

Über den Feinbau der Duftdrüsen von Heteropteren*

Die hintere larvale Abdominaldrüse der Baumwollwanze
Dysdercus intermedius Dist. (Insecta, Heteroptera)**

GÜNTHER STEIN***

Zoologisches Institut der Universität Bonn (Direktor: Prof. Dr. R. DANNEEL)

Eingegangen am 15. Mai 1969

Fine Structure of Scent Glands of Heteroptera

The Posterior Larval Gland of the Cotton Bug Dysdercus intermedius Dist.

Abstract. The scent-production and the scent-delivery in the posterior larval gland of the cotton bug *Dysdercus intermedius* Dist. was explored by means of light microscopy and electron microscopy.

A. Einleitung

Die in Südafrika beheimatete Baumwollwanze *Dysdercus intermedius* Dist. besitzt als Larve 3 abdominale Stinkdrüsen, die dorsal zwischen den Tergiten 3—6 ausmünden. Bei Berührung treten hier Tropfen eines stark riechenden Sekretes aus, das von den Tieren mit Hilfe der Tarsen dem Angreifer appliziert wird und daher als Abwehrstoff dient.

Auch die bei uns heimische Feuerwanze *Pyrhocoris apterus* L. läßt als Larve diese Abdominaldrüsen erkennen, die in Zahl und Lage mit denen von *Dysdercus* völlig übereinstimmen und deren Feinbau im Rahmen der Arbeiten über Drüsenkomplexe bei Hemipteren bereits eingehend untersucht wurde (HENRICH, 1938; STEIN, 1966a, 1966b, 1967). Diese Untersuchungen wurden jetzt bei *Dysdercus* fortgesetzt und zwar an der hinteren und auch größten Abdominaldrüse, um zu ermitteln, inwieweit sie sich in ihrem Bau und ihrer Feinstruktur von der entsprechenden Stinkdrüse der Feuerwanze unterscheidet, zumal beide Wanzenarten der gleichen Familie angehören. Ein Vergleich der beiden übrigen Drüsen soll späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

* Mit dankenswerter Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

** Herrn Prof. Dr. R. DANNEEL danke ich für beratende Hilfe. Für die Anfertigung der elektronenmikroskopischen Aufnahmen stellte mir freundlicherweise Herr Prof. Dr. E. SCHOLTYSECK das Mikroskop Zeiss EM 9A zur Verfügung. Fräulein KARIN WENZELMANN und Fräulein BARBARA VOGT danke ich für technische Assistenz.

*** Herrn Prof. Dr. Dr. R. LEHMENSICK zum 70. Geburtstag gewidmet.

B. Material und Methoden

Eine größere Anzahl Baumwollwanzen, die mir freundlicherweise die BASF Limburgerhof zur Verfügung stellte, wurde nach einem speziellen Verfahren in Zucht genommen, worüber an anderer Stelle ausführlich berichtet wird (SCHUMACHER, in Vorbereitung).

Die untersuchten Larven wurden dekapitiert, die Drüsen sofort unter dem Stereomikroskop Zeiss II präpariert und nach WOHLFARTH-BOTTERMANN (1957) in einem eisgekühlten Gemisch von Osmiumtetroxid und Kaliumbichromat fixiert. Für die lichtmikroskopischen Beobachtungen folgte die Entwässerung in Alkohol und Einbettung in Tissuemat (F. P. 56—58° C); für die elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden die Drüsen in Vestopal W eingebettet nach vorhergehender Entwässerung durch Aceton. Herstellung der Schnitte auf Mikrotomen der Fa. LKB; Elektronenmikroskop: Zeiss EM 9 A.

C. Ergebnisse

I. Die Lage der Drüse

Die hintere abdominale Duftdrüse der Larven von *Dysdercus intermedius* Dist. liegt als epidermale Einstülpung unter dem 5. Tergit. Sie ist etwa 800 μ lang, 700 μ breit und durch Pigmenteinlagerung teilweise rot gefärbt. Auf der ventralen Seite der Drüse fallen paarige, längliche Taschen auf, die mit dem Drüsenlumen in Verbindung stehen und vermutlich Reservoirfunktion haben (Abb. 1). Zwischen dem 5. und 6. Tergit liegt die Ausführungsöffnung. Der Mündungsspalt ist hier bereits mit bloßem Auge zu erkennen, da dort die Cuticula schwarz melanisiert ist im Gegensatz zu den dazwischenliegenden rot pigmentierten Segmenten.

II. Die Histologie der Drüse

1. Lichtmikroskopische Befunde

Im Gegensatz zu *Pyrrhocoris* existieren bei *Dysdercus* 2 Typen von Drüsenzellen (Abb. 2), die als einschichtiges Epithel das geräumige Drüsenlumen umstehen und nur an den Auffaltungen zu den reservoirartigen Taschen fehlen. Hier sind hauptsächlich pigmenttragende Zellen vorhanden.

Der Drüsenzelltyp 1 ähnelt in seiner Morphologie weitgehend den larvalen Drüsenzellen von *Pyrrhocoris*. Er weist im Cytoplasma zahlreiche Sekretvakuolen auf, die sich je nach Sekretionsphase zu einer großen Sammelvakuole (SV) vereinigen können. Hierauf folgt ein Ausleitungsapparat, der wie bei *Pyrrhocoris* aus Köpfcchen, Endblase und Sekretkanälchen besteht, von 2 Kanalzellen gebildet wird und im Bereich der Intima, die das Drüsenlumen auskleidet, mündet.

Dem Drüsenzelltyp 2 fehlt dieser Ausleitungsapparat. Auch eine Sammelvakuole ist nicht nachweisbar. Stattdessen treten zahlreiche osmiophile Sekretvakuolen besonders im basalen Bereich der Zelle auf.

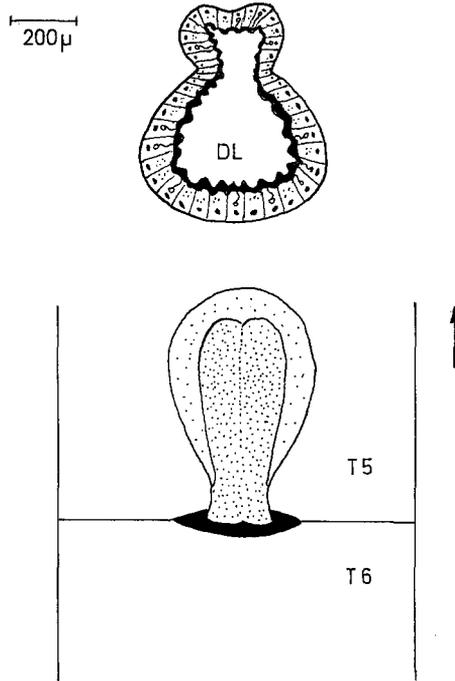


Abb. 1. Die Lage der hinteren Abdominaldrüse von *Dysdercus intermedius* nebst einem schematischen Querschnitt (oben); Pfeilrichtung: cranial. *T5*, *T6* Tergit 5 und 6; *DL* Drüsenlumen

