

Pathologisches Institut
am Bergarbeiter-Krankenhaus Stollberg/Erzgebirge

K. O. FRÖHLICH¹ & I. KÜRSCHNER

Die Giftorgane der Wiesenameise (*Formica nigricans* EMERY, 1909)

Hymenoptera: Formicidae

Mit 23 Textfiguren

Vor einiger Zeit standen wir in unserem Institut vor der Aufgabe, mit Hilfe histologischer Untersuchungen Stellung zu einer Hauterkrankung eines Kleinkindes zu nehmen, das unbeaufsichtigt längere Zeit der Einwirkung ätzenden Ameisengiftes ausgesetzt war. Angeregt durch das mit der Lösung dieser Aufgabe verbundenen Literaturstudium und die Arbeiten OTTOS haben wir die Giftorgane der die oben erwähnte Erkrankung verursachende Wiesenameise, von der uns lebende Tiere in ausreichender Anzahl zur Verfügung standen, makroskopisch und mikroskopisch untersucht.

Material

Die unseren Untersuchungen dienenden Tiere wurden einem Ameisenhaufen entnommen, der sich unmittelbar neben einem schmalen Waldweg in der näheren Umgebung Stollbergs, im Einzugsgebiet der Querenbachtalsperre befindet.

Die Determination der Tiere erfolgte durch den wissenschaftlichen Mitarbeiter des Institutes für Forstwissenschaften Eberswalde bei der Deutschen Akademie für Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Herrn Dr. OTTO², der sie als eine verwandte Art der Roten Waldameise, nämlich als

Formica nigricans EMERY, 1909

(bis 1955 *Formica pratensis* RETZ.)

bestimmt; sie trägt den deutschen Namen Wiesenameise. Im Laufe des Sommers und Herbstes 1962 sammelten wir mehrfach lebende Tiere in größerer Zahl, bei denen nach Abtötung mittels Chloroformdämpfen unter dem Cytoplast die Giftorgane unter Wasser präpariert und anschließend histologisch zum Teil in Frischpräparaten, zum Teil nach Anfertigung von Paraffinschnitten untersucht wurden.

Ergebnisse

Makroskopie

Bei gefüllter Giftblase nehmen die gesamten Giftorgane der Wiesenameise etwa die hintere Hälfte des Abdomens ein. Man unterscheidet, wie bei allen Formicinen folgende Teile:

1. die eigentliche Giftdrüse;
2. die Giftblase als Giftreservoir;

¹ Prosektor am oben angegebenen Institut.

² Wir möchten an dieser Stelle Herrn Dr. OTTO für seine freundliche Hilfe und für die Durchsicht des Manuskriptes herzlich danken. Der gleiche Dank gilt unserem Institutsfotografen, Herrn MÜLLER.

3. deren Ausführungsgang und
4. die Nebendrüse (Fig. 1).

Bei der Präparation fällt zuerst die in gefülltem Zustand große, birnenförmige, ziemlich dicht unter dem Rückengefäß liegende Giftblase auf, die den ganzen hinteren oberen Raum des Abdomens einnimmt. Sie bildet ein sehr zartwandiges, äußerst leicht verletzliches Organ, auf dessen Dorsalfläche kappenartig ein großes, dichtes Polster liegt (Fig. 2).

Blase und Polster werden gemeinsam von einer feinen Tunica, der Tunica propria, umschlossen, die gleichzeitig das Polster an der Blase befestigt. Diese Tunica läßt die Mitte der ventralen Blasenoberfläche frei. Reißt man sie mit einer feinen Nadel ein, so läßt sich das Polster leicht von der Blase lösen.

Die Giftdrüse besteht aus zwei freien Schläuchen, die rechts und links unterhalb der Giftblase in Höhe der Nebendrüse liegen und ein teils diese, teils das anliegende Fettgewebe umschlingendes lockeres Knäuel bilden. An der Übergangsstelle von der Blase in den Ausführungsgang ziehen sie rechts und links an der Blasenwand hoch, münden ein Stück unterhalb des Polsters in die Tunica propria und setzen sich dort als zwei feine, in zahlreichen Windungen liegende Schläuche fort. Bei dem Versuch, ihren weiteren Verlauf zu verfolgen, gelang es, die Tunica propria vom Polster zu lösen. Dabei zeigte sich, daß die Fortsetzungen der freien Drüenschläuche getrennt in ihr verlaufen und aus ihr austretend das Polster bilden (Fig. 3). Nach kurzem getrennten Verlauf vereinigen sie sich in diesem zu einem Schlauch, von dem rechts und links blind endende Röhrchen abzweigen. Die gesamte Länge des Polsterschlauches beträgt ca. 7 cm. Die Einmündung des Polsters in die Blase ist eine einfache. Sie liegt oben, etwa in der Mitte, und wird kurz vor der Einmündung durch einige auffallend dicke, blind endende Verzweigungen gekennzeichnet. Die Abzweigungen liegen einer Hand ähnlich unter dem Polster bzw. auf der Blase. Sie zeigen mit der Einmündung die größten Kaliber des Polsters.

Der Ausführungsgang der Giftblase verjüngt sich bis zu seiner Mündung, so daß deren Lumenseite etwa den achten Teil des Giftblasendurchmessers bildet. Die Mündung nach außen liegt am hinteren unteren Abdomen gemeinsam mit der Mündung der Nebendrüse, von der sie aber deutlich durch eine Chitinfalte getrennt ist.

Die Nebendrüse liegt unter dem Ausführungsgang der Giftblase und hat etwa Y-förmige Gestalt, deren Form und Größe individuell verschieden ist (Fig. 4 und 5). Die beiden proximalen Säckchen vereinigen sich zu einem gemeinsamen, sich allmählich bis zur Mündung nach außen verjüngenden Ausführungsgang.

Mikroskopie

Giftblase

Die Wand der Giftblase besteht aus einer sehr zarten Tunica intima. Auf ihrer Außenfläche liegen locker zerstreut feine, flache Kerne. Zwischen ihnen befindet sich ein äußerst spärliches feingranuliertes Plasma. Am Ausführungsgang bildet

die Blasenintima dorsal und lateral stärkere Querfalten (Fig. 6). Er ist völlig frei von Muskulatur und wird durch wenige Tracheenäste versorgt. Ebenso gelangen zur Blasenwand nur wenige kleine, von Tracheenstämmen benachbarter Organe entspringende Ästchen. Die nervöse Versorgung erfolgt durch sehr feine, helle, äußerst leicht abreißende Nervenästchen, die vor allem an die Muskulatur der die Giftblase umschließenden Tunica propria zu ziehen scheinen.

