heben sich im durchfallenden Licht die helleren Columnenstreifen ab, die bei *Pt. vermicolosus* MÉN. schlängelförmig verlaufen. Bezüglich der Lage der discalen Sinnesborsten treffen wir bei den einzelnen Arten interessante Verhältnisse an. *Pterostichus ater* besitzt außer einigen Borsten der Series umbilicata nur noch eine Schulterborste an der Basis der ersten Columnenreihe. Bei den meisten Arten ist die Verteilung der Porenpunkte wie Abb. 44a zeigt, derartig, daß im 3. Intervall 2—4 Sinnesborsten liegen. Ihre Zahl ist bei *Pt. rutilans* DEJ. auf sechs vermehrt. Auf den Elytren von *Pt. multipunctatus* DEJ. treffen wir auch im 7. Zwischenraum zahlreiche Poren-

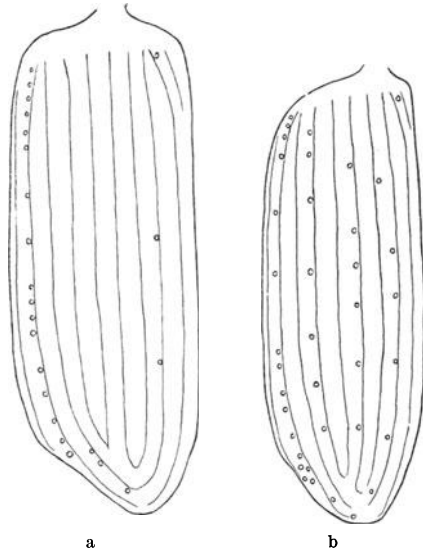


Abb. 44. Porenpunkte. a *Pterostichus melas*;
b *Pt. fossulatus*.

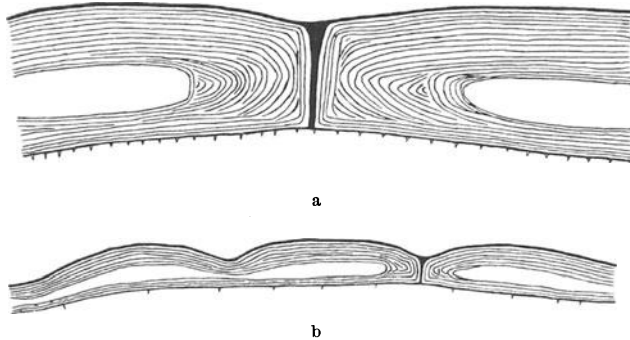


Abb. 45. Querschnitte. a *Pterostichus melas*; b *Pt. nigrita*. 1:110.

punkte an, und bei *Pt. fossulatus* QUENS. (Abb. 44b) in allen trachealen Intervallen, also im 3., 5., 7. und 9. Bei einem größeren Untersuchungsmaterial ließen sich sicher lückenlose Entwicklungsreihen aufstellen. Entsprechend dem Größenunterschiede der Arten finden wir auch eine verschiedenartige Ausbildung des Chitinpanzers (Abb. 45). Die dorsale Haupt-

lage steht mit einem Durchmesser von 0,08 mm bei *Pt. ater* den stärksten Großcaraben nicht nach, während *Pt. nigrita* FAB. nur einen 0,01 mm dicken Schichtenkomplex besitzt. Im allgemeinen betrug die Stärke des dorsalen Elytrennteiles etwa 0,02—0,03 mm. Die Spinulae waren mit

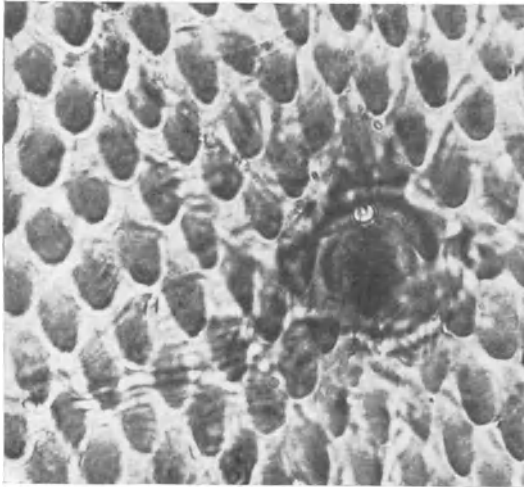


Abb. 46. *Sphodrus leucophthalmus*. Aufsicht. 1:470.