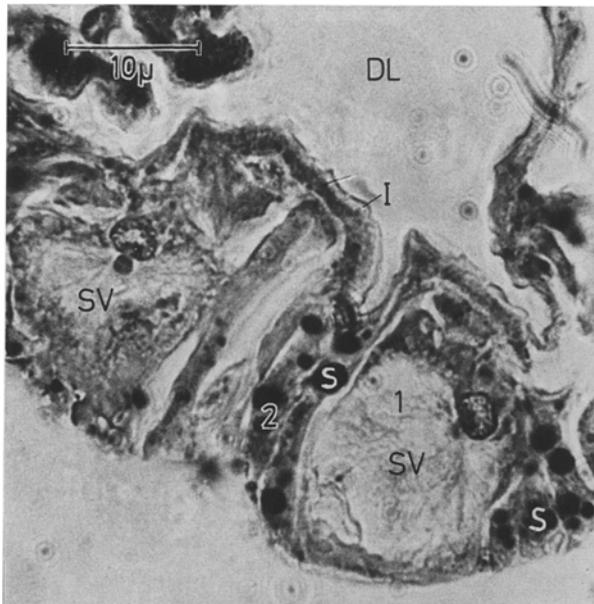


Abb. 2. Ausschnitt aus der Abdominaldrüse. Fixierung nach WOHLFARTH-BOTTERMANN, Phasenkontrast. *DL* Drüsenlumen, *S* Sekretvakuolen, *I* Intima, *SV* Sammelvakuole, *1* Drüsenzellttyp 1, *2* Drüsenzellttyp 2

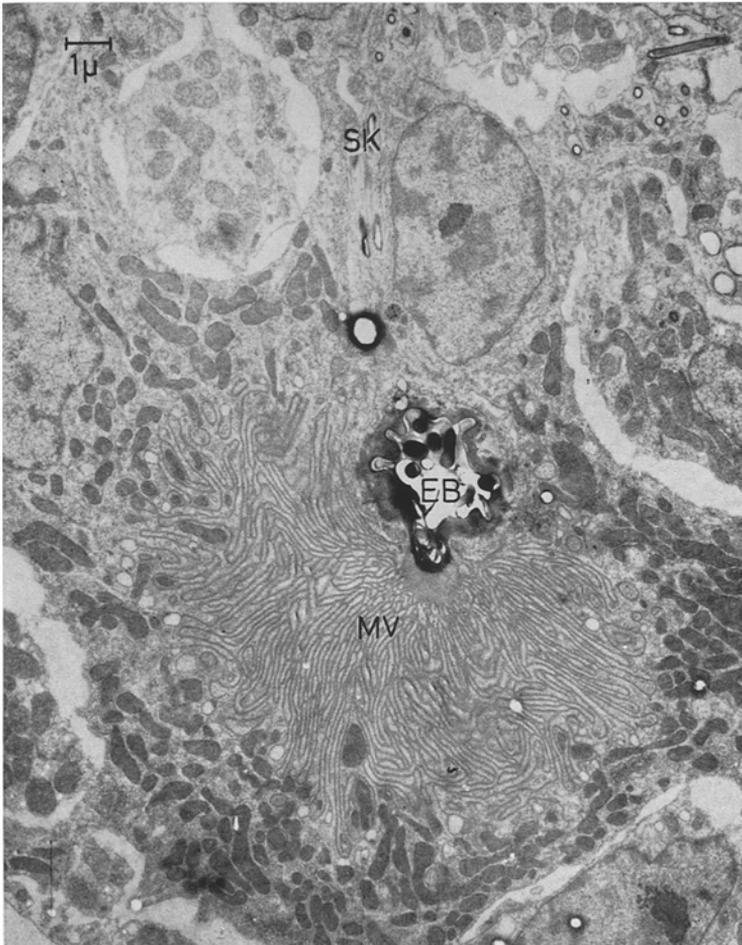


Abb. 3. Übersichtsbild vom Drüsenzelltyp 1 mit Sekretausleitungsapparat. *MV* Mikrovilli, *EB* Endblase, *SK* Sekretkanälchen. Orig.-Vergr. 1700:1; Endvergr. 5100:1

2. Elektronenmikroskopische Befunde

a) Drüsenzelltyp 1

Ein Ausschnitt aus Drüsenzelltyp 1 ist auf Abb. 3 bei schwacher Vergrößerung dargestellt. Hier ist eine große Anzahl dicht strukturierter Mitochondrien oberhalb des basal liegenden Zellkerns kreisförmig um einen Mikrovillisaum angeordnet. Diese Mikrovilli inserieren am Anfangsteil des Ausleitungsapparates (Köpfchen) und übernehmen den Sekret-

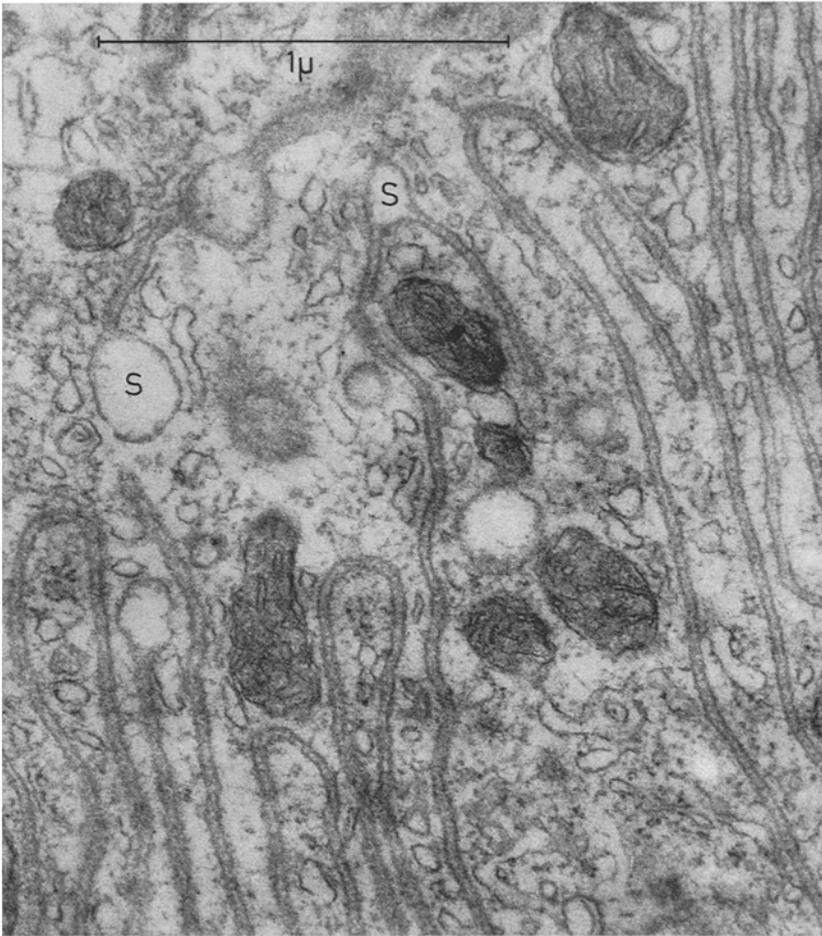


Abb. 4a u. b. Ausschnitte aus einer Drüsenzelle (Typ 1). Sekretentstehung im ER und in den Dictyosomen. *S* Sekretvakuolen, *D* Dictyosom, *ZK* Zellkern. Orig.-Vergr. a 18000:1, b 6000:1; Endvergr. a 54000:1, b 18000:1

transport auf ähnliche Weise, wie er bei *Pyrrhocoris* ausführlich beschrieben wurde (STEIN l. c.). Die an das Köpfchen anschließende Endblase steht mit dem Drüsenlumen durch ein aufgewundenes Sekretkanälchen in Verbindung, das hier im Bild auf einigen Quer- und Schrägschnitten zu erkennen ist.

