

# Anatomische Studien über Collembola.

Von

**Jur. Philiptschenko**

(St. Petersburg).

Mit Tafel XVII und XVIII.

Die Anatomie der Collembolen ist noch recht ungenügend erforscht worden, obgleich diese Insektengruppe durch ihre niedere Organisation ein ganz besonderes Interesse in dieser Hinsicht verdient.

Wir besitzen allerdings mehrere Arbeiten monographischen Charakters, welche eine bestimmte Art behandeln<sup>1</sup>, allein alle diese Arbeiten sind sehr kurz gehalten und berücksichtigen nur in geringem Maße die einzelnen Organsysteme, indem sie hauptsächlich der allgemeinen Anatomie des Tieres gewidmet sind.

Es liegt nur die eine Arbeit von BECKER (2) vor, in welcher wir eine ausführliche Beschreibung der Kopfdrüsen bei den hauptsächlichsten Vertretern der Collembolen finden; die übrigen Organe dagegen haben eine derartige Bearbeitung noch nicht erfahren.

Ich beabsichtige in meiner gegenwärtigen Arbeit drei durchaus selbständige Fragen über die Anatomie der gegebenen Insektengruppe zu berühren, und zwar den Bau des Fettkörpers, der Exuvialdrüsen und der eigentümlichen subhypodermalen Bildungen, welche ich bei *Orchesella rufescens* Lubb. gefunden habe.

Die vorliegende Arbeit wurde in dem Institut des Herrn Professor WL. T. SCHEWIAKOFF ausgeführt, wobei ich sowohl von diesem, wie auch seitens des Herrn Privatdozenten M. N. RIMSKY-KORSAKOV, unter dessen unmittelbarer Anleitung meine Arbeit entstanden ist, vielfach durch Rat und Anweisungen unterstützt wurde. Ein Teil meiner Untersuchungen ist in dem Laboratorium des Herrn Akademiker W. W. SALENSKY ausgeführt worden. Ich benutze die

<sup>1</sup> SOMMER (28), NASSONOW (18), FERRALD (10), PROWAZEK (28).

Gelegenheit, um den genannten Herren auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

### Material und Untersuchungsmethoden.

Das gesamte Material für meine Arbeit habe ich während eines Aufenthalts auf der Biologischen Süßwasserstation der Kais. St. Petersburger Naturforschergesellschaft zu Bologoje (Gouv. Nowgorod) in den Sommern 1904 und 1905 gesammelt. Für meine Untersuchungen wählte ich folgende Formen:

Fam. Achorutidae: *Neanura muscorum* Templ. und *Onychiurus*<sup>1</sup> *armatus* Tullb.

Fam. Entomobryidae: *Isotoma (Folsomia) fimetaria* L., *Isotoma viridis* Bourl., *Tomocerus*<sup>2</sup> *vulgaris* Tullb., und *Orchesella rufescens* Lubb.

Fam. Sminthuridae: *Sminthurus fuscus* L. und *Dicyrtoma*<sup>3</sup> *flavosignata* Tullb.

Unter den angewandten Fixierungsmitteln wurden die besten Resultate mit Jodjodkaliumlösung erzielt, deren Anwendung insofern besonders bequem ist, als man die Tiere nicht mit Einschnitten zu versehen braucht; Sublimatmischungen ergaben meist bedeutend weniger gute Resultate. Von andern Reagentien muß absoluter Alkohol mit 5 % Essigsäure erwähnt werden; durch diese Flüssigkeit werden sehr junge Exemplare recht gut konserviert, wobei es genügt das Reagens 10—15 Minuten auf die Objekte einwirken zu lassen.

Bei der Untersuchung des Fettkörpers mußte außerdem noch zur Anwendung einiger spezieller Methoden geschritten werden: das Fett wurde mit Sudan III gefärbt, nachdem einzelne Stückchen des Fettkörpers zuvor auf dem Objektträger in Formalindämpfen fixiert worden waren, oder aber es wurde zu diesem Zweck eine schwache (1%) Osmiumsäurelösung angewendet. Für das Studium der harnsauren Concretionen wurden Tiere verwendet, welche in absolutem Alkohol konserviert und aufbewahrt worden waren, da diese Concretionen sich in Wasser und sogar in schwachem Alkohol leicht auflösen.

Von einigen mikrochemischen Reaktionen wird an andrer Stelle die Rede sein.

<sup>1</sup> *Lipura*, *Aphorura*.

<sup>2</sup> *Macrotoma*.

<sup>3</sup> *Papirius*.

### Der Fettkörper.

Die erste Erwähnung eines Fettkörpers der Collembolen finden wir in einer Arbeit von NICOLET (20), welche im Jahre 1841 erschienen ist; übrigens wird in dieser Arbeit nur die Tatsache selbst des Vorhandenseins dieses Organs konstatiert. OLFERS (21) wies darauf hin, daß in dem letzteren außer Fetteinschlüssen auch noch gewisse »granulae minimae« zu sehen seien, worauf LUBBOCK (15), welcher diese Gebilde bei *Sminthurus buskii* Lubb. (= *Sm. fuscus* L.) beobachtet hatte, zuerst die Annahme aussprach, daß »these are probably excretory products«.

TULLBERG (30) beschäftigt sich in seiner klassischen Monographie der Collembola viel ausführlicher mit deren Fettkörper, welchen er unter dem Namen eines Systems von Harnkanälchen beschreibt, wobei er annimmt, daß ein solches System nicht nur dem Fettkörper sondern auch noch den MALPIGHISCHEN Gefäßen der höheren Insekten entspricht. Man muß sich darüber wundern, daß TULLBERG sogar die Anordnung dieser Kanälchen beschreiben konnte, obgleich er doch nur über recht unvollkommene Methoden verfügte. Seine Beschreibung wird durch Abbildungen erläutert, welche die Topographie des Fettkörpers bei *Onychiurus armatus* Tullb. durchaus richtig wiedergeben, während diese Form doch zu den ziemlich kleinen Collembolen gehört. — TULLBERG sah auch in dem Fettkörper eine Menge von Concretionen und wies darauf hin, daß diese auf Grund ihrer Untersuchung durch Professor ALLMEN harnsaure Salze darstellten.

Außerordentlich interessante Resultate erzielte SOMMER (28), welcher die Anatomie von *Macrotoma plumbea* L. (= *Tomocerus longicornis* Lubb.) mit Hilfe der Schnittmethode untersuchte. Nach seiner Beschreibung besteht der Fettkörper bei dieser Form aus einer peripheren Schicht, zwei im Thorax und im Abdomen zu beiden Seiten des Darmes verlaufenden Strängen und einem besonderen periösophagealen Bezirk. Alle Abschnitte des Fettkörpers werden von einem Syncytium gebildet, in welchem Fettröpfchen und Ansammlungen runder Concretionen mit konzentrischer Schichtung liegen. Die periphere Schicht des Fettkörpers, oder das reticuläre Gewebe, wie dieselbe von SOMMER genannt wird, ist mit der Hypodermis so eng verschmolzen, daß sich keine scharfe Grenze zwischen beiden ziehen läßt, anderseits verläuft die Membrana basilaris nicht unter der Hypodermis sondern hinter dem Fettkörper, so daß letzterer in

den Bestand des Integumentes tritt. Derartige Verhältnisse veranlaßten SOMMER zu der Vermutung, der Fettkörper der Collembolen könne ein Organ ectodermalen Ursprungs darstellen. Allein NASSONOW (18), welcher bald nach SOMMER eine Beschreibung der Anatomie von *Lipura ambulans* L. (= *Onychiurus armatus* Tullb.<sup>1</sup>) lieferte, wies nach, daß die Membrana basilaris bei dieser Form die Hypodermis deutlich von dem Fettkörper scheidet; letzterer besteht aus großen Zellen mit scharf ausgesprochenen Zellgrenzen, welche meist allseitig von kleineren, zu einem Syncytium verschmelzenden Fettzellen umgeben sind. Der Fettkörper ist bei *Lipura* nach NASSONOW in dem Brustabschnitt deutlich segmentiert, während in dem Hinterleib keine derartige Regelmäßigkeit zu bemerken ist.

Die späteren Autoren schlossen sich in ihren Beschreibungen mehr den Befunden von SOMMER an, während die Beobachtungen von NASSONOW bis jetzt von niemand bestätigt worden sind.

FERNALD (10), welcher die Anatomie von *Anurida maritima* Guer. untersuchte, WILLEM (31), in dessen Monographie der Collembolen und Thysanuren dem Fettkörper ein besonderes Kapitel gewidmet ist, endlich PROWAZEK (24) haben auf den engen Zusammenhang zwischen den hypodermalen Zellen und den Fettzellen hingewiesen, welcher durch die ungewöhnliche Lage der Membrana basilaris — unter dem Fettgewebe, nicht aber unter der Hypodermis — zustande kommt. WILLEM neigt gleich SOMMER auf Grund dieses Umstandes zu der Ansicht von einem ectodermalen Ursprung des Fettkörpers bei den Collembolen. Dieser Autor macht außerdem einige Angaben über die Concretionen in dem Fettkörper. Er wies nach, daß diese Concretionen innerhalb großer Vacuolen liegen und zwar in denselben Zellen, welche auch die Fetttropfen enthalten, wogegen hier keine besonderen »cellules uriques« in der Art wie sie von CUÉNOT (7) bei den Orthopteren nachgewiesen wurden, vorhanden sind. Die mikroskopische Analyse der Concretionen zeigte, daß dieselben aus einem neutralen Natronsalz der Harnsäure bestehen.