Ausnahme von *Pt. multipunctata* und *Poecilus cupreus* L. verkümmert. Keine Oberflächenstruktur zeigten die Flügeldecken von *Abax Schuppeli* PALLDI., *Molops simplex* CHD. und *M. elatus* FBR. Die Columnen bei den beiden erstgenannten Carabiden sind breit und gelappt, bei *elatus* rund und von geringem Durchmesser. Die Sekretschicht von *Percus subsulcatus* D'AM. war maschenartig gefeldert. Der

innere Elytrenbau (0,04 mm) enthält keine nennenswerten Merkmale. Auf das Vorhandensein von Spinulae trotz Reduktion der Alae war schon hingewiesen. Discale Sinnesborsten fehlen völlig. Eine charakteristische Oberflächenstruktur kommt den Genera *Sphodrus* und *Laemostenus* zu. Die Sekretschicht ist, wie Abb. 46 zeigt, schuppenartig gemustert. Die untersuchten Arten wie *Sph. leucophthalmus* L. und *L. amethystinus* DEJ. gleichen sich im Aufsichtspräparat völlig. Ähnlich ist auch die Sekretschicht bei *Calathus fuscipes* GOEZE gemustert, während wir auf den Decken von *C. metallicus* DEJ. regelmäßige Poly-



Abb. 47. *Dolichus halensis*. Querschnitt. 1:110.

gone antreffen. Die beiden *Calathus*-Arten unterscheiden sich weiterhin durch die Lage und Zahl der discalen Sinnesborstenporen, die bei *metallicus* zahlreicher im 3. und außerdem im 5. Intervall auftreten.

Im System folgen die Platynini. Nicht unähnlich der Aufsicht von *Sphodrus* erscheinen die Elytrenoberflächen bei *Dolichus halensis* SCHALL. Auf dem Querschnitt fallen die tiefen Patinae über den Columnen auf. Die Stärke des dorsalen Schichtenkomplexes (Abb. 47) beträgt nur

0,01 mm. Die Chitinausbildung ist ein wenig stärker bei *Pristodactyla caucasica* CHAUD., deren Flügeldecke polygonal gemustert ist und im 3. Intervall wieder Porenpunkte besitzt.

In der Gattung *Agonum* zeigen die Elytren von *A. marginatum* L. und *A. assimile* PAYK. eine ausgeprägte wabige Struktur (Abb. 48), die

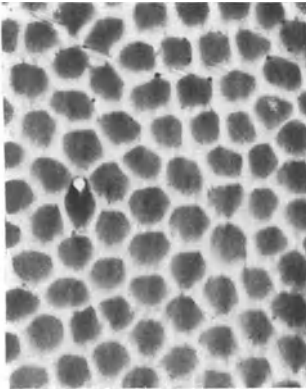


Abb. 48. *Agonum marginatum*.
Aufsicht. 1:470.

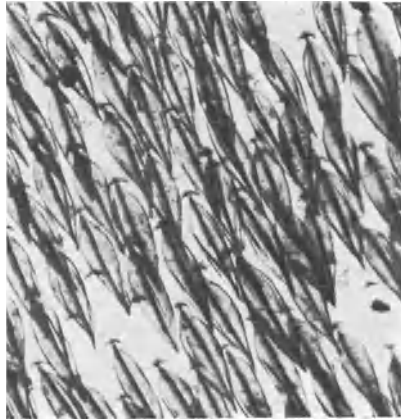


Abb. 49. *Graphopterus Heydeni*.
Aufsicht. 1:100.

aber bei *A. sexpunctatum* L. nur noch schwach zu erkennen ist. Die Form der Felder wird unregelmäßiger bei *A. piceum* L. und ist bei *A. videum* PANZ. netzförmig gestaltet. Die Querschnitte (unter 2 mm) sind normal gebaut. Nur bei *A. scitulum* ist die ventrale Hauptlage einschichtig.

Platynus cyaneum DEJ. und *Idiochroma dorsalis* PONT. liefern ähnliche Aufsichtsbilder wie *A. marginatum*. Die Zahl der Poren der Series liegt in dem Tribus zwischen 14 und 17.