Tunica propria

Wie schon erwähnt, werden Blasenintima und Polster von einer sehr zarten Tunica propria eingehüllt. Auf dieser Tunica propria liegt eine die Giftblase und das Polster umschließende Muskelschicht, die aus parallel angeordneten, quer zur Längsachse der Blase in regelmäßigen Abständen verlaufenden quergestreiften Muskelringen besteht (Fig. 7). Die Muskelringe sind während ihres Verlaufes über die Blasenwand sehr kräftig, verringern sich aber am Polsterrand erheblich und ziehen als sehr feine Züge über das Polster (Fig. 8), um auf der gegenüberliegenden Seite am Polsterrand wieder ihre ursprüngliche Stärke anzunehmen. An der Ansatzstelle der Tunica propria an der Blasenwand anastomosieren sie untereinander. In diesem Bereich ist die Tunica propria mit der Blasenintima verwachsen. Die in der Tunica propria verlaufenden Fortsetzungen der freien Drüsenschläuche zeigen bei einigen Präparaten nach einer gewissen Verlaufsstrecke eine deutliche, mehr oder weniger starke Haustrierung, die bis zu ihrem Austritt aus der Tunica propria zu erkennen ist (Fig. 9). Entsprechend der Funktion ziehen zum Polster zahlreiche, relativ dickkalibrige, mit ihren feinsten Verzweigungen die Tunica propria durchbohrende Tracheen.

Drüsenschläuche

Die beiden freien Drüsenschläuche zeigen bei der Untersuchung, daß jeder von einer feinen zentral liegenden, von welligen Innenrändern begrenzenden Chitinröhre, der Intima des Drüsenschlauches, durchzogen ist. Auf ihr liegen kleine, homogene, runde bis ovale bis spindelige Kerne in unregelmäßigen Abständen.

Diese Chitinröhre konnten wir zufällig dadurch isoliert darstellen, als sie bei leichtem Zug an beiden Enden des Schlauches erhalten bleibt, während das Drüsenepithel zerreißt und sich wie ein Futteral beiderseits zurückzieht (Fig. 10 und 11). Von der zentralen Chitinröhre aus gehen seitlich zahllose feinste kapillarartige Spalten, die vermutlich die Drüsenzellen peripher weitgehend umgreifen. An die Chitinröhre grenzen polygonale Drüsenzellen, die mehrschichtig angeordnet sind. Ihr Kern ist oval bis rund und enthält acht bis zehn dunkel gefärbte, runde Körperchen (Fig. 12 und 13).

Der makroskopisch scharf begrenzte Übergang der freien Drüsenschläuche in die feinen Schläuche der Tunica propria zeichnet sich mikroskopisch mit ebensolcher scharfer Grenze insofern ab, als von diesem Abschnitt an Zellen der Drüsenschläuche nicht mehr nachweisbar sind. Nur die Chitinröhren setzen sich in der Tunica propria fort, beiderseits von zarten Muskelzügen gehalten (Fig. 14). An Stelle der Drüsenzellen tritt ein feines einschichtiges Epithel, das anfänglich

durchscheinend zart, im weiteren Verlauf des Polsters immer deutlicher hervortritt (Fig. 15).

Polster

Die aus der Tunica propria austretenden beiden Schläuche zeigen nach einer kurzen unverzweigten Verlaufsstrecke kleine, blind endende Verzweigungen in unregelmäßigen Abständen (Fig. 16). Die ovalen bis spindeligen Kerne des Epithels, die mehrere dunkelgefärbte, sich scharf abhebende Innenkörperchen enthalten, schmiegen sich dicht und abgeflacht an die nunmehrige Polsterhöhle an. Sie ähneln den Kernen der freien Drüsenschläuche, so daß dem Polster ebenfalls eine Drüsenfunktion zugeschrieben werden kann. Auf welche Weise das Sekret in das Innere der Röhren gelangt, ist ungeklärt, da entsprechende morphologische Strukturen nicht erkennbar sind. Vielleicht können künftige elektronenmikroskopische Untersuchungen diese Frage klären. Die Röhren enthalten anfangs kleine Bezirke winzigster, bei HE-Färbung dunkelroter Sekretkörnchen, deren Größe und Anzahl im weiteren Verlauf unterschiedlich hervortritt. Ihre Farbe wechselt vom zarten rosa über rot bis rot-violett (Fig. 17 und 18).

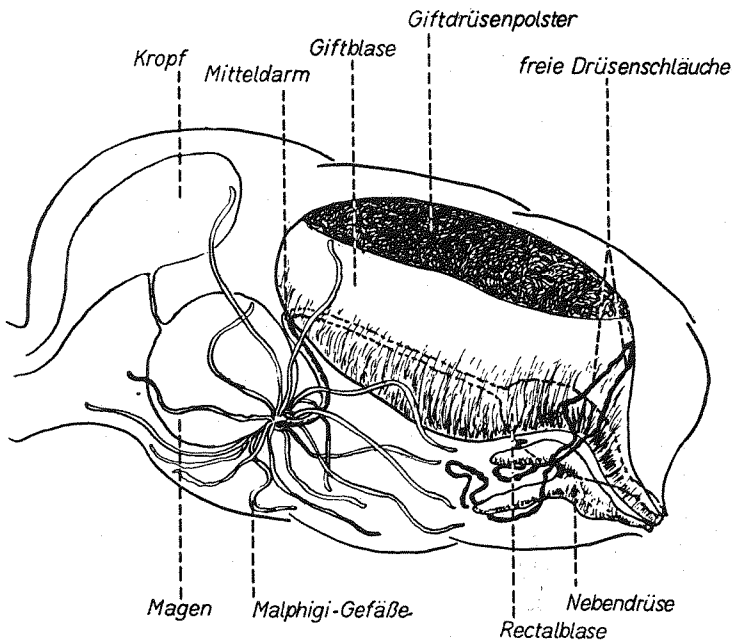


Fig. 1. Schematischer Längsschnitt durch den Hinterleib von *Formica nigricans* (verändert nach einer Vorlage von OTTO)