Erst kürzlich hat BÖRNER (4) die Vermutung ausgesprochen, ob nicht bei den Onychiurini die sog. Pseudocellen der hinteren Abdominalsegmente im Zusammenhang mit dem Fettkörper stehen, indem sie hier die Rolle von ausführenden Kanälen spielen.

<sup>1</sup> Diese Art ist von NASSONOW nicht richtig bestimmt worden, was aus der Fig. 5, Taf. I seiner Arbeit hervorgeht, wo an der Basis der Antenne drei sog. Pseudocellen und nicht zwei abgebildet sind, während doch gerade die letztere Zahl charakteristisch für *Onychiurus ambulans* L. erscheint.

Der Bau der Pseudocellen, wie er von BECKER (2) in dessen letzter Arbeit klar gelegt wurde, schließt jede Möglichkeit einer solchen Annahme aus, indem sich diese vermeintlichen Augen als einfache Chitingebilde erwiesen haben.

Indem ich nunmehr zu meinen eignen Untersuchungen übergehe, will ich mit der Frage über die Topographie des Fettkörpers beginnen; da dieser Gegenstand jedoch kein besonderes Interesse darbietet, so werde ich denselben nur in ganz allgemeinen Zügen berühren.

Am bequemsten erweist sich die Einteilung des Fettkörpers in eine periphere subhypodermale Schicht (Fig. 3 *pf*) und in die inneren Stränge (Fig. 3 *if*), wie dies schon von SOMMER (28) geschehen ist. Letzterer erblickte außerdem noch in dem periösophagealen Bezirk des Fettkörpers eine ganz spezielle Bildung, allein hierzu liegt wohl kaum irgend eine Notwendigkeit vor.

Allerdings ist dieser Bezirk bei einigen Formen, so z. B. bei *Onychiurus* sehr deutlich ausgesprochen, indem er das Aussehen zweier birnförmiger, den Oesophagus von rechts und links umgebender Massen besitzt, allein auch hier kann man einen Zusammenhang dieser Bezirke sowohl mit der Hypodermis als auch mit den inneren Strängen bemerken; dieser Zusammenhang ist bereits von TULLBERG (30) ganz richtig abgebildet worden. Bei andern Formen ist dieser Abschnitt weniger deutlich ausgesprochen und sein Zusammenhang mit den übrigen Abschnitten tritt deutlicher zutage: Bei *Neanura muscorum* endlich wird er durch zwei Lappen des Fettkörpers ersetzt, welche sich von der Hypodermis der dorsalen Körperwand nach unten herabsenken aber nicht einmal den Oesophagus erreichen (Fig. 3 *kf*).

Der periösophageale Fettkörper stellt demnach in den meisten Fällen nichts andres dar, als den vorderen Abschnitt der inneren Stränge, während wir bei *Neanura* statt dessen Auswüchse der subhypodermalen Schicht des Fettkörpers haben. Es ist von Interesse, daß die inneren Stränge bei den Vertretern der Achorutidae und Entomobryidae sowohl in der Brust als auch in dem Hinterleib deutlich segmentiert sind.

Diese Segmentierung äußert sich für gewöhnlich darin, daß diese Stränge entweder am Anfang und am Ende des Segments mit dem peripheren Fettkörper in Verbindung treten, während sie in dessen mittlerem Abschnitt frei verlaufen, oder aber dadurch, daß ein derartiger Zusammenhang an der dorsalen Seite gewöhnlich nur im

vorderen Teil des Segments vorhanden ist, im hinteren Teil desselben jedoch fehlt: überhaupt ist eine gewisse Wiederholung in der Anordnung des Fettkörpers nach den Segmenten zu konstatieren. Von dieser Anordnung des Fettkörpers kann man sich nach Sagittalschnitten durch *Neanura*, wie sie in Fig. 3 *if* abgebildet sind, ein völlig deutliches Bild machen; es würde wenig Interesse bieten, wenn ich die Verteilung des Fettkörpers bei allen von mir untersuchten Formen beschreiben wollte, um so mehr als in dieser Hinsicht auch eine recht beträchtliche individuelle Variabilität zu bemerken ist.

Bei den Vertretern der Sminthuridae fehlt eine solche Segmentierung vollständig: sowohl bei *Sminthurus fuscus*, als auch bei *Dicyrtoma flavosignata* umhüllt der Fettkörper die Aorta in den beiden ersten Segmenten, in deren Innerem der Oesophagus verläuft, während er in dem großen sogenannten Ventralsegment (dem Verschmelzungsprodukt des Metathorax und der vier ersten Abdominalsegmente) den neben dem Darm befindlichen Raum ausfüllt. Bei erwachsenen Männchen und Weibchen wird der Fettkörper hier von den Genitalorganen nach der dorsalen Körperoberfläche hin verdrängt.

Indem wir nunmehr zu dem histologischen Bau des Fettkörpers übergehen, muß zuvor bemerkt werden, daß bei allen Collembolen in diesem Bau zwei Abschnitte unterschieden werden müssen, welche dazu noch durchaus verschiedene physiologische Funktionen besitzen: wir haben hier Fettzellen, welche als Ablagerungsort für Reservenernährsubstanzen dienen und Harnzellen, in denen die Produkte des im Organismus stattfindenden Stoffwechsels abgelagert werden.

Die Fettzellen sind bei den Vertretern der Achorutidae und Entomobryidae nicht untereinander abgegrenzt und verschmelzen demnach zu einem Syncytium, innerhalb dessen kleine Kerne zerstreut liegen (Fig. 7, 8, 10 u. 11 *fz*). Das Plasma in diesem Syncytium färbt sich gewöhnlich nur schwach durch Färbemittel und ist auf Schnitten von einer Menge von Vacuolen durchsetzt, welche bei der Bearbeitung des Objekts mit Alkohol durch die Auflösung des Fettes entstehen.

Bei *Neanura muscorum* (Fig. 4) sind diese Vacuolen besonders zahlreich und klein, so daß sie häufig ohne Zuhilfenahme starker Vergrößerungen nur schwer zu unterscheiden sind; andererseits färbt sich aber das Protoplasma des Fettsyncytiums bei dieser Art viel stärker als bei den andern Formen.

Die periphere Schicht des Fettkörpers liegt der Hypodermis, wie dies bereits oben hervorgehoben worden ist, dicht an und ver-

schmilzt, nach den Angaben der meisten Autoren mit derselben, dank dem Umstande, daß die Membrana basilaris unterhalb dieser Schicht verläuft. Diese Verhältnisse sind einzig in ihrer Art, und zwar nicht nur unter den Insekten, sondern unter allen Arthropoden überhaupt, aus welchem Grunde ich gerade dieser Erscheinung meine besondere Aufmerksamkeit zugewandt habe. Ich kann die Angaben von SOMMER (28) und der andern Autoren (10, 31, 24) nur bestätigen, aus welchen hervorgeht, daß die Matrixzellen dem Fettsyncytium unmittelbar anliegen, ohne von demselben durch eine Membrana basilaris abgeschieden zu sein; letztere fehlt auch bei *Onychiurus armatus* unter der Hypodermis, so daß NASSONOW (18) augenscheinlich im Irrtum war, als er eine solche bei der genannten Form beschrieb.

Die Behauptung der meisten Autoren, zwischen der Hypodermis und dem Fettkörper könne keine scharfe Grenze gezogen werden, scheint mir jedoch einigermaßen übertrieben zu sein: in Wirklichkeit unterscheiden sich die Zellen der Matrix merklich von den Fettzellen und zwar namentlich durch ihre von letzteren etwas verschiedene Empfänglichkeit in bezug auf Farbstoffe (Fig. 4, 7, 8, 10, 11). Dank diesem Umstand gelingt es, trotz des Fehlens einer Membrana basilaris unter der Hypodermis, stets die Grenze anzugeben, wo diese letztere aufhört und das Fettsyncytium seinen Anfang nimmt.

Man wird ferner auch nicht zugeben können, daß die Basalmembran bei den Collembolen unter der subhypodermalen Schicht des Fettkörpers verläuft. Allerdings ist letztere gegen die Leibeshöhle hin mehr oder weniger scharf abgegrenzt, allein diese Grenzlinie kann man wohl für eine Tunica propria des Fettkörpers halten, keinesfalls aber für die Membrana basilaris, wofür nicht die geringste Begründung vorliegt. Man wird daher mit viel größerem Recht annehmen können, daß bei den Collembolen eine Membrana basilaris vollständig fehlt, wobei das Integument nur aus Cuticula und Matrix besteht — ein Verhalten, wie es auch bei andern Insektengruppen vorkommt, ferner nach ZOGRAFF (27) auch bei Myriapoden.

Wir haben gesehen, daß eine unrichtige Auffassung von der Tunica propria des Fettkörpers SOMMER (28) und WILLEM (31) veranlaßt haben, sich zugunsten der Wahrscheinlichkeit einer Entstehung des Fettkörpers der Collembolen aus dem Ectoderm auszusprechen. Allein gegenwärtig muß man zugeben, daß auch dieser Fall eines mutmaßlichen ectodermalen Ursprungs des Fettkörpers, gleich den übrigen von WILLEM angeführten Fällen, sehr wenig Argumente zu seinen Gunsten aufzuweisen hat.