Das Sekret entsteht in diesem Drüsenzelltyp auf verschiedene Weise (Abb. 4a und b). Hier werden einmal zahlreiche elektronenlichte Vakuolen innerhalb der Membranen des endoplasmatischen Retikulums gebildet

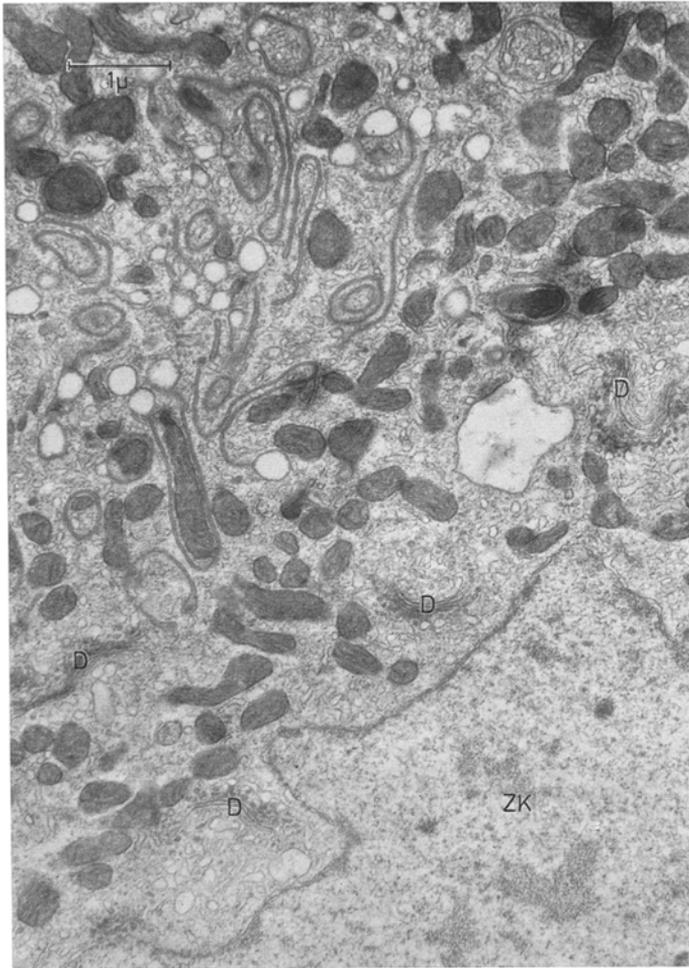


Abb. 4b

und dann als Prosekretgranula in das Grundcytoplasma abgeschnürt. Doch das ER ist nicht der einzige Ort der Sekretsynthese; auch die in großen Mengen vorhandenen Dictyosomen sind an diesem Vorgang beteiligt. Sie treten gehäuft an der Peripherie des Zellkerns auf und zeigen lateral viele abgeschnürte Golgi-Vesikel, die miteinander zu größeren Vakuolen verschmelzen können. Zweifellos handelt es sich hierbei ebenfalls um Sekretvorstufen, die dann nach Reifungsprozessen auf dem Wege über den Ausleitungsapparat in das Drüsenlumen ausgeschleust werden (Abb. 5).

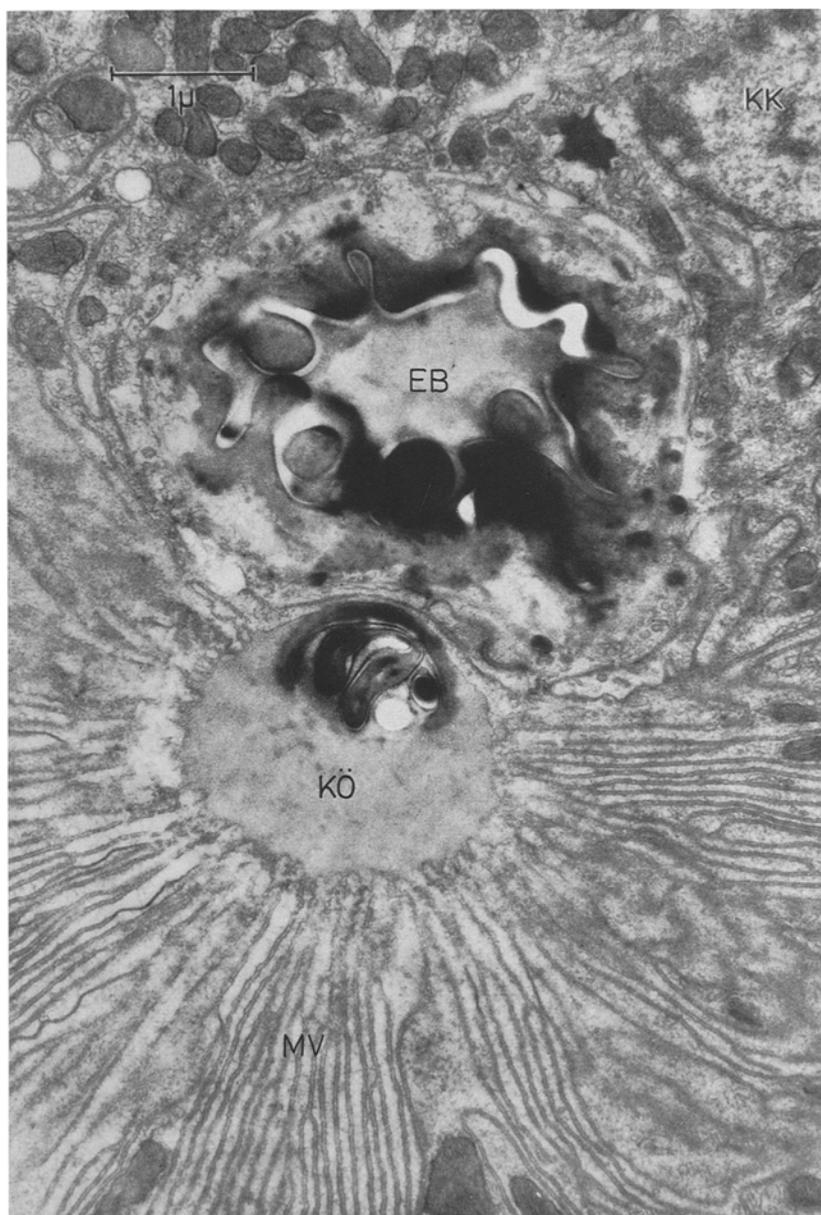


Abb. 5. Sekretausleitungsapparat. *MV* Mikrovilli, *EB* Endblase, *KÖ* Köpfchen
KK Kanalzellkern. Orig.-Vergr. 6000:1;
Endvergr. 18000:1