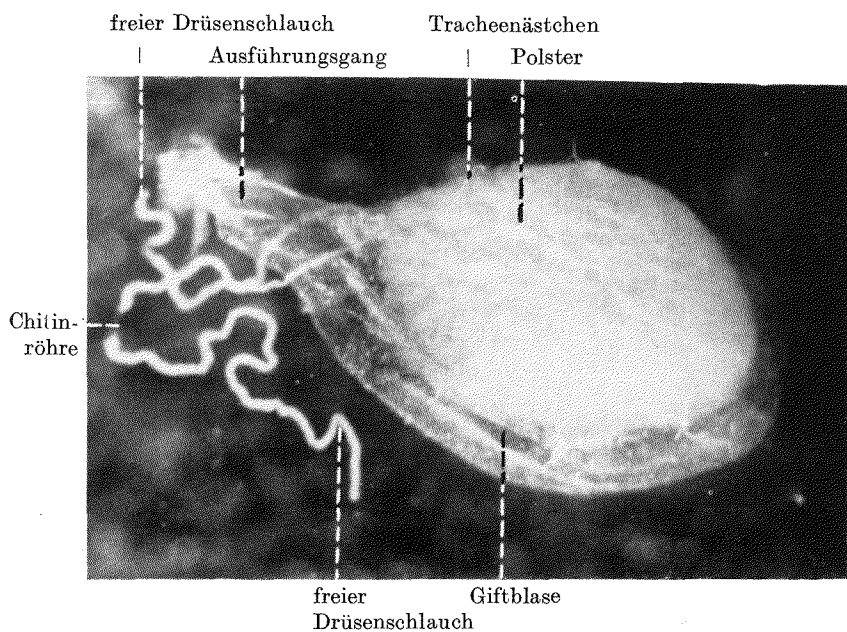


Fig. 2. Freipräparierte Giftblase mit Polster und freien Drüsenschläuchen (Vergrößerung 26fach)

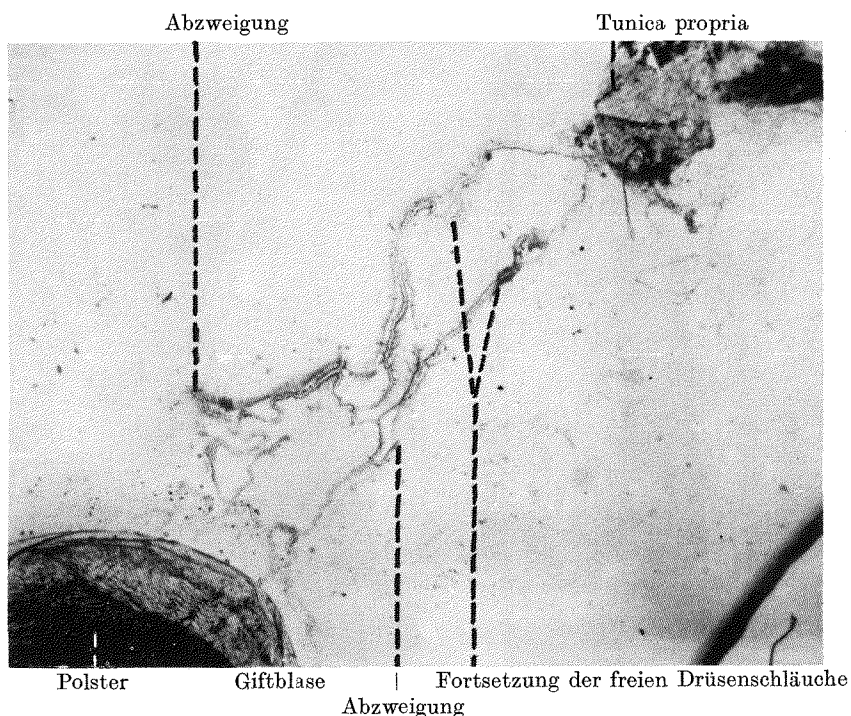


Fig. 3. Getrennt aus der Tunica propria austretende Fortsetzungen der freien Drüsenschläuche (Vergrößerung 26fach)



Fig. 4. Herauspräparierte Nebendrüsen in Wasser

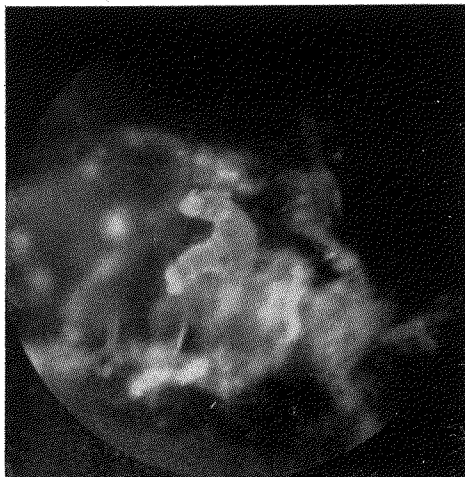


Fig. 5. Freipräparierte Nebendrüsen in situ unter Wasser (Vergrößerung 32fach)

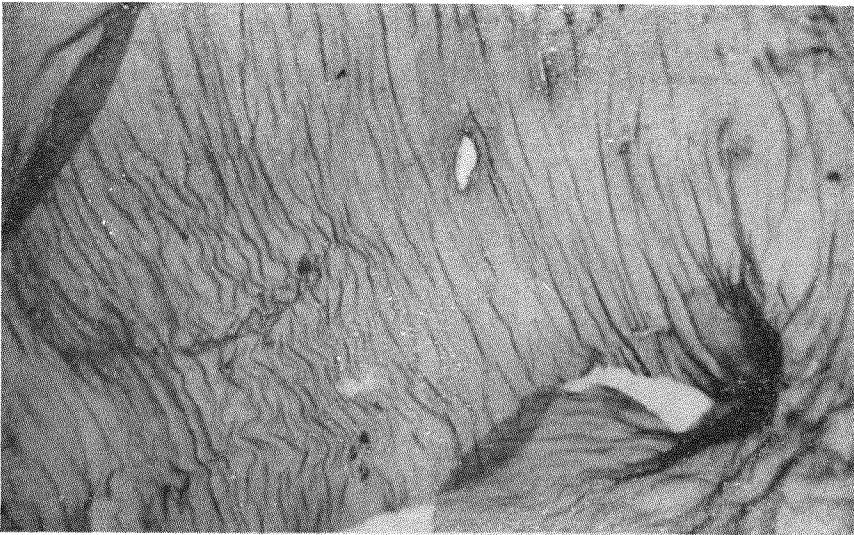


Fig. 6. Giftblasenausführungsgang mit starker Querfaltung; Häutchenpräparat (Vergrößerung 180fach)

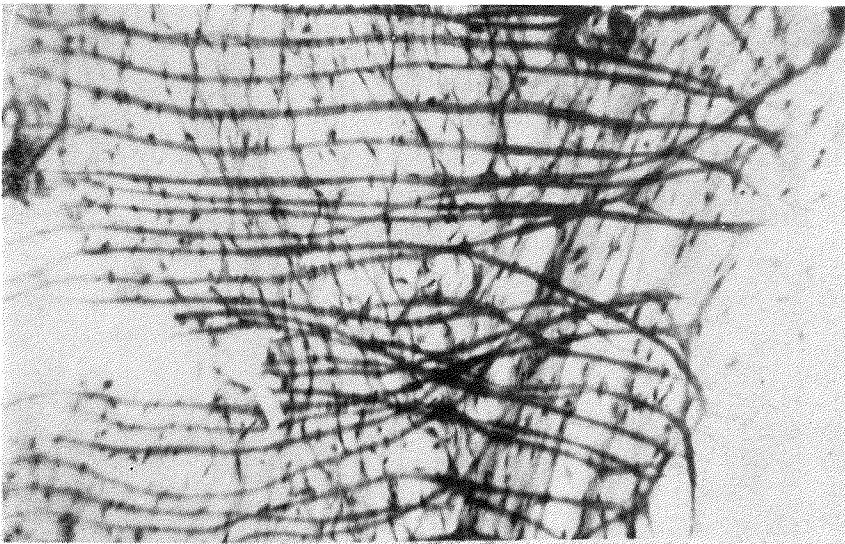


Fig. 7. Muskulatur der Tunica propria im Bereiche der Blasenwand (Vergrößerung 275fach)