Viel wahrscheinlicher ist es, daß der Fettkörper bei den Collembolen, wie auch bei den übrigen Arthropoden, ein Organ mesodermalen Ursprungs darstellt.

Auch bei den Sminthuriden fehlt eine Membrana basilaris und die Fettzellen liegen, wie dies auf den Fig. 16, 17 u. 19 zu sehen ist, der Hypodermis unmittelbar an; bei dieser Familie unterscheiden sich jedoch die Fettzellen sehr beträchtlich von den gleichen Gebilden, wie wir sie bei den Achorutiden und Entomobryiden gesehen haben.

Selbst bei sehr jungen Exemplaren von Vertretern dieser beiden Familien haben die Fettzellen stets das Aussehen von Syncytien und entbehren der Grenzen zwischen den einzelnen Zellen, während bei den jungen Sminthuriden der genannte Fettkörper aus deutlich untereinander abgegrenzten Zellen besteht.

Auf der Fig. 14, welche einen Schnitt durch den Fettkörper eines jungen *Sminthurus fuscus* darstellt, sehen wir, daß die runden Harnzellen ( $hx$ ) von ziemlich großen Fettzellen ( $fx$ ) umgeben sind, deren Größe diejenige der Fettzellen bei den Achorutiden und Entomobryiden bedeutend übertrifft. Die Fettvacuolen sind um diese Zeit sehr klein und nur wenig bemerkbar. Allein diese Fettzellen verlieren nach und nach ihre gegenseitigen Grenzen und verschmelzen zu einem Syncytium; gleichzeitig mit diesem Prozeß geht auch eine Vergrößerung der Fettvacuolen vor sich, welche bisweilen recht bedeutende Dimensionen erlangen (Fig. 15 u. 18  $fx$ ).

Ein solches Aussehen hat der Fettkörper der erwachsenen Individuen von *Sminthurus fuscus* und *Dicyrtoma flavosignata* fast überall, mit Ausnahme der subepidermalen Schicht an der Dorsalfäche und den Seiten des großen Abdominalsegments. Hier bleiben die Grenzen zwischen den Fettzellen während des ganzen Lebens der Tiere erhalten und diese Zellen nehmen eine mehr oder weniger in die Länge gestreckte Form an (Fig. 17 u. 19  $fx$ ). Es muß bemerkt werden, daß bei dem erwachsenen *Sminthurus fuscus* zwischen den Fettzellen gerade an den genannten Stellen viele Harnzellen enthalten sind, welche, wie wir weiter unten sehen werden, bereits bei jungen Tieren auftreten.

Die Fettzellen, oder richtiger das Fettsyncytium, ist auf Schnitten von zahlreichen Vacuolen durchsetzt, deren Inhalt — das Fett — sich bei der Bearbeitung des Objekts mit Alkohol aufgelöst hat. Daß wir es hier in der Tat mit Fett zu tun haben, läßt sich unschwer durch Bearbeitung mit Osmiumsäure oder aber durch Färbung von Stückchen des Fettkörpers mit Sudan III nachweisen: in ersterem

Fall sind die Fettzellen statt der Vacuolen mit Körnchen reduzierten Osmiums angefüllt (Fig. 5 u. 12 *of*), in letzterem werden die Fetttropfen durch Sudan rot gefärbt. SAINT-HILAIRE (25) hat kürzlich die Vermutung ausgesprochen, daß das Fett auf der Grundlage gewisser organischer Körnchen entsteht, welche sogar bisweilen innerhalb der Vacuolen nach der Auflösung des Fettes durch Alkohol zu bemerken sind.

Ich selbst habe auf Schnitten innerhalb der Vacuole niemals irgend welche unaufgelöste Substanz bemerken können; um jedoch diese Frage endgültig zu entscheiden, habe ich folgenden Versuch angestellt. Ein Stückchen des Fettkörpers wurde in Formalindämpfen fixiert, mit Sudan gefärbt, und darauf unter dem Mikroskop mit einem Gemisch von Alkohol und Äther behandelt. Die Anwendung von reinem Alkohol ist nicht zu empfehlen, da derselbe das Fett nur außerordentlich langsam auflöst, während dieses letztere durch eine Mischung von Alkohol und Äther augenblicklich gelöst wird. Das Resultat, welches bei dieser Methode erzielt wurde, war stets das gleiche: innerhalb der Vacuolen blieb gar nichts zurück, indem eine jede derselben offenbar nichts anderes als einen Fetttropfen enthält.

Außer Fett enthalten die Fettzellen noch Einschlüsse anderer Art, und zwar eosinophile Körnchen. Letztere sind nur nach Färbung mit irgend einer sauren Anilinfarbe gut bemerkbar, wodurch sich denn wohl auch der Umstand erklären läßt, daß dieselben von den meisten Forschern, welche sich mit der Anatomie der Collembolen beschäftigt haben, in keiner Weise erwähnt werden.

PROWAZEK (24) allein bemerkte in dem Fettkörper und der Hypodermis von *Isotoma grisea* Anhäufungen von Körnchen, welche sich intensiv mit Orange färbten, wobei er jedoch die Bedeutung dieser Gebilde nicht aufklärte. Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch den Strang von *Neanura muscorum*; wir bemerken hier, daß das Fettsyncytium von einer Menge größerer und kleinerer sich mit Eosin lebhaft färbender Körnchen angefüllt ist. Hämalan, Karmin und alle basischen Anilinfarben üben keine färbende Wirkung auf diese Körnchen aus, während letztere von sauren Anilinfarben (Orange, Pikrinsäure u. a. m.) ebenso intensiv wie von Eosin gefärbt werden.

Auf dem abgebildeten Schnitt sind ziemlich viele kleine Körnchen zu sehen, während die Zahl der größeren Körnchen bedeutend geringer ist; bei andern Exemplaren hingegen finden wir in dem Fettkörper entweder nur große Körnchen und zwar ebenfalls in geringer Anzahl bei vollständigem Fehlen kleiner, oder aber aus-

schließlich kleine Körnchen. Von diesen drei Typen entspricht kein einziger irgend einem bestimmten Alter des Tieres; im Gegenteil, alle drei sind sowohl bei alten wie auch bei jungen Neanuren anzutreffen.

Bei *Onychiurus* beobachtete ich stets ein mehr gleichförmiges Bild: die eosinophilen Granulationen sind bei dieser Form immer mehr oder weniger von der gleichen Größe und meist ziemlich gleichmäßig in dem Fettsyncytium verteilt (Fig. 7).

Sowohl bei *Neanura* wie auch bei *Onychiurus* erfüllen die eosinophilen Körnchen ausschließlich die Fettzellen und gehen niemals auf die Hypodermis über; anders verhält sich die Sache jedoch bei den Entomobryidae.

In dieser Familie begegnen wir zwei Typen von Ansammlungen eosinophiler Körner im Körper, wobei keiner derselben, ganz wie dies bei *Neanura* der Fall war, an ein bestimmtes Alter des Tieres gebunden ist, sondern jeder Typus sowohl bei jungen als auch bei alten Individuen anzutreffen ist.

In einem Fall sehen wir die eosinophilen Granulationen, wie dies auf der Fig. 10 abgebildet ist, ausschließlich in dem Fettsyncytium; es sind ihrer nicht viele und sie liegen zu kleinen Häufchen von wenigen Körnern ziemlich spärlich in dem Syncytium zerstreut.

Bei andern Exemplaren (Fig. 8 u. 11) ist eine derartige Regelmäßigkeit nicht zu bemerken; die eosinophilen Körner sind sehr zahlreich, über das ganze Syncytium zerstreut, welches sie ganz überfüllen, gleichzeitig aber ist auch die Hypodermis von ihnen angefüllt.

Ich möchte von vorn herein darauf hinweisen, daß die Hypodermis hier von denselben Körnern dicht angefüllt ist, wie wir sie auch im Fettkörper gesehen haben; es wird dies durch das gleiche Verhalten zu Färbemitteln und gemeinsame chemische Mikroreaktionen bewiesen.

Unter den von mir untersuchten Vertretern der Fam. Sminthuridae fehlten eosinophile Granulationen bei *Dicyrtoma flavosignata* sowohl in den Matrixzellen wie auch in dem Fettkörper, während sie bei *Sminthurus fuscus* nur in den ersteren vorhanden waren. Die Fettzellen entbehrten sowohl bei den erwachsenen wie auch bei jungen *Sminthurus* stets dieser Granulationen; in den Hypodermiszellen sehr alter Individuen waren ebenfalls keine Körner vorhanden, während bei jüngeren Exemplaren von *Sminthurus fuscus* stets eine ziemlich beträchtliche Menge eosinophiler Körner in der Hypodermis nachgewiesen werden konnte (Fig. 16 hg).

Es fragt sich nunmehr, welche Bedeutung diesen Gebilden zu-

kommt und in welchem Sinne die verschiedenen Bilder im Fettkörper von *Neanura* und der Entomobryidae zu deuten sind?