Auf die eigentümliche blattartige Gestalt der Bekleidungsborsten in der mediterranen Gruppe der Graphopterinae und ihre

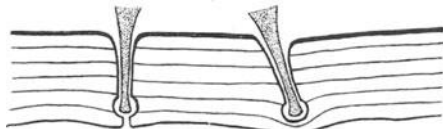


Abb. 50. *Graphopterus Heydeni*. Querschnitt.
Vergr. 1:540.

verschiedene Pigmentierung war schon oben eingegangen (Abb. 49). Bei *Andersoni amabilis* sind die Borsten wesentlich schlanker geformt. Ferner ist der Außenrand der Flügeldecken bei dieser Art ähnlich Abb. 38 eingekerbt. Während die Haargebilde im allgemeinen in einer Grube der Außenlage eingelenkt sind, ist in dieser Gattung ihr basaler Teil tief in der Hauptlage verankert (Abb. 50), so daß sich oft nur eine Schicht zwischen der Haarwurzel und den Hohlräumen der Elytre befindet. Die Sekret-schicht ist glatt. Die Columnen sind im unaufgehellten Totalpräparat

durch die Außenlage verdeckt. Die Chitinisierung der Decken ist relativ schwach (0,01 mm).

Ein charakteristisches Aufsichtsbild liefern trotz Reduktion der Strukturelemente die Flügeldecken der drei untersuchten *Lebia*-Arten *L. marginata* GEOFFR., *L. crux minor* L. und *L. chlorocephala* HFFM. Wir begegnen hier den von den Großcaraben her bekannten Nahtstreifen, die von den einzelnen Columnen ausstrahlen (Abb. 51). Für die Series *umbilicata* konnte ich 14 Porenpunkte zählen.

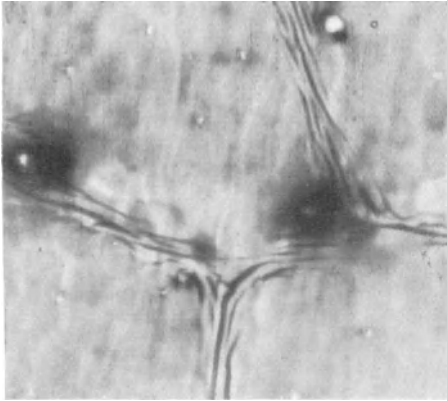


Abb. 51. *Lebia chlorocephala*. Aufsicht. 1:470.

Eine mehr oder weniger netzartige Struktur besitzen die zum Tribus Dromiini gehörenden Arten. Bei *Demetrius monostigma* SAMUELLE war die Felderung nur noch an der Elytrenspitze angedeutet. Abb. 52 gibt das Muster der Oberflächen bei *Dromius agilis* F. wieder. Ähnlich *Dromius* waren die Decken bei *Lionychus quadrillum* DUFTSCHM. gestaltet. Bei *Dromius agilis* FAB., *D. monostigma* und *D. marginellus* F. treffen wir außer im 3., auch im 5. und 7. Zwischenraum zahlreiche Porenöffnungen an, während *D. quadrinotatus* ZENK. die übliche Verteilung zeigt. Die Zahl der Sinnesborsten der Series variiert bei den einzelnen Gattungen innerhalb gewisser Grenzen. Bei *Lionychus* ließen sich 10, bei *Metabletus*

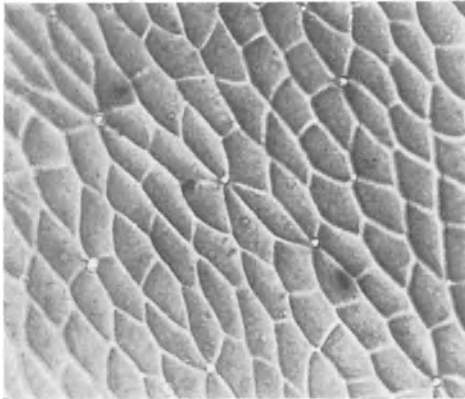


Abb. 52. *Dromius agilis*. Aufsicht. 1:470.

10 oder 11, bei *Dromius* 14—15 und ebenso viele bei *Demetrius* feststellen. Die Querschnitte sind, entsprechend der Kleinheit der Elytren, unscheinbar.