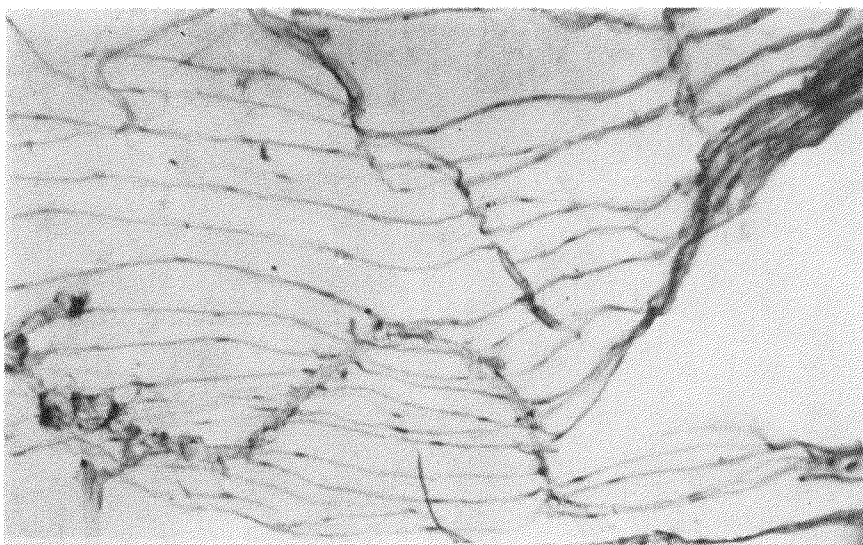


Fig. 8. Tunica propria in der Nähe der Einmündung der freien Drüsenschläuche (Vergrößerung 180fach).

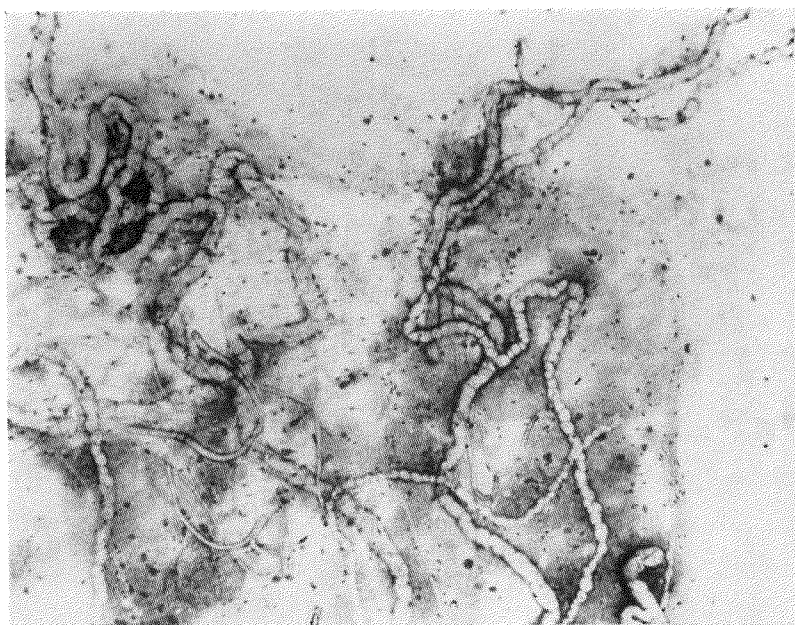


Fig. 9. Haustrierung der Schläuche in der Tunica propria (Vergrößerung 100fach)

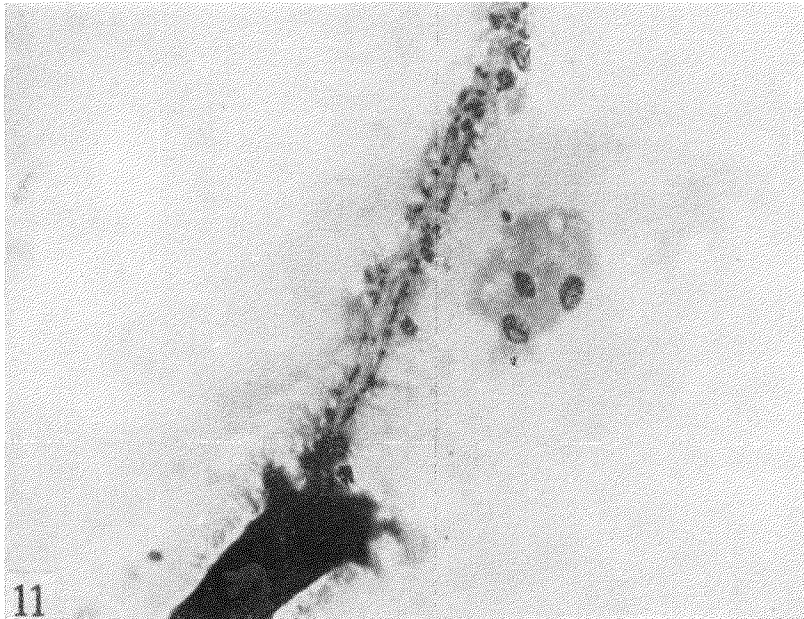
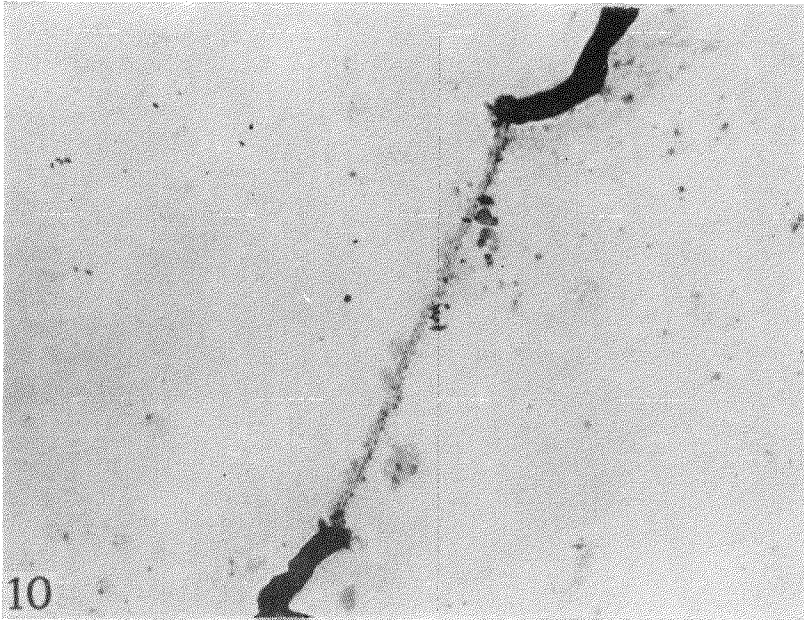