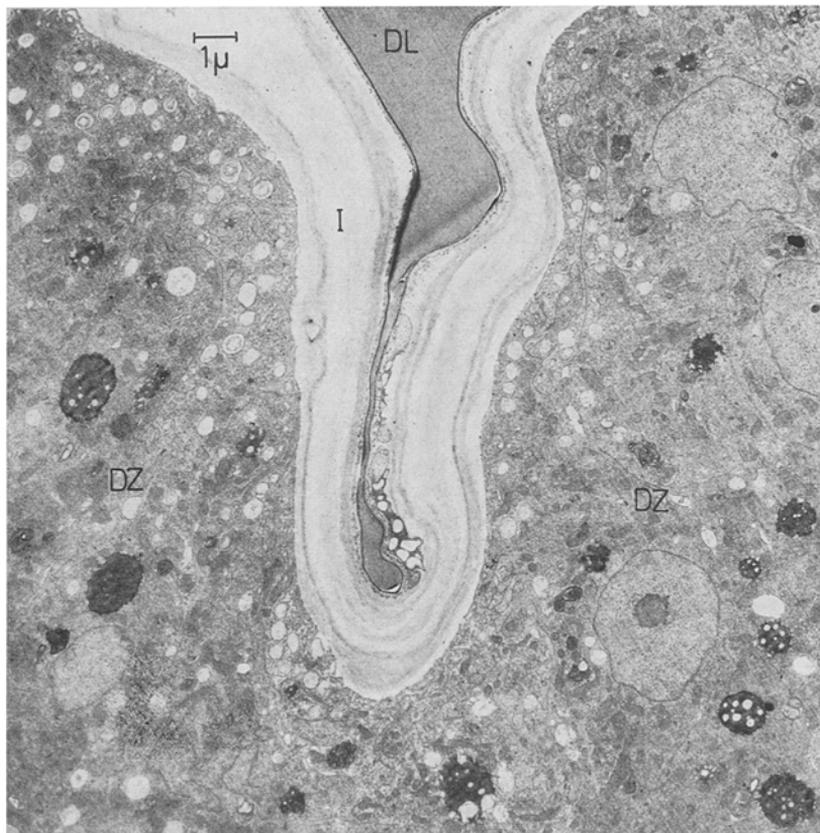


Abb. 6. Übersichtsbild vom Drüsenzelltyp 2. *I* Intima, *DL* Drüsenlumen, *DZ* Drüsenzelle. Orig.-Vergr. 1700:1; Endvergr. 5100:1

b) Drüsenzelltyp 2

Abb. 6 zeigt eine Übersichtsaufnahme von Drüsenzelltyp 2. Hier erkennt man unter der deutlich geschichteten Intima einige Drüsenzellen mit dichtem Grundcytoplasma, rundlichen Zellkernen und zahlreichen osmiophilen und auch elektronenlichten Einschlüssen. Letztere sind besonders häufig im apikalen Zellbereich anzutreffen, dürfen aber nicht mit den ovalen Pigmentkörnern verwechselt werden, die eine konzentrisch geschichtete Innenstruktur aufweisen, die bereits bei *Pyrrhocoris* genauer beschrieben wurde (STEIN, 1966 b).

Die Sekretbildung erfolgt in der Regel im basalen Bereich der Drüsenzelle (Abb. 7a und b). Hier sind verschiedene Sekretvorstufen als stark

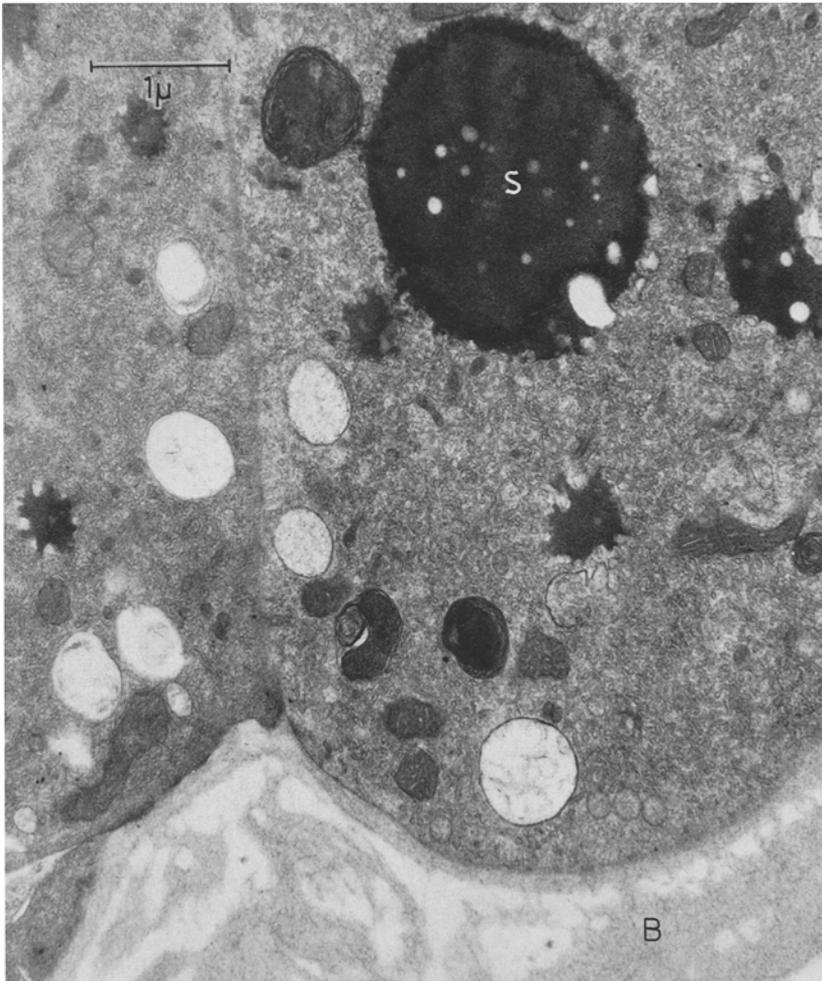


Abb. 7a u. b. Ausschnitte aus der basalen Region verschiedener Drüsenzellen (Typ 2) mit Sekretbildungsstadien (Pfeilmarkierung!) und osmiophilen Sekretvakuolen. *B* Basalmembran, *S* Sekretvakuole. Orig.-Vergr. 6000:1; Endvergr. 18000:1

osmiophile Vakuolen zu erkennen. Sie entsprechen in ihren Dimensionen den bereits lichtmikroskopisch sichtbaren Einschlüssen, doch kommen darüber hinaus auch kleinere Einzelemente vor, die allem Anschein nach im ER entstehen.