Zu den Lebiinae rechnet man auch die Gattung *Cymindis*. Die Elytren von *C. vaporariorum* L. tragen Bekleidungsborsten. Bei *C. chevrolei* ist die Zahl der Borsten weit geringer, und diese sind mikroskopisch klein. *C. humeralis* GEOFFR. besitzt eine wohl gänzlich un-

pubeszierte und glatte Elytrenoberfläche. Eine maschenartige Struktur kommt *C. vaporariorum* und eine geschuppte Sekretschicht *C. chevrolati* zu, die aber in beiden Fällen nur schwach ausgebildet ist. Die Stärke der dorsalen Hauptlage mißt im Durchmesser 0,01—0,02 mm.

Die Odacanthini werden in der paläarktischen Zone durch die eine Art *O. melanura* L. vertreten. Auf eine ehemalige Felde rung deuten nur hin und wieder stehengebliebene Ecken hin. Die 11 (6 + 5) Randsinneshaare sind lang und schlank. Die Spinulae waren auf der inneren Hälfte der Decke von der Naht aus stärker entwickelt als im äußeren Elytrenteil.



Abb. 53. *Omphra pilosa*. Aufsicht. 1:57.

Für die exotische Carabide *Omphra pilosa* aus Ceylon ist die eigentümliche Anordnung der mächtigen starren Bekleidungsborsten bezeichnend. Jede Columannenreihe wird auf beiden Seiten von einer Reihe schwarzer Borsten eingerahmt (Ab bild. 53). Apikal und basal, sowie vom 8. Intervall ab, treten diese zahlreicher auf und nehmen dann den ganzen Zwischenraum ein. Die Elytrenoberfläche ist pflasterartig strukturiert. Discale Sinnesborsten sind über den 3., 5. und 7. Intercolumnalraum verteilt. Der innere Bau der Decke zeigt keine Besonderheiten. Ihre dorsale Hauptlage ist 0,03 mm stark.

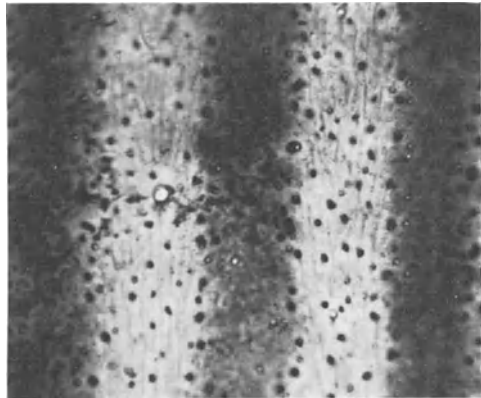


Abb. 54. *Pheropsophus hispanicus*. Aufsicht. 1:180.

Gleichfalls ein typisches Bild hinsichtlich der Stellung ihrer Bekleidungsborsten bieten die Flügeldecken der folgenden Gattung *Drypta*. Während bisher die Haargebilde eine ausgesprochen apikale Richtung innehielten, stehen hier die über den Columannen befindlichen Borsten schlägerartig gekreuzt (Abb. 13). Die Borsten der Zwischenräume sind dagegen normal gerichtet. Sie sind bei *D. linneola* größer als die auf den Säulenstreifen liegenden, und apikal länger als basal. Die Zahl der zwischen den Columannenreihen stehenden

Borsten ist bei *D. distincta* ROSSI größer als bei *linneola*. Bei dem untersuchten Exemplar von *D. emarginata* waren die Gebilde leider alle abgebrochen. Die primären Columnnen sind bei dieser Art von einem breiten Pigmentring umgeben. Die Sekretschicht ist bei allen Arten maschenförmig gemustert. Hinter jeder Borste liegt eine kleine ungefelderte Vertiefung. Die Stärke der Hauptlage überschreitet 0,01 mm nicht.

Den Abschluß der behandelten Familien im System bilden die Brachinae mit drei Gattungen. Die Flügeldecken des Genus *Pheropsophus* tragen sieben Costae. Ein Aufsichtspräparat (Abb. 54) zeigt uns aber, daß wir diese Streifigkeit nicht der einer normalen Adephegenelytre ohne weiteres gleichsetzen dürfen. Die zwischen den dunklen Rippen liegenden heller pigmentierten Elytrennteile entsprechen zum mindesten je einem Intervall, wie uns die Zahl der Säulen lehrt. Wir müssen also eher von 16streifigen Decken sprechen. Die schmalen, länglichen Erhebungen, die auf den Querschnitten deutlicher hervortreten (Abb. 55), dürfen wir vielleicht den Cyrtomen bei *Carabus* gleichsetzen. Der



Abb. 55. *Pheropsophus bimaculatus*. Querschnitt. Vergr. 1:160.