Die Lehre von den Granulationen ist von ALTMANN und dessen Schülern ausgegangen; ALTMANN war es auch, welcher die Theorie aufstellte, wonach die Fetttropfen aus besonderen, sich mit Fuchsin färbenden Körnern gebildet werden (fuchsinophile Granulae). Viele Pathologen haben sich ebenfalls zugunsten dieser Theorie ausgesprochen, welche noch kürzlich in den Arbeiten von BOGDANOFF und POSPJELOFF eine Bestätigung gefunden hat. BOGDANOFF (3) beobachtete eine eosinophile Granulation in der Leber des Axolotls und in dem Knochenmark vieler Wirbeltiere und fand, daß das Fett gerade aus diesen Körnern gebildet wird, da man bei der Bearbeitung mit Osmiumsäure eine Reihe von Übergängen von den eosinophilen Granulationen zu den Fetttropfen beobachten kann.

Zu einem analogen Resultat gelangte auch POSPJELOFF (23), welcher eosinophile Körner in dem Fettkörper von *Dytiscus* beschrieben hat.

Es muß bemerkt werden, daß bei den von BOGDANOFF und POSPJELOFF untersuchten Objekten die eosinophilen Granulationen, im Gegensatz zu deren Verhalten bei den Collembolen, sich auch mit Safranin und Eisenhämatoxylin färben; was nun die Natur dieser Gebilde betrifft, so vermerkt BOGDANOFF eine Ähnlichkeit mit den Dotterkörnchen und spricht die Vermutung aus, daß wir es hier mit »dotterähnlichen Kernsecretionsprodukten« zu tun haben.

Was jedoch die eosinophilen Körner betrifft, welche ich bei den Collembolen gefunden habe, so ist es mir nicht gelungen den Nachweis dafür zu erbringen, daß dieselben in Beziehung zu der Fettbildung stehen, sondern ich habe mich vielmehr, nach einer ganzen Reihe von Versuchen, von dem Gegenteil überzeugen müssen. Um diese Frage zu entscheiden, mußten die Beziehungen zwischen den eosinophilen Granulationen und denjenigen Reagentien festgestellt werden, welche als charakteristisch für Fette gelten, d. h. der Osmiumsäure und dem Sudan. Letzteres Reagens erwies sich jedoch als wenig geeignet um diese Frage zu entscheiden, indem an den Stückchen Fettgewebes, welche mit diesem Färbemittel tingiert wurden, die eosinophilen Körnchen absolut nicht zu sehen sind.

Letztere sind bei *Onychiurus* und den Entomobryidae verhältnismäßig sehr klein, weshalb sie auch auf Schnitten durch Exemplare, welche mit Osmiumsäure behandelt wurden, nicht zu sehen sind (Fig. 12), obgleich hier jedoch zu wenig Körnchen reduzierten Osmiums (*of*) vorhanden sind, um voraussetzen zu können,

daß ein Teil der eosinophilen Körner ebenfalls an der Reduktion der Osmiumsäure teilgenommen habe.

Als das allerpassendste Objekt für die Feststellung der Beziehungen zwischen den eosinophilen Granulationen und der Osmiumsäure erwies sich *Neanura muscorum*, und zwar aus dem Grunde, weil in dem Fettkörper dieser Art sehr große Körner enthalten sind, welche auch ohne jegliche Färbung gut zu sehen sind. Auf Schnitten durch mit Osmiumsäure behandelte Neanuren fallen in dem Fettkörper dieser letzteren (Fig. 5) außer den kleinen, an Stelle des Fettes abgelagerten Osmiumkörnchen (*of*) noch größere Körnchen (*eos*) in die Augen, auf welche die Osmiumsäure keinerlei Wirkung ausgeübt hat: die Größe, Gestalt und Zahl dieser Körner weist übereinstimmend darauf hin, daß wir es hier mit eosinophilen Granulationen zu tun haben.

Die Bearbeitung mit Sudan und Osmiumsäure liefert demnach keinerlei Daten zugunsten der Annahme, daß die eosinophilen Granulationen Anfangsstadien in der Bildung des Fettes darstellen; wir haben im Gegenteil gesehen, daß diese Gebilde bei *Neanura* der Osmiumsäure gegenüber völlig indifferent bleiben, während indirekte Erwägungen die Annahme gestatten, daß sich auch die eosinophilen Körnchen von *Onychiurus* und den Entomobryidae in gleicher Weise der Osmiumsäure gegenüber verhalten.

Einige mikrochemische Reaktionen, welche zu dem Zweck angestellt wurden, die Natur der eosinophilen Granulationen festzustellen, geben Anlaß zu sehr berechtigten Zweifeln an der Teilnahme dieser Körner am Prozeß der Fettbildung. Schon der Umstand allein, daß diese Körner begierig Eosin, Pikrin und andre saure Anilinfarben aufnehmen, spricht bis zu einem gewissen Grade für den albuminösen Charakter dieser Gebilde, indem von mikrochemischen Reaktionen auf Eiweiß bekanntlich auch die Färbung mit Eosin und Pikrinsäure angewendet wird. Dieser Umstand allein genügt natürlich noch nicht, um die uns beschäftigende Frage zu entscheiden, weshalb ich an Schnitten durch *Neanura* und *Orchesella* vier weitere wichtigere Reaktionen anstellte, und zwar die Behandlung mit jodhaltigen Flüssigkeiten (Jodtinktur, Jodjodkalium), ferner die Xanthoproteinreaktion, die MILLONSche Reaktion und die Biuretreaktion.

Die beiden ersteren Reaktionen gelangen durchaus befriedigend: durch das Jod wurden die Körner schön gelb gefärbt, während die Salpetersäure bei nachfolgender Behandlung mit Ammoniak ebenfalls eine gelbe Färbung hervorrief.

Bei *Orchesella* (wie auch bei allen andern Entomobryidae)

liegen die eosinophilen Granulationen sowohl in dem Fettkörper, als auch in der Hypodermis; sowohl diese wie jene färben sich in ganz gleicher Weise, aus welchem Grunde sie denn auch für einander ganz analoge Gebilde angesehen werden müssen.

Die Biuretreaktion gelang nicht in völlig befriedigender Weise, was übrigens auch wohl zu erwarten war, indem es sehr schwierig ist dieselbe an so kleinen Objekten auszuführen; auch die MILLONsche Reaktion gelang kein einziges Mal. Letztere Reaktion ist so sehr charakteristisch für Albumine, daß ein negatives Resultat in dieser Hinsicht uns die Überzeugung aufzwingt, daß die eosinophilen Granulationen nicht als wahre Eiweißsubstanzen gelten können. Allein die positiven Resultate bei der Färbung mit Eosin und Pikrinsäure sowie bei der Behandlung mit Jod und Salpetersäure geben uns immerhin die volle Berechtigung zu der Annahme, daß wir es hier wenn auch nicht mit echten Eiweißsubstanzen, so doch mit etwas diesen sehr Nahestehendem zu tun haben.

Es ist von Interesse, daß die Dotterkügelchen in den Ovarien der Collembolen in bezug auf ihr Verhalten zu den Anilinfarben außerordentlich viel Ähnlichkeit mit den eosinophilen Körnchen zeigen; diese Dotterkügelchen färben sich ebenso intensiv mit Eosin, Pikrinsäure und Orange und sind ebenso indifferent in bezug auf basische Farben. Bei *Orchesella rufescens* habe ich mit diesen Gebilden dieselben Reaktionen wiederholt, welche mit den eosinophilen Granulationen angestellt worden waren, und erzielte genau die gleichen Resultate: die Färbung mit Jod und die Xanthoproteinreaktion gelang vortrefflich, während die MILLONsche Reaktion und die Biuretreaktion mißlangen.

BOGDANOFF (3) hatte demnach vollständig recht, als er die eosinophilen Körner »dotterähnliche Produkte« nannte.

Diese beiden Umstände — das indifferente Verhalten der eosinophilen Granulationen der Osmiumsäure gegenüber und ihre Ähnlichkeit mit den Dotterkügelchen der Ovarien — berechtigen uns, wie mir scheint, vielmehr dazu, dieselben als vollständig selbständige Ablagerungen von Reservenährstoffen zu betrachten. Dazu kommt, daß die eosinophilen Körnchen ihrer chemischen Zusammensetzung nach den Eiweißstoffen ziemlich nahe stehen, während die moderne Physiologie sich der Möglichkeit einer Entstehung des Fettes aus Eiweißstoffen oder eiweißartigen Stoffen gegenüber sehr skeptisch verhält, indem sie alle derartigen Fälle für äußerst zweifelhaft und für unbewiesen erklärt.

Alle diese Erwägungen nun veranlassen mich die eosinophilen Granulationen der Collembolen als Substanzen zu betrachten, welche ihrer Bedeutung nach den Vorräten an Fett im Organismus vollständig gleichwertig sind. Höchstwahrscheinlich haben BOGDANOFF und POSPJELOFF es mit andern Gebilden zu tun gehabt, als die von mir untersuchten es sind, um so mehr als ihre Körner sich nicht nur mit sauren Anilinfarben, sondern auch noch mit Safranin und mit Eisenhämatoxylin färben ließen.

Überdies erscheint mir die Möglichkeit einer Entstehung des Fettes aus »dotterähnlichen Secretionsprodukten« nicht besonders wahrscheinlich.