Fig. 10, 11. Freier Drüsenschlauch mit teilweise freiliegender Chitinröhre
(Vergrößerungen 90- bzw. 285fach)

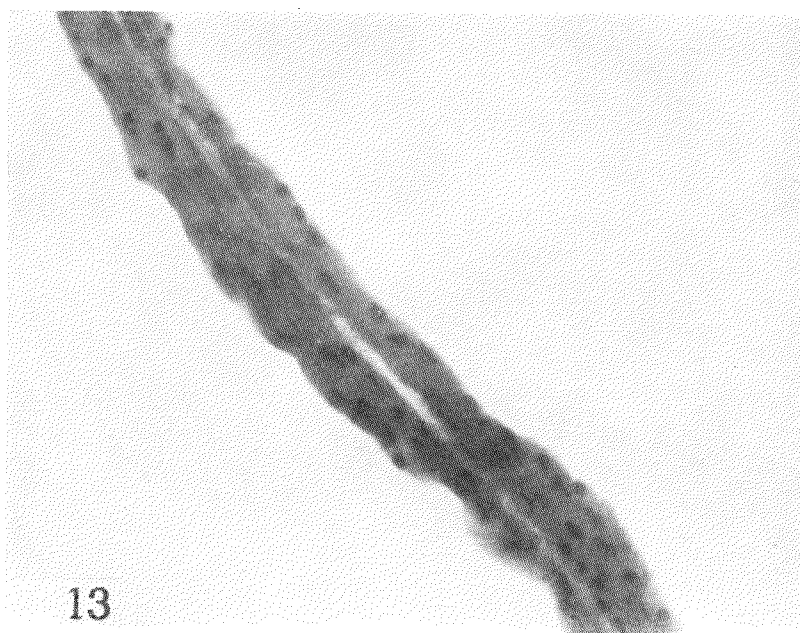


Fig. 12, 13. Freier Drüsenschlauch, Drüsenzellen; HE-Färbung
(Vergrößerungen 280fach)

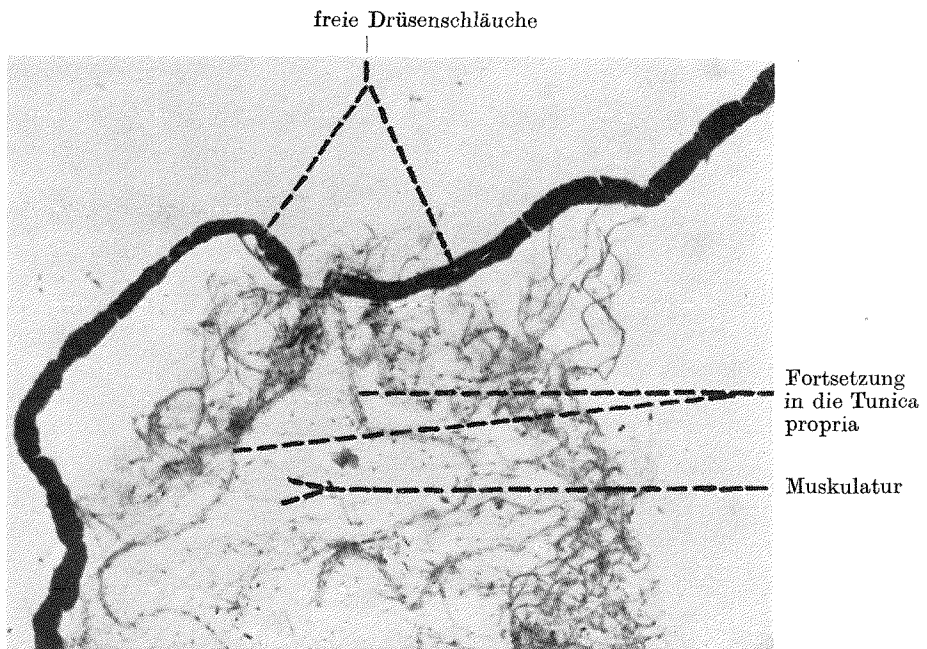


Fig. 14. Freie Drüsenschläuche und ihre Fortsetzungen in der Tunica propria (Vergrößerung 85fach)

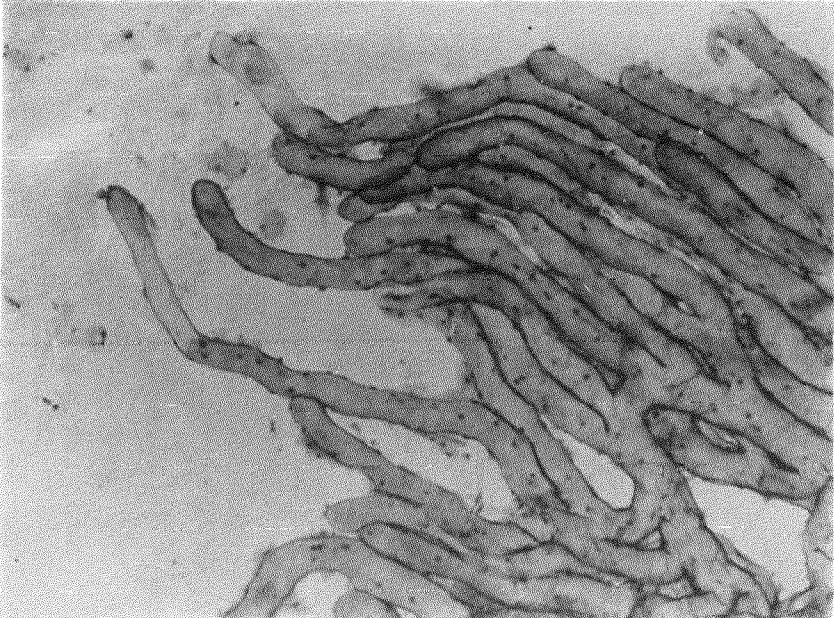


Fig. 15. Abzweigungen des Polsters mit Epithel. Links und rechts oben im Bild haben sich einzelne Zellen beim Entwirren abgelöst (Vergrößerung 110fach)