Durchmesser der dunklen Columnnen ist gering. In allen intercostalen Räumen treffen wir vereinzelt Bekleidungsborsten an. Einer stärkeren Ansammlung von Porenpunkten begegnen wir am Seitenrand und auch an der Naht. Dagegen fehlen die Sinneshaare auf den Costae. Die Tracheen verlaufen in der 2., 4. und 6. Rippe. Die Außenlage setzt sich aus zwei Schichten zusammen. Die Anhänge auf der Elytrenunterseite stellen eine Zwischenform zwischen Spinulae und Perlae dar. Die beiden untersuchten Arten *Ph. hispanicus* DEJ. und *Ph. bimaculatus* (Ceylon) unterscheiden sich, abgesehen von der Elytrenzeichnung, nur dadurch, daß bei ersteren die Bekleidungsborsten weit spärlicher auftreten. Daß der apikale Rand mit längeren und kürzeren zarten Haaren besetzt ist, hat die Gattung mit den folgenden gemein.

Die Flügeldecken von *Brachynus explodens* DUFT., *B. psophia* SERV. und *B. pygmaeus* DEJ. gleichen sich im wesentlichen völlig. Sie sind gleichmäßig dicht behaart (Abb. 56). An der abgerundeten Elytrenspitze liegen einige sehr große Borsten. Außerdem finden wir auch hier wieder die äußere Rundung der Spitze mit feinen kleinen Härchen besetzt (Abb. 57). Ein derartiges Sinnesfeld, denn um ein solches dürfte es sich handeln, ist von anderen Adephegen nicht bekannt. Die Struktur ist bei allen Arten schuppenartig.

Eine ähnliche Musterung der Flügeldeckenoberfläche finden wir bei den *Aptinus*-Arten. Die Behaarung hat aber eine Reduktion erfahren, so daß wir nur auf dem Columnenstreifen noch eine schmale Reihe von

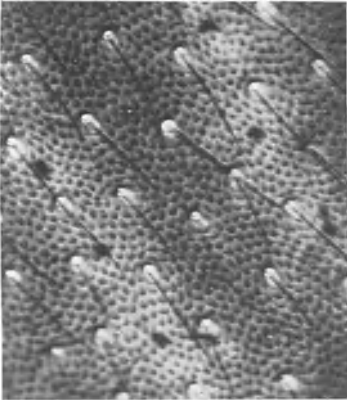


Abb. 56.

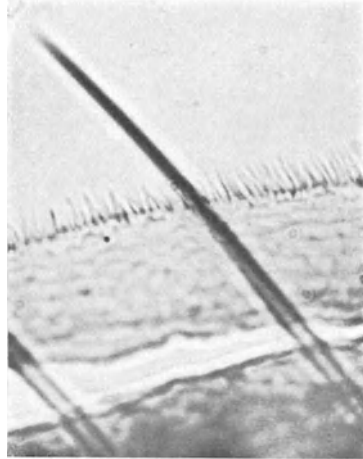
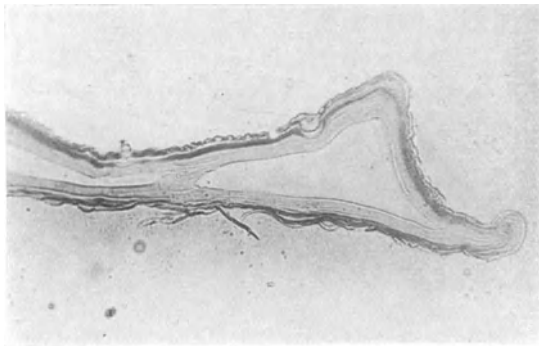
Abb. 56. *Brachynus psophia*. Aufsicht. 1:50.

Abb. 57.

Abb. 57. *Brachynus psophia*. Elytrenspitze. Randsinneshaare. 1:400.