Die Frage danach, welche Veränderungen in dem Fettkörper bei hungernden Individuen vor sich gehen, ist noch fast gar nicht untersucht worden, leider habe auch ich in dieser Hinsicht sehr wenig Resultate erlangen können.

Ich verwendete zu diesem Zweck zwei Collembolenformen — *Neanura muscorum* und *Orchesella rufescens* —, welche ich ohne Nahrung in einem dunklen und feuchten Behälter hielt (ohne diese Vorsichtsmaßregeln gingen die Tiere nach wenigen Stunden zugrunde). Allein ungeachtet dessen blieben die Tiere selten länger als zwei Tage am Leben und gingen am dritten Tage stets ein; dieser Zeitraum nun ist zweifelsohne zu kurz, um tiefer eingreifende Veränderungen in dem Fettkörper vor sich gehen zu lassen. Bei *Orchesella* habe ich gar keine Resultate erzielen können, indem diese Tiere meistens schon 40 Stunden nach Beginn des Versuches zugrunde gingen; erst bei denjenigen Exemplaren von *Neanura muscorum*, welche etwa 60 Stunden ohne Nahrungsaufnahme am Leben geblieben waren, konnten gewisse Unterschiede von dem normalen Verhalten konstatiert werden. Wie zu erwarten war stand das Fettsyncytium bei diesen Exemplaren bedeutend an Mächtigkeit hinter dem Fettsyncytium derjenigen Tiere zurück, welche Nahrung aufgenommen hatten; namentlich fiel dies an denjenigen Stellen in die Augen, wo das Syncytium die Gruppe von Harnzellen umhüllt: in der Umgebung dieser letzteren war nur noch ein schmaler Streifen von Fettzellen zu sehen. Die Zahl der Fettvacuolen nahm bei den hungernden Exemplaren bedeutend ab, während die eosinophilen Granulationen vollständig verschwanden. Von Interesse ist der Umstand, daß der Fettkörper die geringsten Veränderungen stets im hinteren Abschnitt des Abdomens zu erleiden hatte, wo sich meistens auch noch eosinophile Körner und zwar von bedeutender Größe erhalten hatten.

Abgesehen von dem Fettkörper konnte man auch in dem Epithel des Mitteldarms gewisse Veränderungen bemerken: die Grenzen zwischen den Zellen dieses Gewebes werden viel deutlicher, das Protoplasma dieser Zellen selbst nimmt einen reticulären Bau an und wird durch Färbemittel fast gar nicht mehr tingiert, so daß die Muscularis des Darmes deutlich hervortritt.

Der Grund für alle diese Veränderungen ist natürlich darin zu suchen, daß das Epithel während des Hungerns vollständig von allen Fetttröpfchen und andern Einschlüssen befreit wird, welche aus der Nahrung in dasselbe eintreten, während kein neuer Zufluß solcher Stoffe nach dem Epithel stattfindet.

Einen zweiten Abschnitt des Fettkörpers bilden die Harnzellen, welche der Mehrzahl aller Autoren unbekannt geblieben sind: wir haben gesehen, daß WILLEM (31) sogar die Existenz irgend welcher »cellules uriques« bei den Collembolen in Abrede stellt. NASSONOW (18) allein hat auf das Vorhandensein größerer Zellen mit scharf ausgesprochenen Rändern in dem Fettkörper der Collembolen hingewiesen, allein er hatte nicht bemerkt, daß diese Zellen bei lebenden Individuen von Concrementen überfüllt sind.

Wahrscheinlich hat die Mehrzahl der Autoren mit schlecht konserviertem Material zu tun gehabt, indem die Grenzen der Harnzellen auf gut gelungenen Schnitten außerordentlich deutlich hervortreten, so daß die Tatsache ihrer Existenz nicht dem geringsten Zweifel unterliegen kann. Die Fig. 1 u. 2 zeigen Bilder von *Neanura muscorum* und *Dicyrtoma flavosignata* nach Präparaten, auf welchen die Concretionen (*Kr*) sich nicht gelöst haben; sogar an solchen Totalpräparaten kann man sich vollauf davon überzeugen, daß diese Concretionen nicht gleichmäßig über den ganzen Fettkörper zerstreut liegen, sondern Häufchen in demselben bilden: eine jede solche Anhäufung zeigt uns die Stelle, wo sich eine Harnzelle befindet.

*Neanura* und *Dicyrtoma* zeigen in bezug auf die Zahl und Größe dieser Zellen einen vollständigen Gegensatz; bei der ersteren ist die Zahl der Harnzellen sehr groß und dieselben haben eine sehr geringe Größe, während diese Zellen bei *Dicyrtoma* bedeutend größer, dafür aber wenig zahlreich sind. In dieser Beziehung steht *Neanura* unter den von mir untersuchten Collembolen ganz vereinzelt da, während die Zellen von *Dicyrtoma* viel Ähnlichkeit mit den Harnzellen von *Sminthurus* aufweisen; dagegen nehmen diese letzteren bei *Onychiurus* und den Entomobryidae gewissermaßen eine Mittelstellung zwischen *Neanura* einerseits und den Sminthuridae anderseits ein.

Indem wir uns nunmehr dem Studium von Schnitten zuwenden, bemerken wir, daß in jedem Strang des Fettkörpers von *Neanura* (Fig. 4) eine ganze Reihe solcher Harnzellen (*hx*) enthalten ist, welche den centralen Teil des Stranges einnehmen und von einem Fettsyncytium (*fx*) umgeben sind; dieses letztere bildet häufig Zwischenlagen zwischen den einzelnen Zellen (Fig. 5). Das Protoplasma der Harnzellen zeigt nach erfolgter Auflösung der Concretionen einen zartwabigen Bau, und in seinem Centrum befindet sich meist ein großer Kern. Dieser Habitus kommt den Harnzellen aller Collembolen zu, wobei sich allein die Gestalt und Größe der Zellen verändert.

Bei *Neanura* besitzen die Zellen eine auf Schnitten polygonale, bisweilen fast quadratische oder abgerundete Gestalt; bei *Onychiurus* und den Entomobryidae haben sie auf Schnitten ein ovales Aussehen (Fig. 7, 8 u. 10 *hx*) und ihre Zahl ist geringer als bei *Neanura*, wogegen eine jede der Zellen im Verhältnis zur Größe des Körpers bedeutend größer ist.

Bei *Neanura* beträgt der Durchmesser der Harnzellen 40—60  $\mu$  (bei einer Körperlänge von 2—2½ mm), bei *Onychiurus* die Längsachse dieser Zellen 50—70  $\mu$  (Körperlänge 1½ mm), bei *Orchesella* 140—160  $\mu$  (Körperlänge 4 mm).

Bei jungen Exemplaren von *Sminthurus fuscus* (Fig. 14) fallen zwischen den Fettzellen (*fx*) die größeren Harnzellen von runder Gestalt (*hx*) auf, in welchen man sogar auf Schnitten nicht selten Concretionen bemerken kann. Bei erwachsenen Exemplaren bleibt die runde Gestalt dieser Zellen erhalten; diese letzteren erhalten jedoch unter dem Druck des sie umgebenden Gewebes bisweilen eine mehr in die Länge gezogene Gestalt. Diese Gebilde nehmen mit dem vorschreitenden Alter ganz bedeutend an Größe zu: während der Durchmesser einer Harnzelle bei einem jungen Individuum 70—80  $\mu$  beträgt, erreicht er bei erwachsenen 250  $\mu$ .

Bei ausgewachsenen Individuen treten außerdem Harnzellen an dem Rücken auf, wo solche bei den jungen fehlen (wovon später ausführlicher die Rede sein wird); diese Zellen besitzen stets eine mehr ovale Gestalt (Fig. 14 *hx*) und sind beträchtlich kleiner als die übrigen Harnzellen, indem ihre Längsachse 60—70  $\mu$  nicht übersteigt.

Die Harnzellen von *Dicyrtoma* sind, wie dies aus Fig. 18 u. 19 (*hx*) hervorgeht, den Zellen von *Sminthurus* außerordentlich ähnlich.

Es wurde bereits oben darauf hingewiesen, daß die Harnzellen bei lebenden Exemplaren mit Concrementen überfüllt sind; auf Schnitten fehlen diese letzteren gewöhnlich, da sie in Wasser und Säuren gut

löslich sind und nur in starkem Alkohol, Xylol, Chloroform und verschiedenen Ölen unaufgelöst bleiben. Hierdurch ist auch der Umstand zu erklären, daß NASSONOW (18) diese Zellen, wie er selbst zugibt, nur sehr selten gesehen hat, während FERNALD (10) ihr Vorhandensein bei *Anurida maritima* überhaupt in Abrede stellt.

Um sich von der Anordnung der Concretionen überzeugen zu können, müssen Schnitte durch Exemplare angefertigt werden, welche mit absolutem Alkohol fixiert worden sind; diese Schnitte müssen unbedingt mit einer Farbe tingiert werden, welche in starkem Alkohol zubereitet ist. Ich benutzte zu diesem Zweck alkoholische Safraninlösungen. Was die Löslichkeit der Concremente betrifft, so kann ich nicht begreifen, warum SOMMER (28) und WILLEM (31) behaupten, dieselben wären bei *Tomocerus plumbeus* und *Sminthurus fuscus* in Wasser unlöslich: die Concremente sind in Wirklichkeit bei diesen Arten in Wasser ebenso löslich wie bei den übrigen Collembolen.