Zwischen diesen Sekretvorstufen und den sehr dicht strukturierten Mitochondrien besteht zuweilen ein enger Kontakt, wie auch Abb. 8 zeigt. Hier sind 4 Mitochondrien dicht um eine Sekretvakuole ange-

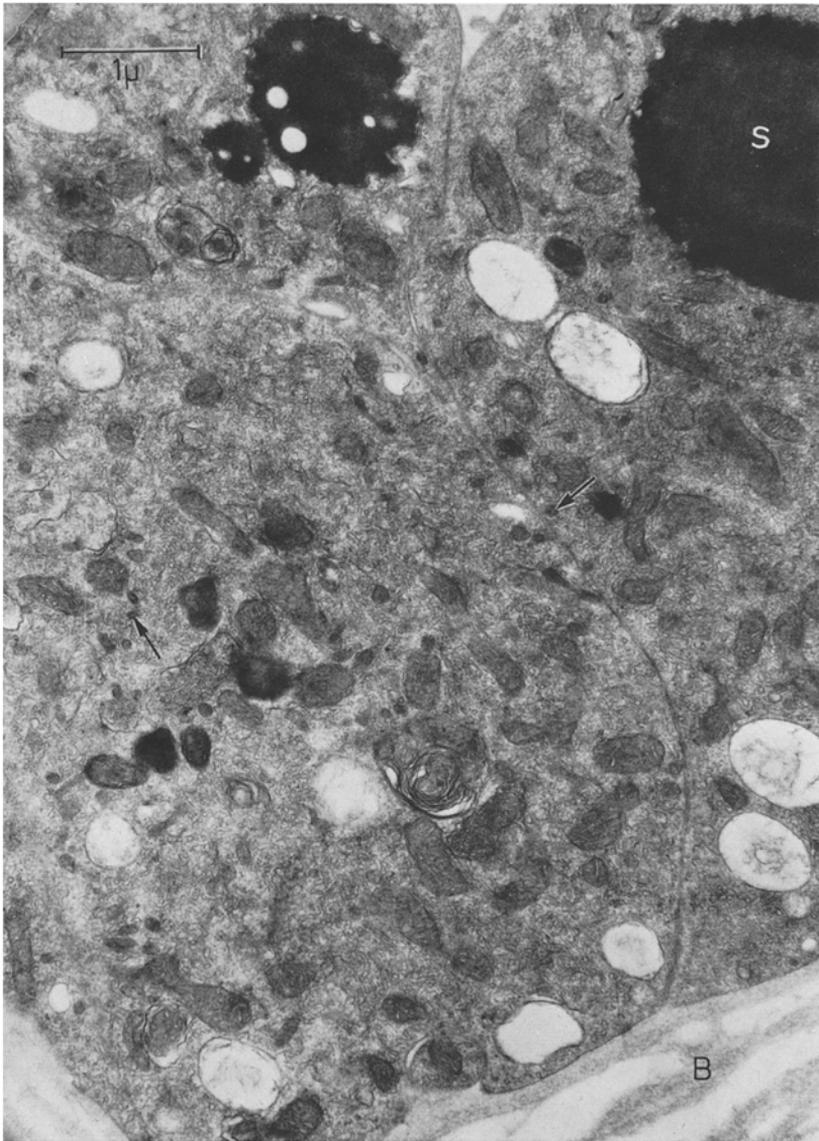


Abb. 7b

ordnet, wobei an einer Stelle eine direkte Verbindung bestehen dürfte (Pfeilmarkierung!). Die Bedeutung dieser Erscheinung ist nicht geklärt.

Die basalen Sekretvakuolen werden bei den nun einsetzenden Reifungsprozessen nach apikal transportiert. Dabei treten Struktur-

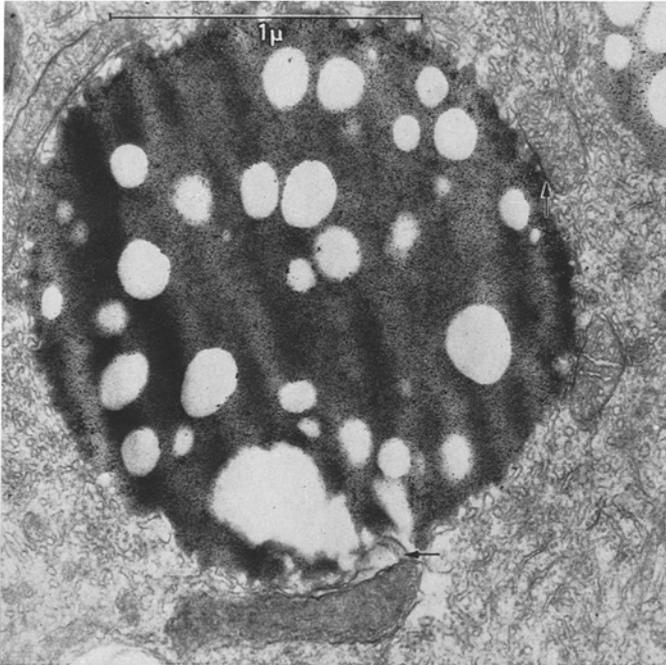


Abb. 8. Sekretvakuole in engem Kontakt mit Mitochondrien (Pfeilmarkierung!).
Orig.-Vergr. 18000:1; Endvergr. 54000:1

veränderungen auf. Von innen heraus erfolgt schrittweise eine Aufhellung, die von einzelnen inselförmigen Bezirken ausgeht und bald den gesamten Sekrettropfen erfaßt. Besonders deutlich wird dieser Umwandlungsprozeß im mittleren Bereich der Drüsenzelle, also etwa in der Region des Zellkerns (Abb. 9). Hier sind 4 größere Vakuolen zu erkennen, bei denen die Aufhellungen bereits eingesetzt haben.

Im apikalen Bereich der Drüsenzelle ist dieser Vorgang dann meist abgeschlossen. Das Ergebnis sind zahlreiche elektronenlichte Sekretpartikel, die ihrerseits in kleinere Untereinheiten zerfallen und zuweilen noch winzige Osmiumniederschläge enthalten können (Abb. 10a—c).

Wie bereits lichtmikroskopisch ersichtlich, fehlt hier ein eigener Sekretausscheidungsapparat. Die Extrusion muß daher auf andere Weise erfolgen, nämlich mit Hilfe eines dichten Mikrovilli-Saumes, der durch Aufgliederung der apikalen Zellmembran entsteht (vgl. auch STEINBRECHT, 1964). Diese Mikrovilli übernehmen den Stofftransport und setzen die verschieden großen Vesikel an der Basis der Intima ab (Abb. 10a—c, Pfeilmarkierung).