Borsten antreffen. Interessant ist es, daß wir auch in dieser Gattung die bei *Brachynus* erwähnten kurzen Randsinneshaare an der Elytrenspitze antreffen. Ein abweichendes Bild liefert der Querschnitt durch

Abb. 58. *Aptinus mutilatus*. Querschnitt. 1:150.

eine Flügeldecke (Abb. 58). Die ventrale Seite unterscheidet sich kaum von dem dorsalen Elytrenkomplex. An Stelle einer mit Anhängen versehenen dünnen Dornenschicht tritt uns eine mehrschichtige, der Außenseite ähnliche und wie diese stark pigmentierte Lage entgegen, die keine Spinulae trägt.

Zusammenfassung.

In der Flügeldecke eines frischgeschlüpften *Carabus* sind nur die Außenlage und die Dornenschicht ausgebildet.

Die Ausfärbung der in den ersten 3 Stunden noch weißen Elytren ist etwa 18 Stunden nach dem Schlüpfen beendet.

Die erste Chitinschicht der Hauptlage wurde erst in einer 24 Stunden alten Decke gefunden. Noch nach 14 Tagen war die Entwicklung der Schichtenkomplexe nicht abgeschlossen.

Die Columnae entstehen bei *Carabus* nicht durch Einfaltung der dorsalen Lamelle, sondern werden von säulenartigen Zellhaufen bald nach dem Schlüpfen abgeschieden.

Die Außenlage einer Carabidenelytre setzt sich aus einer äußeren in verdünnter Kalilauge löslichen Sekretschicht und einer stärkeren chitinosen Pigmentschicht zusammen.

Entsprechend sind die Haargebilde und die Dornenschicht mit ihren Anhängen aus zwei verschiedenen Komponenten aufgebaut.

Eine Kreuzstreifigkeit der Balkenlagen darf für alle Carabiden angenommen werden.

Neben den Sinneshaaren treffen wir als Sinnesorgane vor allem massive Grubenkegel auf der Oberseite der Flügeldecken an.

Bei den Carabinae liegt der Skulptur der 16streifige Elytrentyp zugrunde, welcher z. B. auch bei den *cancellatus*-Formen noch deutlich zum Ausdruck kommt.

Die cyrtomartigen Gebilde sind als Reste ehemaliger Costae aufzufassen. Mit Reduktion der Rippen tritt eine Vermehrung der Columnen ein.

Die Stärkeunterschiede der Schichtenkomplexe sind innerhalb des Genus *Carabus* recht erheblich. Der Durchmesser liegt für die dorsale Hauptlage zwischen 0,02 mm (*C. depressus*) und 0,085 mm (*C. glabratus*).

Bei den übrigen Carabiden treffen wir im allgemeinen 8—9 Columnenreihen und einen verkürzten Scutellarstreifen auf der Elytre an.

Die speziellen Untersuchungen über den Deckenbau der einzelnen Gattungen haben gezeigt, daß die Elytren sowohl artspezifische Merkmale besitzen, als auch in mancher Beziehung die Verwandtschaft mit anderen Arten in ihrem Bau deutlich erkennen lassen und somit von systematischem Interesse sind.

Die Zahl und Lage der Sinnesborsten, vor allem die der Series umbilicata, ist häufig für die Species oder für einen größeren Formenkreis charakteristisch.

Durch die eigenartigen Lagebeziehungen der Bekleidungsborsten zu den Säulen zeichnen sich die Flügeldecken der Gattungen *Siagona*, *Omphra* und *Drypta* aus.

Die Strukturen der Elytrenoberfläche sind sehr mannigfaltig. Die Sekretschicht kann für die Vertreter eines Genus typisch gemustert sein, z. B. bei *Leistus*, und kann in gleicher Ausbildung mehreren verwandtschaftlich nahestehenden Gattungen zukommen (z. B. *Sphodrus* — *Lae-mostenus* — *Calathus*). Andererseits variiert die Struktur aber auch besonders in artenreichen Gattungen erheblich.

Auch der innere Bau der Flügeldecken, der im Prinzip bei allen Carabiden der gleiche ist, weist oft spezifische Eigenarten auf. Von den untersuchten Bembidiini besaßen alle Arten eine nur einschichtige ventrale Hauptlage. Bei den Scaritinae und Clivinae setzte sich die Außenlage nicht wie üblich in die Mitte der Columnen fort.