Was den Grad von Löslichkeit betrifft, so ist derselbe für die einzelnen Familien ein etwas verschiedener: am raschesten lösen sich die Concremente bei den Achorutidae, etwas langsamer bei den Entomobryidae, während sie bei den Sminthuridae am längsten Stand halten.

Schon SOMMER (28) hat bemerkt, daß jede einzelne Concretion eine deutlich ausgesprochene konzentrische Schichtung besitzt, allein kein einziger der Autoren hat sich mit den optischen Eigenschaften dieser Gebilde beschäftigt. Sogar ohne Zuhilfenahme eines Polarisationsmikroskops kann man sich davon überzeugen, daß man es hier mit anisotropen kristallinen Körpern zu tun hat; es genügt vollständig das Gesichtsfeld zu verdunkeln und die Concretionen, welche bei durchfallendem Licht dunkel erschienen, werden eine leuchtend weiße Farbe annehmen, während der übrige Teil des Präparates unsichtbar wird.

Noch besser kann man sich von dem Isotropismus der Concretionen überzeugen, wenn man das Polarisationsmikroskop zu Hilfe nimmt, wobei es dann auch gelingt die wahre Natur dieser Gebilde festzustellen.

Bei den Entomobryidae und Sminthuridae besitzen die Concretionen eine regelmäßige runde Gestalt mit deutlich bemerkbarer konzentrischer Schichtung; in Fig. 9 sind Concretionen von *Tomocerus vulgaris* bei verschiedener Einstellung des Tubus abgebildet: einige derselben (*sph-a*) sind gewissermaßen in der Äquatorialebene, andre (*sph-b*) von der Oberfläche zu sehen.

Mit Hilfe des Polarisationsmikroskops kann man bemerken, daß diese Concretionen bei Drehung des Analysators gar nicht verlöschen und daß dabei auf einer jeden Concretion ein deutliches schwarzes Kreuz (Fig. 13) erscheint; dies Ergebnis genügt vollständig, um zu entscheiden, mit welchem Typus von Kristallen wir es zu tun haben: es sind dies offenbar Sphärokristalle. Ich will daran erinnern, daß eine ähnliche Erscheinung kürzlich von HENNEGUY (11) bei *Phytomyza chrysanthemii* beobachtet wurde: in dem Fettkörper dieser Form sind ebenfalls Concretionen oder Calcosphärite enthalten, wie diese Gebilde von HENNEGUY bezeichnet werden; bei der Untersuchung im polarisierten Licht zeigen dieselben ebenfalls ein schwarzes Kreuz, d. h. sie erweisen sich als Sphärokristalle.

Bei *Neanura* und *Onychiurus* finden wir drei Typen von Concretionen: ebensolche reguläre Sphärokristalle, wie wir sie bei den beiden andern Familien gesehen haben (Fig. 6 *sph*), Sphärokristalle mit irregulärer Struktur, welche im polarisierten Licht eine von der Kreuzform verschiedene Figur ergeben (*sph*<sub>1</sub>), endlich Concretionen von ziemlich unregelmäßiger Figur, welche bei Drehung des Analysators erlöschen (*c'*). Letzterer Umstand, im Zusammenhang mit dem Fehlen einer regulären kristallinen Form, spricht dafür, daß diese Concretionen als Cryptokristalle angesehen werden müssen.

Was die chemische Zusammensetzung der Concretionen betrifft, so kann ich die Angaben von TULLBERG (30) und WILLEM (31) durchaus bestätigen, wonach diese Concretionen aus Salzen der Harnsäure bestehen.

Es ist mir gelungen bei *Neanura*, *Orchesella* und *Dicyrtoma* eine Murexidreaktion zu erzielen, welche durch ihr so sehr typisch ausfallendes Bild keinen Zweifel mehr darüber obwalten lassen konnte, daß hier gerade Harnsäure, nicht aber irgend ein Xanthinkörper vorliegt; hierfür spricht auch die Löslichkeit der Concretionen in Wasser.

Infolge der geringen Größe der Objekte mußte das ganze Tier in einem Tropfen Salpetersäure auf dem Objektträger zerrieben werden, worauf letzterer auf einer schwachen Flamme erwärmt wurde. Um die Stellen herum, welche von den Überresten des zerriebenen Tieres eingenommen waren, bildete sich ein rötlicher Saum; dieser Saum nahm nach Hinzufügen eines Tropfens Ammoniak eine typische Purpurfarbe an und wurde mit Ätzkali violettgefärbt.

Für den Versuch wurde stets ein mit absolutem Alkohol fixiertes Tier verwendet, dessen Concremente sich nicht aufgelöst hatten, während als Kontrollversuch die gleichen Manipulationen mit einem

Tier vorgenommen wurden, welches bereits keine Concretionen mehr besaß: in diesem letzteren Fall wurde niemals eine Murexidreaktion erhalten.

Die Base, welche die Harnsäure sättigt, konnte ich nicht feststellen; es ist sehr wahrscheinlich, daß wie bei *Sminthurus fuscus* [WILLEM (31)] auch bei allen andern Collembolen das Natrium die Base darstellt.

Kürzlich beschäftigte sich SAINT-HILAIRE (25) mit der Frage über die Bildung der Kristalle in der Zelle; auf Grund seiner Untersuchungen kam er zu der Überzeugung, daß die Concretionen größtenteils aus einem Korn hervorgehen.

»Die Kristalle,« sagt SAINT-HILAIRE, »kann man als ein Korn ansehen, in welchem eine gewisse zur Kristallisation befähigte Substanz sich im Überfluß angesammelt hat.«

Bei den Entomobryidae und namentlich bei den Sminthuridae werden die Concretionen bei dem Fixieren des Tieres nicht gelöst, sondern ihre Auflösung tritt erst dann ein, wenn die Schnitte in das Färbemittel getaucht werden; in solchen Fällen werden in den Harnzellen von dem Hämalaun und andern Färbemitteln gewisse Gebilde tingiert, welche die Gestalt großer Körner besitzen (Fig. 14 *hx*). Haben sich die Concretionen bereits während des Fixierens gelöst, so sind diese Gebilde nicht zu sehen: augenscheinlich sind sie sehr zart und werden während der Behandlung mit Alkohol zerstört.

So lange ich es nur mit Schnitten zu tun hatte, legte ich diese Bilder vom Gesichtspunkte SAINT-HILAIRES aus: die nach der Auflösung der Concretionen zurückgebliebenen Gebilde hielt ich für jene Körner, in welchen sich die Anhäufung von Harnsäure konzentriert und welche der Auskristallisierung dieser letzteren zu Concretionen als Basis dienen.

Allein die Untersuchung an frischen Exemplaren bewies in vollem Umfang das Irrtümliche dieser Auffassung. Indem ich ein Stückchen des Fettkörpers in Glycerin untersuchte, hatte ich mehrfach Gelegenheit zu beobachten, in welcher Weise die Auflösung der Concretionen vor sich geht, welche in Glycerin langsamer erfolgt, als in Wasser und infolgedessen hier leichter zu beobachten ist.

Der Prozeß selbst beginnt, wie dies in Fig. 9 abgebildet ist, an der Peripherie der Concretion, so daß der Umfang dieser letzteren an Größe abnimmt, während sich in der Umgebung einer solchen Concretion deutlich die Wandung der Vacuole hervorhebt, welche sie anfänglich vollständig ausfüllte (*lsph*). Die Wandung der Vacuole

ist, wie dies aus derselben Abbildung hervorgeht, in keiner Weise bemerkbar, solange die Concretion nicht begonnen hat sich aufzulösen, indem sie dieser letzteren dicht anliegt. Nach und nach wird die Concretion immer kleiner und kleiner und verschwindet zuletzt vollständig, wobei an ihrer Stelle die leere Vacuole zurückbleibt (*v*). Derartige Vacuolen bleiben an in Glycerin eingebetteten Exemplaren ausgezeichnet erhalten und bei der Färbung von Schnitten nimmt ihre Wandung Farbe an, wodurch jene angeblichen Körner entstehen, welche, wie ich dies früher annahm, der Concretion als organisches Gerüst dienen. In Wirklichkeit bilden sich die Sphärokristalle in dem Fettkörper der Collembolen aber nicht durch Ablagerungen von Mineralsalzen an einem organischen Kerne, sondern in ganz andrer Weise: ihr Auflösungsprozeß spricht deutlich dafür, daß solche Concretionen innerhalb besonderer Vacuolen mit wohl ausgesprochenen Wandungen herauskristallisiert werden und zwar wahrscheinlich nach erfolgter Übersättigung jener Flüssigkeit, welche ursprünglich eine jede Vacuole erfüllte.

Zuerst bildet sich innerhalb der Vacuole nur ein Kern des Sphärokristalls, allein später nimmt dieser letztere an Größe zu, indem das gelöste harnsaure Salz in die Vacuole gelangt und hier in fester Form an der Oberfläche der Concretion abgelagert wird; mit dem zunehmenden Wachstum dieser letzteren werden augenscheinlich auch die Wandungen der die Concretion umgebenden Vacuole ausgedehnt.