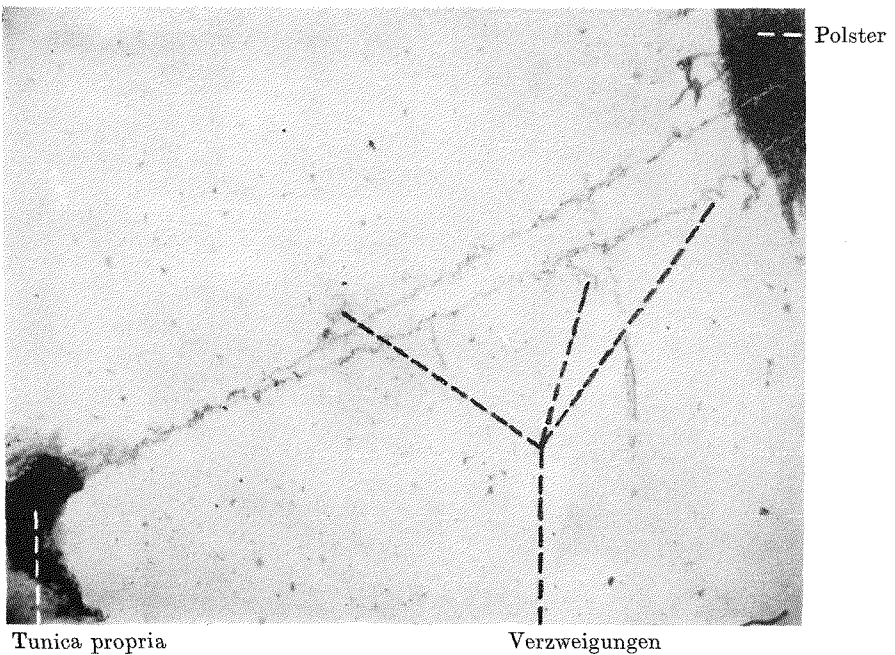


Fig. 16. Kleine, blind endende Verzweigungen kurz nach dem Austritt der Schläuche aus der Tunica propria (Vergrößerung 23fach)

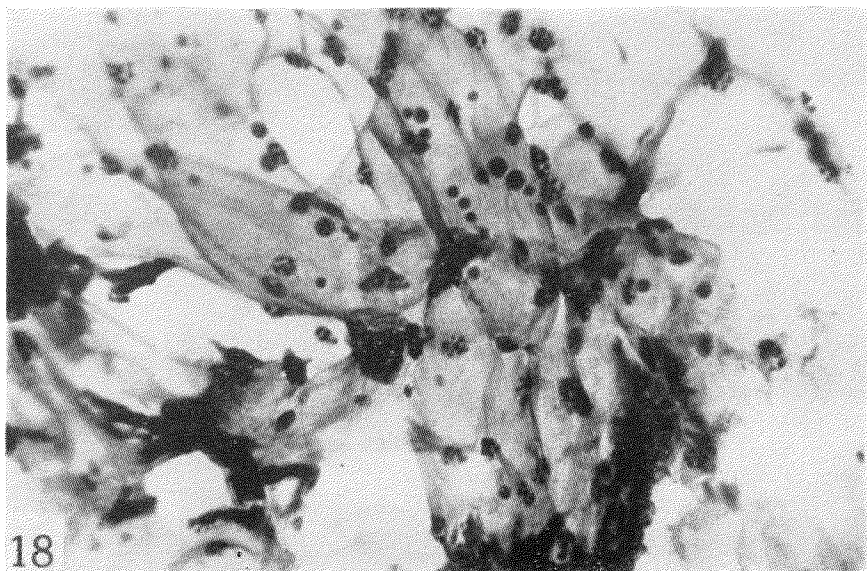
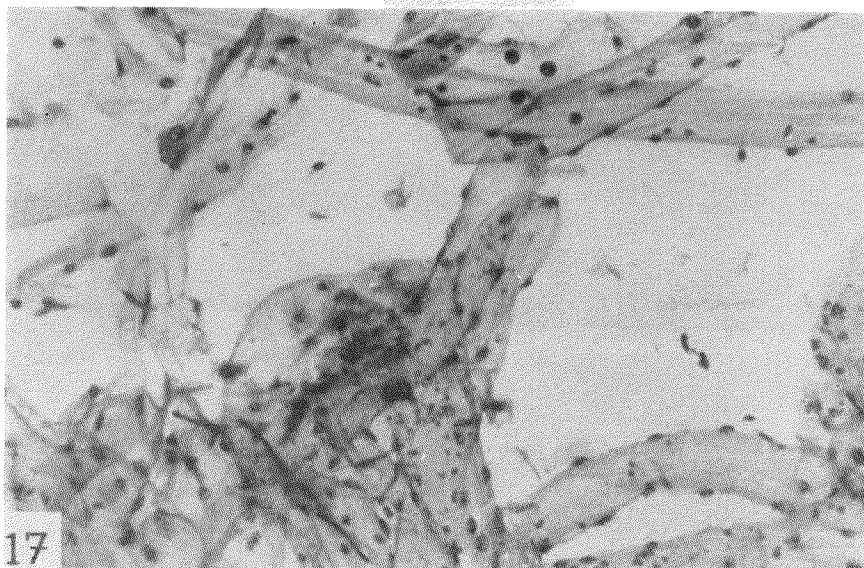


Fig. 17, 18. Polsterröhren mit Sekretgranula in verschiedenen Umwandlungsstufen (Vergrößerungen 260- bzw. 380fach)

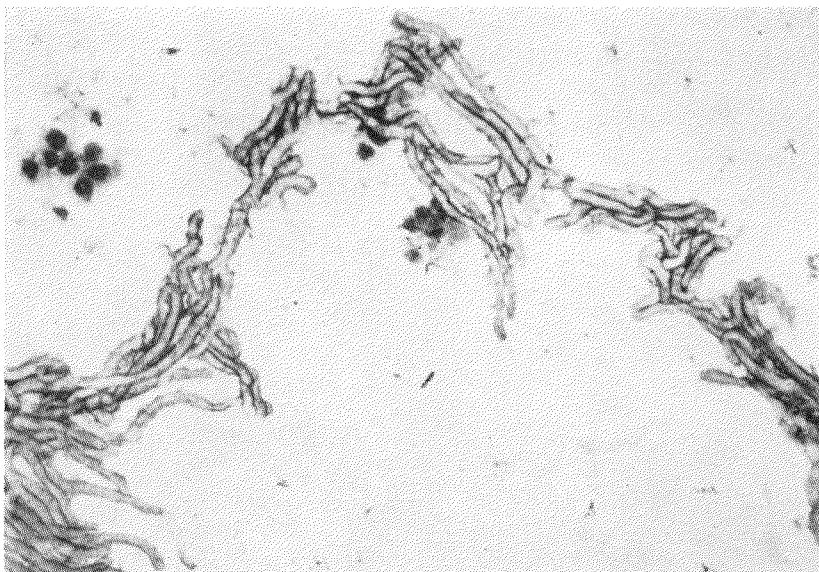


Fig. 19. Teil des Polsterschlauches mit Abzweigungen und großen Zellen (Vergrößerung 35fach)