Eine Modifikation der dörnchenartigen Anhänge auf der Unterseite zu Perlae fand ich nur bei den *Panagaeus*-Arten.

Weitere Unterschiede treten uns z. B. in den Pigmentierungsverhältnissen der dorsalen Schichtenkomplexe bei manchen Arten entgegen.

Literaturverzeichnis.

- Adolph, G.:** Über die Aderung der Käferflügel. Zool. Anz. **12** (1889). — **v. Bonsdorf, A.:** Über die Ableitung der Skulpturverhältnisse bei den Deckflügeln der Coleopteren. Ebenda **13** (1890). — **Born, P.:** Über die Ursachen der Varietäten und Rassenbildung bei den Caraben. Insektenbörse **19** (1902). — **Biedermann, W.:** Geformte Sekrete. Z. allg. Physiol. **2** (1903). — Physiologie der Stütz- und Skelettsubstanzen. WINTERSTEINS Hdb. f. vgl. Physiol. **3**, H. 1, T. 1 (1914). — Farbe und Zeichnung der Insekten. Ebenda **3**, H. 2, T. 2. — **Breuning, St.:** Einige Worte zu Prof. Jeannels Theorie über die Adephagenskulptur. Ent. Mitt. **15**, Nr. 3—6 (1926). — **Bütschli, O.:** Untersuchungen über Strukturen. Leipzig 1898. — **Campbell, F. L.:** The Detection and Estimation of Insect Chitin. Ann. of the Ent. Soc. of America **22**, Nr. 3 (1929). — **Casper, A.:** Körperdecke und Drüsen von *Dytiscus marginalis*. Z. Zool., H. 3 (1913). — **Comstock and Needham:** The Wings of Insects. Comst. Publ. comp. Ithaca N. J. 1918. — **Delkeskamp:** Biologische Studien über *Carabus nemoralis* Müll. Z. Morph. u. Ökol. Tiere **19**, H. 1 (1930). — **Diez, R.:** Untersuchungen über die Skulptur der Flügeldecken bei der Gattung *Carabus*. Tüb. Zool. Arb. **2** (1898). — **Ganglbauer, L.:** Beziehung der Skulptur zum Tracheenverlauf in den Elytren der Coleopteren. Verh. zool.-bot. Ges. Wien **59** (1909). — **Haffer, O.:** Bau und Funktion der Sternwarzen von *Saturnia Pyri* SCHIFF. und die Haarentwicklung der Saturnidenraupen. Beitrag zum Thema „Das Arthropodenhaar“. Arch. Naturg., Abt. A, **87**, H. 2 (1921). — **Hass, W.:** Über das Zustandekommen der Flügeldeckenskulptur einiger Brachyceriden. Sitzsber. Ges. naturforsch. Freunde Berl. Nr. 7 (1914). — Über die Struktur des Chitins bei Arthropoden. Arch. f. Anat. Abt. A. Leipzig 1916. — Über die Metallfarben der Buprestiden. Sitzsber. Ges. naturforsch. Freunde Berl. 1916. — **Heer:** Die Insektenfauna der Tertiärgebilde von Öningen und Radoboj. 1. T. Käfer. Leipzig 1847. — **Hochreuther, R.:** Die Hautsinnesorgane von *Dytiscus marginalis*. Z. Zool. **103** (1912). — **Hoffbauer, C.:** Beiträge zur Kenntnis der Insektenflügel. Ebenda **54** (1892). — **Holmgreen:** Über das Verhalten des Chitins und des Epithels zu den unterliegenden Gewebearten bei Insekten. Anat. Anz. **20** (1902). — Über die Morphologie und Bedeutung des Chitins. Ebenda **21** (1902). — **Horn, W.:** Cicindelinae: in Genera insectorum P. Wyts-