Das Vorhandensein harnsaurer Concretionen in dem Fettkörper der Insekten war schon lange bekannt; sie wurden zuerst von LEYDIG (14) und FABRE (8) beobachtet, welcher letzterer eine außerordentlich interessante Arbeit über die Rolle des Fettkörpers bei der Ausscheidung von Harn durch die Insekten veröffentlicht hat (9). Trotz der zahlreichen hierauf bezüglichen Literatur<sup>1</sup> ist jedoch die Frage darüber, in welchen Zellen die harnsauren Concretionen abgelegt werden und was diese Zellen darstellen, noch nicht in befriedigender Weise gelöst worden.

Die einen Autoren behaupten, daß die harnsauren Salze in denselben Zellen abgelegt werden, welche auch das Fett enthalten; beide Funktionen kommen nach der Ansicht dieser Autoren höchstens

<sup>1</sup> Eine Zusammenstellung aller bis zum Jahre 1889 erschienenen Arbeiten über diese Frage findet man in dem Aufsatz von MARSHAL (16), während die neueren Arbeiten von BERLESE und mehreren französischen Autoren in dem Werke von HENNEGUY (12) in trefflicher Weise besprochen worden sind.

verschiedenen Perioden im Leben des Tieres zu, so daß keine Veranlassung vorliegen würde, von speziellen Harnzellen zu reden.

CUÉNOT (7) und einige andre Autoren beschreiben im Gegenteil die Harnzellen als durchaus selbständige Elemente, welche die ganze Zeit über als Ausscheidungsorgane fungieren und niemals Vorräte von Nährstoffen enthalten.

Es ist sehr wohl möglich, daß beide Auffassungen richtig sind, indem beide Fälle bei verschiedenen Gruppen von Insekten beobachtet werden: bei den einen bilden sich die Harnzellen aus Zellen, welche bis dahin Fett enthalten hatten, bei andern dagegen sind sie vollständig unabhängig von den Fettzellen.

Für uns ist nur die Frage von Interesse, wie diese Sache sich bei den Collembolen verhält. Wir sahen, daß WILLEM (31) diese Frage in dem Sinne entschied, daß ein und dieselben Zellen des Fettkörpers in verschiedenen Lebensperioden sowohl Fett als Concretionen enthalten, und daß hier keine speziellen Harnzellen vorhanden sind.

Allein die Tatsache selbst eines Vorhandenseins von Harnzellen bei den Collembolen kann auch nicht dem geringsten Zweifel unterliegen; diese Zellen sind außerordentlich scharf von dem Fettsyncytium abgegrenzt, und Concretionen sind nur in ihnen enthalten. Andererseits kann man sich auf Grund von Schnitten durch mit Osmium behandelte Exemplare (Fig. 5 u. 12) leicht davon überzeugen, daß das Fett nur in den Fettzellen abgelagert wird, indem in den Harnzellen niemals Körner reduzierten Osmiums zu sehen sind.

Es ist demnach unmöglich an der völligen Selbständigkeit der Harnzellen zu zweifeln und es erübrigt nur noch die Frage zu entscheiden, ob diese Zellen in allen Perioden im Leben des Tieres ausschließlich zur Ausscheidung von Harnsäure gedient haben oder aber ein Teil derselben sich aus Fettzellen gebildet hat.

Was die Vertreter der Achorutidae und Entomobryidae betrifft, so neige ich zu der Annahme, daß die Harnzellen bei ihnen niemals aus Fettzellen entstehen; vergleicht man Schnitte durch ein ausgewachsenes Tier mit solchen durch sehr junge Individuen, so bemerkt man keinerlei Vermehrung in der Zahl dieser Gebilde, indem dieselbe bei beiden ziemlich konstant bleibt. Dazu kommt noch, daß in diesen beiden Familien der Unterschied zwischen den großen Harnzellen und den kleinzelligen Fettsyncytien ein sehr bedeutender ist; es erscheint außerordentlich unwahrscheinlich, daß

einige dieser Fettzellen, deren Grenzen gegeneinander bereits verschwunden sind, sich späterhin in Harnzellen verwandeln sollten.

Die Zahl der Harnzellen in den verschiedenen Abschnitten des Fettkörpers von *Sminthurus fuscus* weist ebenfalls eine ziemliche Beständigkeit auf. Schon bei sehr jungen Exemplaren sind hier, wie wir oben gesehen haben, runde Harnzellen vorhanden, welche mit dem Alter des Tieres bedeutend an Größe zunehmen, während die sie umgebenden Fettzellen zu einem Syncytium verschmelzen.

In der subhypodermalen Schicht des Fettkörpers an der Dorsal-seite des vierten Abdominalsegments verhält sich die Sache jedoch anders. Bei sehr jungen Exemplaren findet sich an dieser Stelle unter der mit eosinophilen Zellen angefüllten Hypodermis eine Schicht ziemlich großer Fettzellen (Fig. 16 *fr*). Die Grenzen zwischen diesen Zellen sind deutlich ausgesprochen und die Zellen selbst unterscheiden sich überhaupt in keiner Weise von den Fettzellen in den andern Körperabschnitten des Tieres.

Bei erwachsenen Tieren finden wir im Gegenteil in dieser subhypodermalen Schicht außer Fettzellen auch noch eine ziemlich große Anzahl von Harnzellen (Fig. 17 *hx*), welche hier vorher nicht vorhanden waren. Diese letzteren stehen an Größe, wie bereits oben angegeben wurde, bedeutend hinter den Harnzellen in den übrigen Körperabschnitten zurück.

Das Auftreten von Harnzellen, welche bei jungen Individuen fehlen, an dieser Stelle, kann nur dadurch erklärt werden, daß ein Teil der Fettzellen ihr Fett verloren und sich in Harnzellen verwandelt hat, d. h. daß aus einem Ablagerungsort für Reservennährstoffe ein Ort für die Ausscheidung von Produkten des Stoffwechsels im Organismus geworden ist. Eine andre Erklärung ist hier undenkbar, indem die Harnzellen in dieser subhypodermalen Schicht in einer Reihe mit den Fettzellen, und zwar an denselben Stellen wo sich früher Fettzellen befanden, angeordnet liegen (vgl. Fig. 17 u. 16).

Leider konnte ich nicht beobachten, in welcher Weise dieser Prozeß vor sich geht; es war mir nicht möglich genau festzustellen, was aus den Fettvacuolen wird und wie die Concretionen enthaltenden Vacuolen auftreten, obgleich diese Fragen zweifellos ein großes Interesse bieten. Das zu meiner Verfügung stehende Material war nicht genügend gut konserviert, um auf Grund desselben diese Verhältnisse klar zu legen; überhaupt sind die Collembolen fast zu klein für solche minutiöse Beobachtungen.

Bei *Dicyrtoma flavosignata* bestand der Fettkörper an der Dor-

salseite des Hinterleibes ebenfalls aus einzelnen Zellen, allein Harnzellen waren hier nicht vorhanden, und zwar weder bei jungen noch bei erwachsenen Individuen. Augenscheinlich ist die Zahl der Harnzellen bei dieser Form, wie auch bei den Achorutidae und Entomobryidae ziemlich konstant und vermehrt sich nicht bei zunehmendem Alter; *Sminthurus fuscus* ist die einzige Form, welche in dieser Hinsicht eine Ausnahme bildet.

### Die Exuvialdrüsen.

Bei den Raupen der Schmetterlinge waren schon seit langer Zeit die eigenartigen VERNONschen Drüsen bekannt, welche während des Häutungsprozesses funktionieren.

Eine jede Drüse besteht nach den neuesten Untersuchungen von NASSONOW (19) und PLOTNIKOW (22) aus drei Zellen: die eine derselben produziert das Secret, die beiden andern bilden den Ausführgang.

Auch bei einigen Vertretern der Insecta holometabola fand PLOTNIKOW (22) Exuvialdrüsen, welche gleich den VERNONschen Drüsen ihr Secret während des Abwerfens der alten Cuticula zwischen diese und die Hypodermis absondern; allein diese Drüsen bestehen nur aus zwei Zellen, einer secretorischen und einer ausführenden.

Exuvialdrüsen sind bei den Collembola bisher noch von niemand beschrieben worden, und doch sind dieselben infolge ihres primitiven Baues von ganz besonderem Interesse. Eine jede Drüse wird aus nur einer secretorischen Zelle gebildet, während ausführende Zellen hier gänzlich fehlen.

Diese einzelligen Drüsen liegen, ebenso wie auch die andern Exuvialdrüsen, in dem Integument und sind dabei streng segmental angeordnet; diese Anordnung ist bei den Vertretern der verschiedenen Familien eine etwas voneinander abweichende.