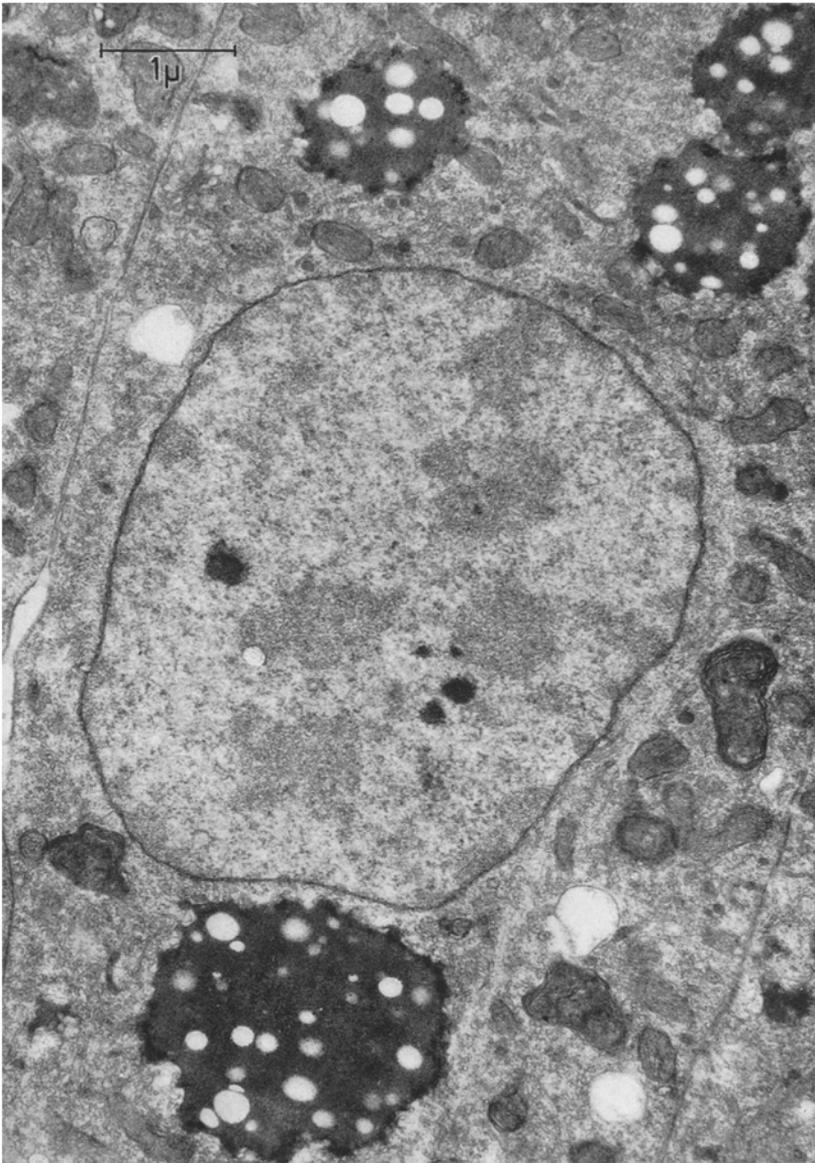


Abb. 9. Aufhellungen der Sekretvakuolen im Bereich des Zellkerns. Orig.-Vergr. 6000:1; Endvergr. 18000:1

Die nun beginnende Passage durch die Intima läßt sich nicht weiter verfolgen. Deutlich sichtbare Poren im Chitin für den Sekretdurchtritt, wie sie GLUUD (1968) beschreibt, können nicht mit Sicherheit nach-

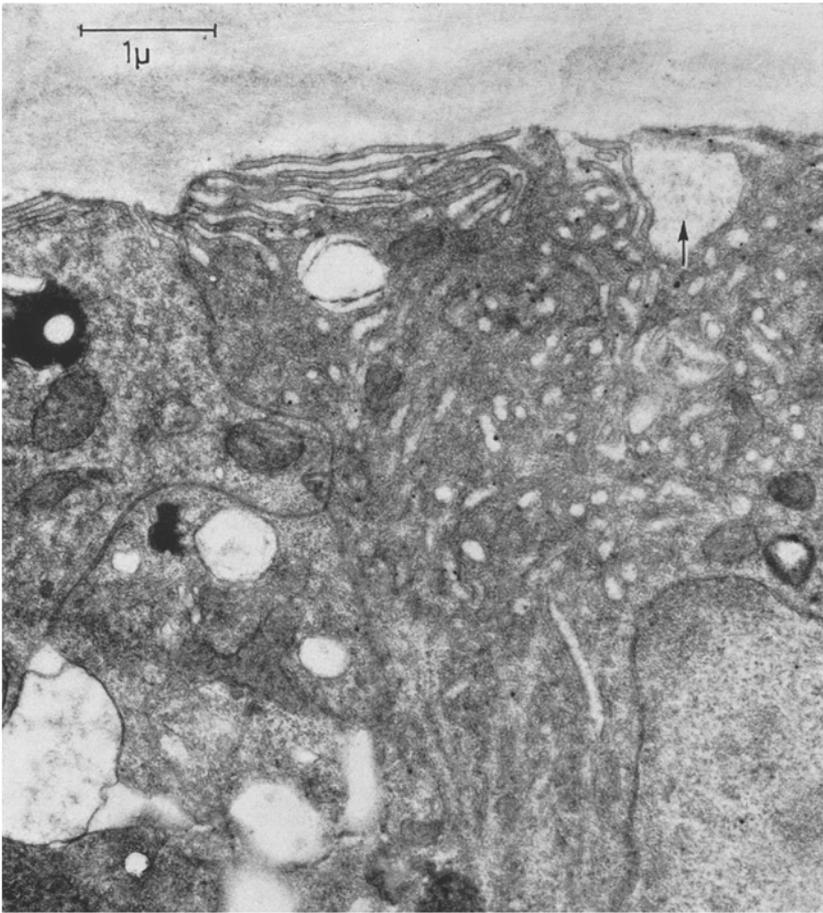


Abb. 10a—c. Sekretextrusion an der Basis der Intima (Pfeilmarkierung!). Doppelpfeil: Kanalähnliche Strukturen innerhalb der Intima. Orig.-Vergr. 6000:1; Endvergr. 18000:1

gewiesen werden. Bisweilen treten jedoch Strukturen auf, die Kanälchen in dem relativ lockeren Chitinmaterial vermuten lassen (Abb. 10c). Hierdurch wäre die Sekretausscheidung in das Drüsenlumen möglich.

D. Diskussion

In der hinteren larvalen Abdominaldrüse von *Dysdercus intermedius* kommen nebeneinander 2 Arten von Drüsenzellen vor (Abb. 11).

Der Drüsenzelltyp 1 (Schema, linke Zelle) zeigt im Feinbau und in der Anordnung des Sekretausscheidungsapparates keine wesentlichen Un-