man 1914. — **Jeannel, R.:** Morphologie de l'élytre des coléoptères adéphages. Archives de Zool. **64**. Paris 1924. — **Kapzov, S.:** Untersuchungen über den feineren Bau der Insekten cuticula. Z. Zool. **98** (1911). — **Koch, C.:** Der Nachweis des Chitins in tierischen Skelettsubstanzen. Erscheint in dieser Zeitschrift. — **Kolbe, H.:** Die Zwischenräume zwischen den Punkstreifen der punktiert gestreiften Flügeldecken der Coleopteren . . . 14. Jahresber. westf. Prov. Ver. f. Wiss. u. Kunst 1885. — Studien über die Verbreitung und Herkunft einiger Artengruppen der Coleopterengattung *Carabus*. Dtsch. entomol. Z., H. 3/4 (1917). — **Kremer, J.:** Beiträge zur Histologie der Coleopteren. Zool. Jb., Abt. Anat. **40** (1918). — Die Flügeldecken der Coleopteren. Ebenda **41** (1920). — **Krüger, E.:** Über die Entwicklung der Flügel der Insekten. Diss. Göttingen 1898. — **Kühne, O.:** Der Tracheenverlauf im Flügel der Coleopteren nymphen. Z. Zool. **112** (1915). — **Kühnelt, W.:** Beitrag zur Histochemie des Insekten skeletts. Zool. Anz. **75**, H. 5/6 (1928). — Über den Bau des Insekten skeletts. Zool. Jb., Abt. Anat. **50** (1928). — **Kunieke, G.:** Nachweis und Verbreitung organischer Skelettsubstanzen bei Tieren. Z. vergl. Physiol. **2**, H. 3 (1925). — **Lehr, R.:** Die Sinnesorgane der beiden Flügelpaare von *Dytiscus marginalis*. Z. Zool. **110** (1914). — **Mandl, K.:** Künstliche Veränderung der Farbe an *Cicindela nitida* und an anderen *Cicindela*-Arten. Z. Morph. u. Ökol. Tiere 1931. — **MeIndoo, N. E.:** The Olfactory Sense of Coleoptera. Biol. Bull. Mar. biol. Labor. Wood's Hole **28**, Nr. 6 (1915). — **Oertel, R.:** Biologische Studien über *Carabus granulatus* L. Zool. Jb. Abt. Systematik **48** (1924). — **Plotnikow, W.:** Über die Häutung und einige Elemente der Haut bei Insekten. Z. Zool. **76** (1904). — **Schmidt, W. J.:** Die Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Licht. Bonn 1924. — **Schulze, P.:** Variabilität von *Melasoma vigintipunctatum*. Berl. entomol. Z. **56** (1911). — Chitin und andere Cuticularstrukturen bei Insekten. Verh. dtsh. Zool. Ges., S. 165 (1913). — Die Flügeldeckenskulptur der *Cicindela hybrida*-Rassen. Dtsch. Entomol. Z. Berlin 1915. — Der Nachweis und die Verbreitung des Chitins. Z. Morph. u. Ökol. Tiere **2**, H. 3 (1924). — „Arthropoden und Chitin“ in Encyclopädie der mikroskopischen Technik. Herg. v. Prof. R. Krause, Berlin 1926. — Zur Einbettungstechnik mit Diaphanol. S. B. u. Abh. naturforsch. Ges. Rostock **2** (1929, 1930). — **Stegemann, F.:** Die Flügeldecken der Cicindelinae. Z. Morph. u. Ökol. Tiere **18**, H. 1/2 (1930). — **Tower, W. L.:** The Origin and Development of the wings of Coleoptera. Zool. Jb. Abt. Anat. **17** (1903). — The Development of the colors and colors patterns of Coleoptera. Decennial publ. Univ. Chicago, Biol. Soc. Ser. 1, **10** (1903). — **Wester, H.:** Über die Verbreitung und Lokalisation des Chitins im Tierreich. Zool. Jb. Abt. Systematik **28** (1909). — **Winkler, A.:** Catalogus Coleopterorum regionis palaearcticae. Wien 1924.

Lebenslauf.

Ich wurde am 12. November 1905 als Sohn des jetzigen preußischen Staatsförsters WILHELM SPRUNG in Lübben geboren, bin ev.-luth. Konfession und besitze die preußische Staatsangehörigkeit. Ab Ostern 1912 besuchte ich das Gymnasium in Prenzlau, ab Ostern 1919 das Tirpitz-Realgymnasium in Swinemünde. Nach bestandener Reifeprüfung begann ich im Sommersemester 1925 in Jena mit dem Studium insbesondere der Naturwissenschaften. Im Wintersemester 1926/27 und im folgenden Sommersemester studierte ich an der Universität Göttingen. Seit dem Wintersemester 1927/28 bin ich an der Universität Rostock immatrikuliert, wo ich mich mehrere Semester speziell mit Entomologie befaßte.