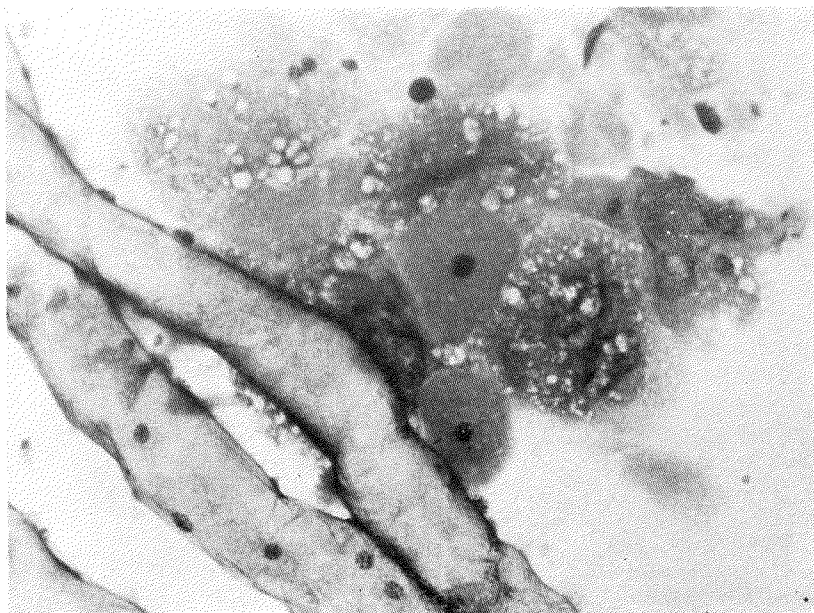


Fig. 20. Die großen Zellen innerhalb des Polsters (Vergrößerung 320fach)

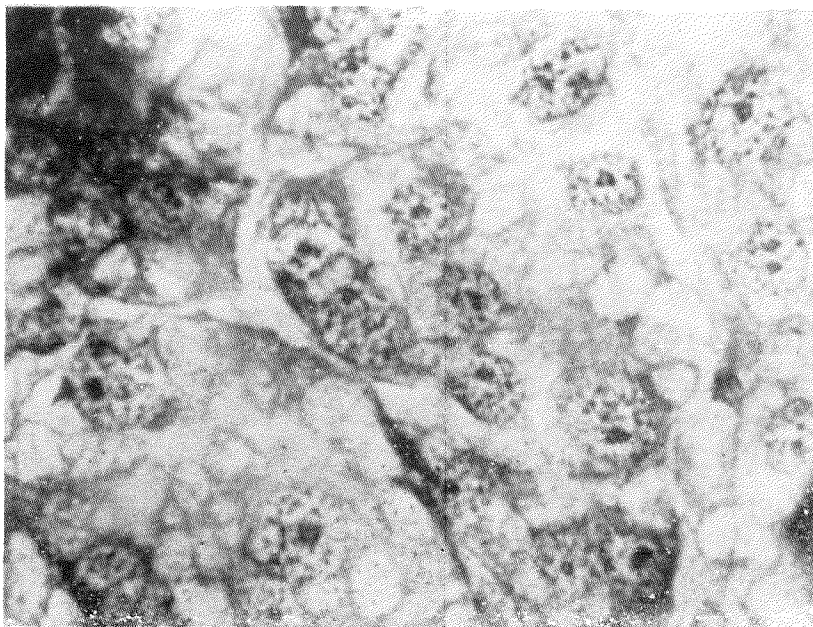


Fig. 21. Nebendrüsenswand; Häutchenpräparat (Vergrößerung 850fach)

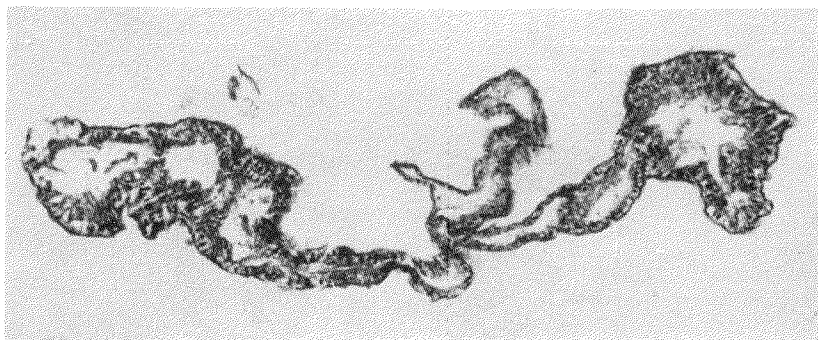


Fig. 22. Nebendrüse, Querschnitt mit angeschnittenem Ausführungsgang (Vergrößerung 110fach)

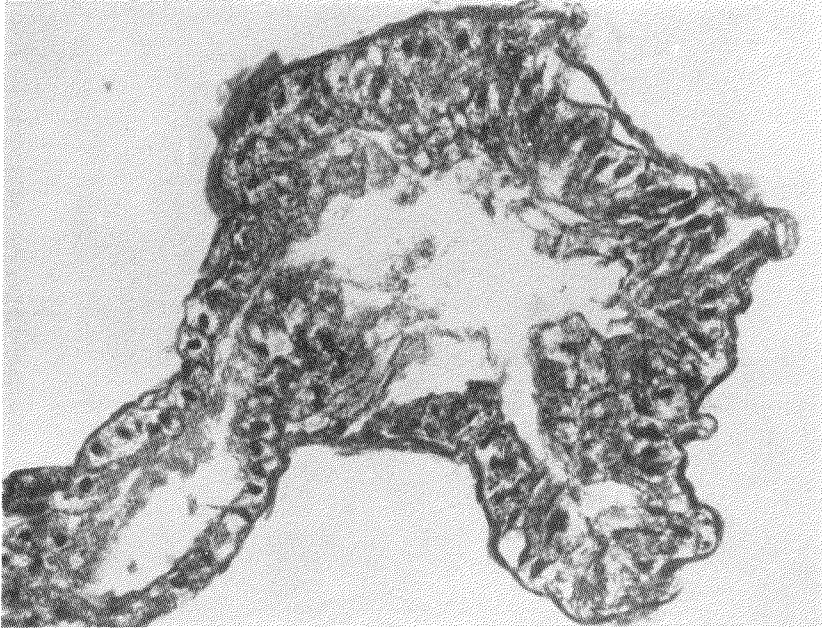


Fig. 23. 375fach vergrößerter Ausschnitt von Fig. 22

Die Verzweigungen der Schläuche werden ab der Vereinigungsstelle häufiger und länger, wobei aber im gesamten Polster eine bestimmte Größe nicht überschritten wird (Fig. 19). Eine Ausnahme bilden nur die schon beschriebenen Abzweigungen kurz vor der Einmündung in die Blase.