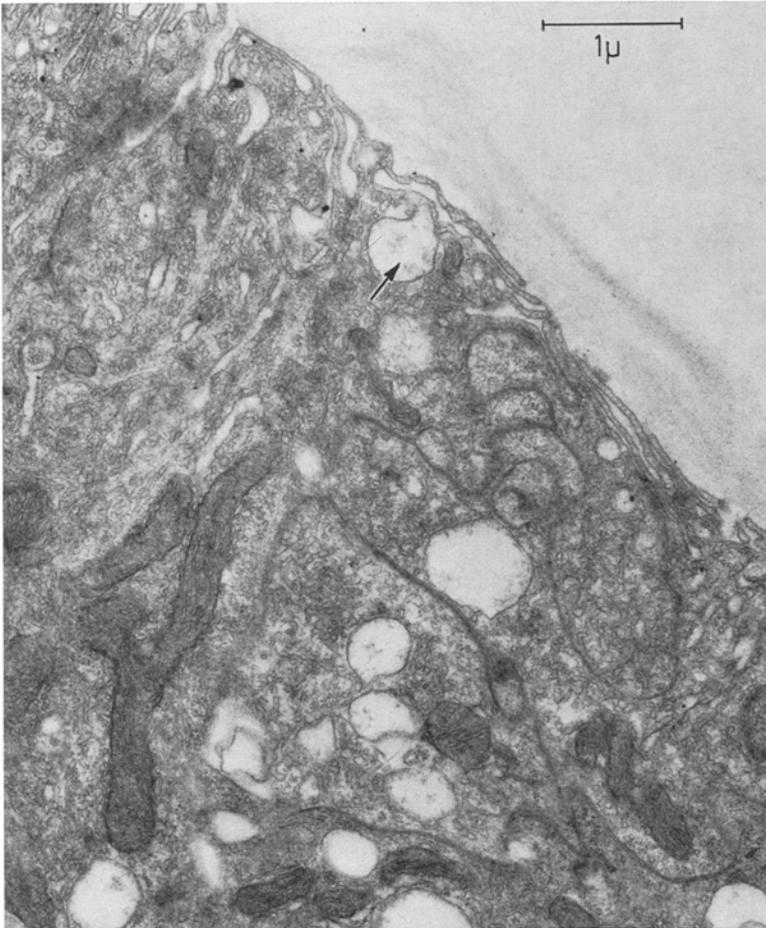


Abb. 10b

terschiede zu den larvalen Drüsenzellen von *Pyrrhocoris*. Nur die Sekretsynthese erfolgt anders, nämlich in den Membranen des ER *und* in den Diacytosomen, die hier besonders zahlreich vorhanden sind. Vermutlich werden dabei auch verschiedenartige Sekretkomponenten gebildet, die bereits im Cytoplasma, spätestens jedoch im Kanalsystem oder Drüsenlumen miteinander reagieren und dabei mehrere Endprodukte ergeben. Ein solcher Vorgang ist jedenfalls zu erwarten, da bei der Analyse verschiedener Wanzensekrete immer mehrere Verbindungen — in der Regel niedermolekulare Aldehyde — gefunden wurden (WATERHOUSE, FORSS und HACKMAN, 1961; SCHILDKNECHT, WEIS und VETTER, 1962;

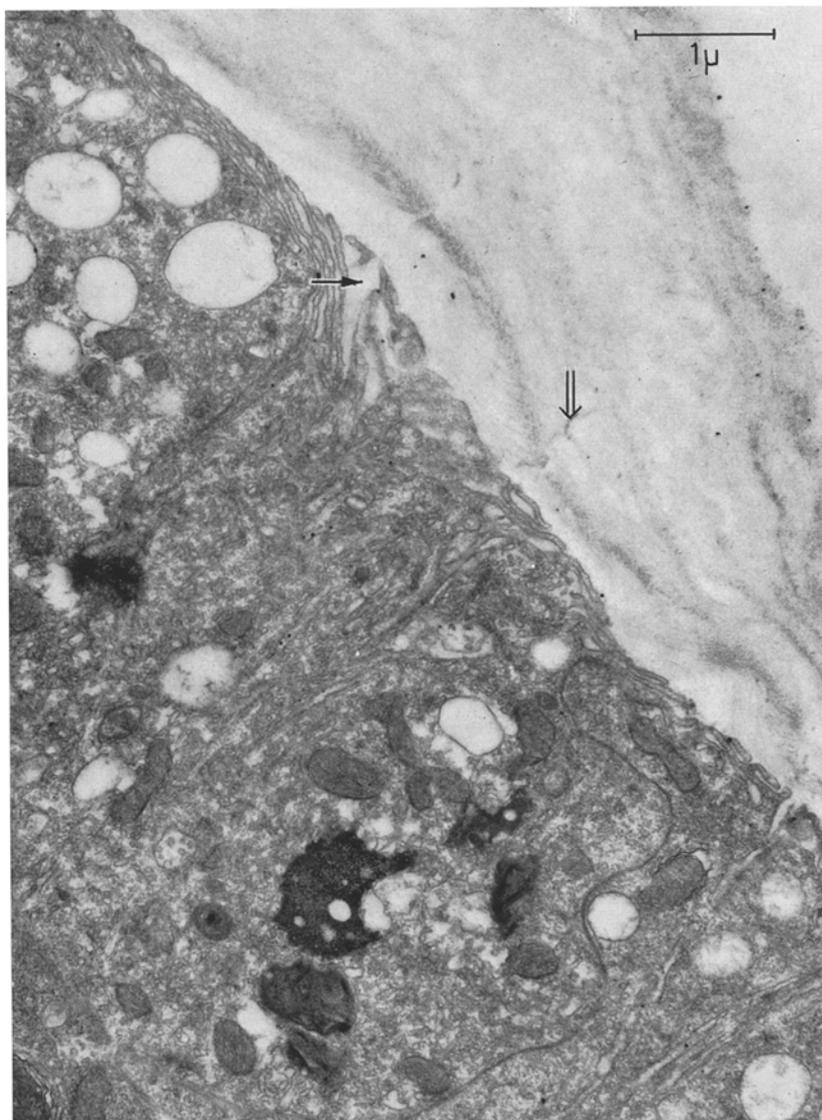


Abb. 10 c

WATERHOUSE und GILBY, 1964; GILBY und WATERHOUSE, 1965; BAGGINI, BERNARDI, CASNATI, PAVAN und RICCA, 1966; CALAM und YU-DEOWEI, 1968).

Die Sekretsynthese im Drüsenzelltyp 2 (Schema, rechte Zelle) erfolgt im basalen Cytoplasmabereich. Die gebildeten osmiophilen Vesikel wer-

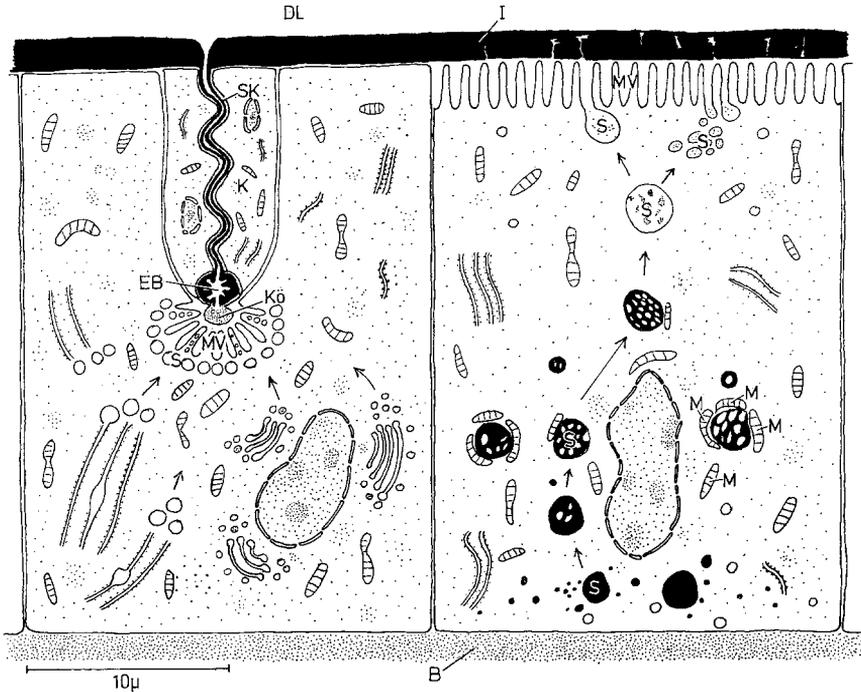


Abb. 11. Schematische Darstellung eines Ausschnittes aus der hinteren Abdominaldrüse von *Dysdercus intermedius*. DL Drüsenlumen, I Intima, K Kanalzelle, SK Sekretkanälchen, EB Endblase, KÖ Köpfchen, S Sekretvakuole, MV Mikrovilli, B Basalmembran, M Mitochondrien

den dann nach apikal transportiert, wobei sie sich aufhellen und schließlich in zahlreiche Einzelvesikel zerfallen. An dieser Umwandlung, die als Reifungsprozeß zu bezeichnen ist, sind möglicherweise die benachbarten stehenden Mitochondrien beteiligt. Da ein Sekretausleitungsapparat hier fehlt, übernimmt statt dessen ein dichter Mikrovillisaum den Sekrettransport bis zur Intima. Das Sekret muß dann durch dieses Chitinmaterial hindurch in das Drüsenlumen gelangen. Die gefundenen Strukturen in der Intima liefern zwar Hinweise auf das Vorhandensein von Porenkanälchen, doch steht der endgültige morphologische Nachweis noch aus.