Innerhalb des Polsters fallen besonders bei vorsichtiger, das Epithel fast nicht verletzender Entwicklung, einige wenige, verstreut liegende, große Zellen auf (Fig. 20). Der Kern dieser Zellen ist im Verhältnis zum Plasma klein, fast kreisrund und zeigt bei HE-Färbung unzählige blaue Körnchen. Das Plasma enthält vermischt und mehr oder weniger stark hervortretend feinste basophile und eosinophile Granula und ist vakuolisiert.

Einzelne Zellen sind mit polychromatischen Granulawolken umgeben, andere scheinen sich aufzulösen, wieder andere lassen nur noch das ehemalige Vorhandensein einer Zelle ahnen: Kern und Plasma sind zu einer polychromatischen, sehr stark vakuolisierten Granulawolke verschmolzen.

Nebendrüse

Die Funktion der Nebendrüse ist noch immer unklar. Es ist nicht bekannt, ob ihr Sekret beim Ausspritzen dem der Giftdrüse beigemischt wird. Bei der Präparation fällt ihre gelbliche Farbe auf, die durch runde, gelblich-bräunliche, ölige Tropfen hervorgerufen wird, die sich in einem von der Tunica intima gebildeten sackartigen Reservoir befinden. Bei ihrem Austritt zeigen sie Wasserunlöslichkeit. Auf dieser Tunica intima liegt ein kubisches einschichtiges Drüsenepithel aus großen, teils polyedrischen, teils abgerundeten Epithelien, die einen großen, runden bis ovalen, sich scharf vom auffallend hellen Cytoplasma abhebenden Kern besitzen. Der Kern zeichnet sich aus durch den Besitz eines unregelmäßigen, gelegentlich kleine fingerartige Fortsätze in das Cytoplasma entsendenden, öfter kleine Aufhellungen enthaltenden Kernkörperchens und zahlreicher, sich scharf abhebender Inhaltskörperchen (Fig. 21). Das Sekret der Drüsenzellen gelangt durch die Tunica intima in das Innere der beiden Säckchen der Nebendrüse (Fig. 22 und 23).

Das Drüsenepithel der Tunica intima wird nach oben von der Tunica propria abgeschlossen, die von einer netzartig anastomosierenden Muskelschicht bedeckt ist, deren Fasern eine feine Längsstreifung erkennen lassen. In vereinzelt Präparaten läßt sich aber auch eine deutliche Querstreifung nachweisen.

Eines fiel auf: Die Ähnlichkeit der Kerne der freien DrüsenSchläuche mit denen des Intimaepithels und ebenso die Ähnlichkeit der Sekretspuren in den Nebendrüsenschnitten mit den großen, sich auflösenden Zellen innerhalb des Polsters. Die von FOREL beschriebene „Kugelschicht“ konnte in keinem Fall gefunden werden.

Die vorliegende Arbeit enthält nur die Ergebnisse, die bei der Präparation und auf Grund histologischer Schnitte gefunden wurden. Es bleiben deshalb noch viele Fragen offen. So sind die Sekretbildungen, die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Umwandlungsstufen des Sekretes innerhalb der DrüsenSchläuche, des Polsters und der Blase noch nicht geklärt. Wir wissen nicht, woher die

großen Zellen stammen, die vereinzelt im Polster zu finden sind. Wir wissen wenig über die Nebendrüse und gar nichts über den Zusammenhang ihres Sekretes mit dem der freien Drüsenschläuche.

Zusammenfassung

Die vorstehende Arbeit beschreibt die Lage, den makroskopischen Bau sowie die Ergebnisse der feingeweblichen Untersuchungen der Giftorgane der Wiesenameise (*Formica nigricans* EMERY). Es wird vermutet, daß dem Polster eine Drüsenfunktion zukommen kann. Elektronen-mikroskopische Untersuchungen zur Klärung des Weges des Sekretes in das Innere der Polsterröhrchen werden empfohlen. In der Nebendrüse konnte die von FOREL beschriebene Kugelschicht nicht nachgewiesen werden. Abschließend erfolgt Hinweis auf zahlreiche noch ungeklärte Fragen.

Summary

The above paper describes the position, the macroscopic shape, and the results of a histological study of the poison organ of *Formica nigricans* EMERY. The pillow is supposed to operate as a gland. There are suggested further investigations by means of an electron microscope in order to elucidate the way of the secrete liquid into the small tubes of the pillow. A globe layer as described by FOREL ("Kugelschicht") could not be found in the accessory gland. There are mentioned numerous problems remaining still unsolved.

Резюме

В предлагаемой работе описывается положение, макроскопическое строение, а также результаты исследований тонких тканей органов ядовыделения лугового муравья (*Formica nigricans* EMERY). Предполагают, что подушечка имеет функцию железы. Предлагается проводить электронно-микроскопические исследования для выяснения путей секрета во внутреннюю полость трубочек подушечек. В доваочной железе не был найден описанный Форелем шарообразный слой. В заключение даются указания на многочисленные невыясненные вопросы.

Literatur

- FOREL, A., Der Giftapparat und die Analdrüsen der Ameisen. Zschr. wiss. Zool., **30** (Suppl.), 28—68; 1878.
- FÜHNER, H., Medizinische Toxikologie. (Neubearbeitet von W. WIRTH & G. HECHT). Stuttgart; 1951.
- MARTINI, E., Lehrbuch der medizinischen Entomologie. 2. Aufl., Jena; 1941.
- OSMANN, M. F. H. & KLOFT, W., Untersuchungen zur insektiziden Wirkung der verschiedenen Bestandteile des Giftes der Kleinen Roten Waldameise *Formica polyctena* FÖRST. Insectes sociaux, **8**, 383; 1961.
- OTTO, D., Die Roten Waldameisen. Neue Brehmbücherei, **293**, Wittenberg-Lutherstadt, 151 pp.; 1962.
- , Über Gift und Giftwirkung der Roten Waldameise (*Formica rufa polyctena* FÖRST). Zool. Anz., **164**, 42—57; 1960.
- PIEKARSKI, G., Lehrbuch der Parasitologie. Berlin-Göttingen-Heidelberg; XII & 760 pp.; 1954.
- STUMPER, R., Über Schutz- und Trutzsekrete der Ameisen. Naturwissenschaften, **40**, 33; 1953.
- , Die Giftsekretion der Ameisen. Naturwissenschaften, **47**, 457; 1960.