Zusammenfassung

1. Die hintere larvale Abdominaldrüse der Baumwollwanze *Dysdercus intermedius* Dist. wurde mit der entsprechenden Drüse der Feuerwanze *Pyrrhocoris apterus* L. verglichen. Auch sie liegt als Hohldrüse unter

dem 5. Tergit und produziert dort einen für den Menschen wahrnehmbaren Duftstoff. Bereits lichtmikroskopisch lassen sich hier zwei verschiedenartige Drüsenzelltypen nachweisen, von denen Typ 1 auch bei *Pyrrhocoris* zu finden war.

2. Die elektronenmikroskopische Bearbeitung lieferte Einzelheiten zum Sekretionsablauf:

a) Drüsenzelltyp 1. Hier entstehen die Sekretvorstufen sowohl im endoplasmatischen Retikulum als auch in den Dictyosomen. Kranzförmig angeordnete Mikrovilli übernehmen den Transport der abgeschnürten Vesikel zum Ausleitungsapparat, der wie bei *Pyrrhocoris* aus Köpfchen, Endblase und Sekretkanälchen besteht, von zwei Kanalzellen gebildet wird und im Drüsenlumen mündet.

b) Drüsenzelltyp 2. Dieser Drüsenzelle fehlt ein Ausleitungsapparat. Stattdessen ist als apikale Differenzierung der Zellmembran ein dichter Mikrovillisaum vorhanden, mit dessen Hilfe das im basalen Teil der Zelle gebildete Sekret ausgeschleust wird. Die sich anschließende Passage durch die Chitin-Intima in das Drüsenlumen erfolgt vermutlich durch Poren.

Summary

1. The posterior abdominal scent gland of the larvae of the cotton bug *Dysdercus intermedius* is situated under the 5th tergite and produces there a stink scent. By light microscopy two different types of gland cells were identified.

2. By means of electron microscopy the scent-production and the scent-delivery was explored:

a) gland cell type 1. The prosecretion-granules originate in the endoplasmic reticulum and also in the dictyosomes. The mature drops of secretion are carried to the channel system through microvilli. This channel system consisting of "Köpfchen", "Endblase" and "Sekretkanälchen" is formed by two channel cells. From here the secretion is transported into the gland lumen.

b) gland cell type 2. Here the channel system is absent. The mature drops of secretion are carried through microvilli directly to the space between the chitinous intima and the gland cell. The passage through this intima takes place presumably by pores.

Literatur

- BAGGINI, A., R. BERNARDI, G. CASNATI, M. PAVAN y A. RICCA: Ricerche sulle secrezioni difensive di insetti emitteri eterotteri. (*Hem. Heteroptera*) „EOS“. Rev. esp. Entomol. **42**, 7—26 (1966).
- CALAM, D. H., and A. YOUDEOWEI: Identification and functions of secretion from the posterior scent gland of fifth instar larva of the bug *Dysdercus intermedius*. J. Insect Physiol. **14**, 1147—1158 (1968).

- GILBY, A. R., and D. F. WATERHOUSE: The composition of the scent of the green vegetable bug *Nezara viridula*. Proc. roy. Soc. B **162**, 105—120 (1965).
- GLUUD, A.: Zur Feinstruktur der Insektencuticula. Ein Beitrag zur Frage des Eigengiftschutzes der Wanzen-cuticula. Zool. Jb. Abt. Anat. u. Ontog. **85**, 191—227 (1968).
- HENRICI, H.: Die Hautdrüsen der Landwanzen (*Geocorisae*), ihre mikroskopische Anatomie, ihre Histologie und Entwicklung. Teil I: Die abdominalen Stinkdrüsen, die Drüsenpakete und die zerstreuten Hautdrüsen. Zool. Jb., Abt. Anat. u. Ontog. **65**, 123—294 (1938).
- SCHILDKNECHT, H., K. H. WEIS u. H. VETTER: XI. Mitt. über Insektenabwehrstoffe. α -, β -ungesättigte Aldehyde als Inhaltsstoffe der Stinkblasen der Blattwanze *Dolycoris baccarum* L. Z. Naturforsch. **17b**, 350—351 (1962).
- SCHUMACHER, R.: Zur funktionellen Morphologie der imaginalen Duftdrüsen zweier Landwanzen: *Pyrrhocoris apterus* L. und *Dysdercus intermedius* Dist., *Geocorisae*, Fam.: *Pyrrhocoridae*. Dissertation 1969.
- STEIN, G.: Über den Feinbau der Duftdrüsen von Feuerwanzen (*Pyrrhocoris apterus* L., *Geocorisae*). I. Mitt.: Zur funktionellen Morphologie der Drüsenzelle. Z. Zellforsch. **74**, 271—290 (1966 a).
- Über den Feinbau der Duftdrüsen von Feuerwanzen (*Pyrrhocoris apterus* L., *Geocorisae*). II. Mitt.: Das ableitende Kanalsystem und die nichtdrüsigen Anteile. Z. Zellforsch. **75**, 501—516 (1966 b).
- Über den Feinbau der Duftdrüsen von Feuerwanzen (*Pyrrhocoris apterus* L., *Geocorisae*). Die 2. larvale Abdominaldrüse. Z. Zellforsch. **79**, 49—63 (1967).
- STEINBRECHT, R. A.: Feinstruktur und Histochemie der Sexualduftdrüse des Seidenspinners *Bombyx mori* L. Z. Zellforsch. **64**, 227—261 (1964).
- WATERHOUSE, D. F., D. A. FORSS, and R. H. HACKMAN: Characteristic odour components of the scent of stink bugs. J. Insect Physiol. **6**, 113—121 (1961).
- , and A. R. GILBY: The adult scent glands and scent of nine bugs of the superfamily Coreoidea. J. Insect Physiol. **10**, 977—987 (1964).
- WOHLFARTH-BOTTERMANN, K. E.: Die Kontrastierung tierischer Zellen und Gewebe im Rahmen ihrer elektronenmikroskopischen Untersuchung an ultradünnen Schnitten. Naturwissenschaften **44**, 287—288 (1957).

Dr. GÜNTHER STEIN
 Zoologisches Institut der Universität
 5300 Bonn, Poppelsdorfer Schloß