Wir beginnen mit der Anordnung dieser Drüsen bei *Neanura* und *Onychiurus* (Achorutidae), wie sie in Fig. 20 u. 21 schematisch dargestellt ist. Im Kopf haben diese Formen keine Exuvialdrüsen, ebenso fehlen diese letzteren in den beiden letzten Abdominalsegmenten; letztere Eigentümlichkeit habe ich bei allen von mir untersuchten Collembolen beobachtet. Auf ein jedes Thoracalsegment kommen bei *Neanura* und *Onychiurus* drei Paare von Drüsen (Fig. 20): das eine derselben liegt im vorderen Abschnitt des Segments zu beiden Seiten des Herzens ( $ed_1$ ), das zweite im mittleren Teil des Segments unter dem Ganglion ( $ed_2$ ) und eine jede Drüse des dritten

Paares im hinteren Abschnitt des Segments ( $ed_3$ ). Im Prothorax fehlt das obere erste Drüsenpaar, und es kommen hier nur das zweite und dritte Paar zur Entwicklung. Ein jedes Abdominalsegment, mit Ausnahme des ersten und der beiden letzten, besitzt je drei Drüsen (Fig. 21): zwei in dem vorderen Abschnitt zu beiden Seiten des Herzens (*oed*) und eine an der Ventralseite in der Nähe des hinteren Segmentrandes (*ued*). In dem ersten Abdominalsegment fehlt die untere Drüse und es ist nur das obere Drüsenpaar vorhanden.

Bei den Entomobryidae finden wir dieselben Verhältnisse wieder, allein mit folgenden Abweichungen: statt nur einer Drüse an der Basis eines jeden Beines und an der Ventralfläche eines jeden Abdominalsegments finden sich an diesen Stellen gewöhnlich mehrere solcher Drüsen, welche ziemlich dicht aneinander liegen (Fig. 25). Bei den Achorutidae fehlte in dem ersten Abdominalsegment stets die untere Drüse, welche in den folgenden Segmenten vorhanden war, aber bei den Entomobryidae liegt hier, wie auch im zweiten, dritten und vierten Ventralsegment, hinter dem Ventraltubus eine ganze Gruppe solcher kleiner Zellen angeordnet.

Bei den Sminthuridae sehen wir, daß infolge der Reduktion der beiden ersten Thoracalsegmente das obere Drüsenpaar nicht nur im Prothorax, sondern auch im Mesothorax verschwindet; außerdem verschwindet auch das mittlere (subgangliäre) Drüsenpaar im Metathorax. An der Basis eines jeden Beines befindet sich stets je eine Drüse; an der unteren Fläche des ersten Abdominalsegments fehlt eine solche, wie bei den Achorutidae; an der Ventralfläche der drei folgenden Segmente dagegen sind je zwei Drüsen vorhanden. Die Anordnung der oberen Drüsen im Hinterleib der Sminthuridae ist die gleiche wie bei den beiden andern Familien.

Im Gegensatz zu *Neanura* und *Onychiurus* besitzen die Entomobryidae und Sminthuridae Exuvialdrüsen nicht nur im Abdomen, sondern auch im Kopf. Dieselben liegen hier an der oberen, vorderen Fläche, an der Insertion der Antennen; die Mehrzahl der von mir untersuchten Formen besaß an dieser Stelle drei Paare von Drüsen, allein bei *Tomocerus vulgaris* fand ich statt des einen vordersten Paares gewöhnlich eine ganze Menge solcher Bildungen.

Durch ihre Größe unterscheiden sich die Exuvialdrüsen auffallend von den sie umgebenden Matrixzellen; bei den Sminthuridae kann man sie bei flüchtiger Durchsicht der Präparate mit den großen trichogenen Zellen verwechseln, welche schon von WILLEM (31) beschrieben worden sind, allein letztere stehen stets im Zusammen-

hang mit einem Haar, was bei den Exuvialdrüsen natürlich nicht der Fall ist.

Ein außerordentlich charakteristisches Merkmal für die in Frage stehenden Gebilde ist der eigenartige Zustand ihres Protoplasmas, welches bei den meisten Formen ein schaumiges Aussehen hat. Letzteres hat seinen Grund in der secretorischen Tätigkeit der Drüsen; das Secret erfüllt hierbei die Vacuolen, welche an Umfang zunehmen, sich mit ihren Wandungen dicht aneinanderlegen und den ganzen Körper der Zelle erfüllen, wodurch denn auch der schaumige Bau des Protoplasmas hervorgerufen wird. Es muß hierzu bemerkt werden, daß die gleiche Protoplasmastruktur auch für die VERNON'Schen Drüsen, wie auch für die von PLOTNIKOW entdeckten Exuvialdrüsen überaus charakteristisch ist.

Bei den meisten der von mir untersuchten Individuen von *Onychiurus* und verschiedenen Arten von Entomobryiden (Fig. 23, 25) hatten die Drüsen genau das gleiche Aussehen, d. h. sie befanden sich in dem Moment des Absterbens des Tieres in der Periode höchster Tätigkeit.

Es kamen jedoch auch Exemplare vor, bei welchen dieses schaumige Aussehen des Protoplasmas sehr undeutlich ausgesprochen war, ja bisweilen schien dieses letztere sogar ganz homogen zu sein (Fig. 24), d. h. die Drüsen befanden sich hier im Ruhezustand. Solche Bilder habe ich übrigens verhältnismäßig selten zu sehen bekommen; dieser Umstand wird begreiflich, wenn man in Betracht zieht, daß das Abwerfen der Cuticula bei den Collembolen sehr häufig vor sich geht; bei *Tomocerus plumbeus* wiederholt sich die Häutung nach den Beobachtungen von SOMMER (28) während des ganzen Lebens alle zwei bis drei Wochen. Wahrscheinlich dauert die Ruheperiode bei den Exuvialdrüsen nur ganz kurze Zeit, wodurch sich denn auch die Tatsache erklären läßt, daß ich in den meisten Fällen Drüsen beobachtet habe, welche schon funktionierten.

Bei den Sminthuridae kam der tätige Zustand der Drüsen auch noch dadurch zum Ausdruck, daß ihr Protoplasma eine typische Wabenstruktur annahm; ruhende Drüsen kamen hier jedoch schon viel öfter zur Beobachtung als bei den übrigen Collembolen. Ob dieses Verhalten auf rein zufälligen Ursachen beruht, oder ob die Häutung bei *Sminthurus* in größeren Zeitintervallen vor sich geht, läßt sich ohne direkte Beobachtungen nur schwer entscheiden.

Bei *Neanura muscorum* kommt die secretorische Tätigkeit der Exuvialdrüsen gewöhnlich in anderer Weise zum Ausdruck: statt

einer schaumigen Struktur sehen wir hier in dem Protoplasma einzelne, ziemlich kleine in einer gewissen Entfernung voneinander liegende Vacuolen (Fig. 22). Die Zahl dieser Vacuolen, sowie ihre Größe variiert bei den einzelnen Individuen; bisweilen fehlen sie fast vollständig, wobei das Protoplasma ein homogenes Aussehen annimmt, d. h. wir haben es in diesem Fall mit Drüsen im Ruhestadium zu tun. Wie dies bei den meisten Collembolen der Fall ist, tritt dieses Verhalten auch bei *Neanura muscorum* ziemlich selten ein.

Da in den Exuvialdrüsen der Collembolen im Gegensatz zu den gleichen Drüsen der höheren Insekten keine ausführenden Zellen vorhanden sind, so drängt sich unwillkürlich die Frage auf, wohin hier das Secret befördert wird und auf welche Weise dies geschieht.

Durchmustert man eine Serie von Schnitten durch einzelne Vertreter der Entomobryidae und Sminthuridae, so ist es sehr schwer diese Frage zu entscheiden: hier liegt die Exuvialdrüse fast immer unter der Hypodermis, welche als eine kompakte Schicht über die Drüse hinwegzieht, wobei keinerlei die Hypodermis durchsetzenden oder überhaupt von der Drüse ausgehenden Kanäle zu sehen sind (Fig. 25 u. 27).

Bei den niedrigst stehenden Collembolen ist jedoch die Beziehung der Exuvialdrüsen zu der Hypodermis eine etwas andre, was uns gerade dazu behilflich sein kann, diese Frage zu entscheiden. Allerdings sieht man auch bei diesen Formen nicht selten Drüsen, welche ebenfalls unter der Hypodermis liegen (vgl. z. B. Fig. 23, wo eine Drüse von *Onychiurus armatus* abgebildet ist), allein man kann bei ein und demselben Exemplar auch andre Verhältnisse antreffen.

Sehr häufig sind die Exuvialdrüsen sowohl bei *Neanura* als auch bei *Onychiurus* gewissermaßen in die Hypodermis eingekeilt, wobei diese letztere den distalen Teil der Drüse ringsherum umgibt, während eine Seite der Drüse aus den Matrixzellen hervorragt und dem Chitin frei zugewendet ist (Fig. 22). Auf Sagittalschnitten ist dies besonders gut zu sehen und man erhält nicht selten den Eindruck, als durchbohre eine solche Drüse die Hypodermis und schicke einen Ausläufer nach dem Chitin aus.

Derartige Fälle habe ich außer bei *Neanura* und *Onychiurus* auch noch ziemlich häufig bei *Isotoma fimetaria* (Fig. 24) beobachtet. Ein solches Verhalten zur Hypodermis gibt uns ein volles Recht zu vermuten, daß das Secret der von mir gefundenen Drüsen ohne Vermittlung von irgendwelchen ausführenden Zellen oder Kanälen zwischen Hypodermis und Cuticula entleert wird, wo sie bei dem

Abwerfen dieser letzteren eine Rolle spielt, d. h. daß die Funktion dieser Drüsen identisch ist mit derjenigen der Versonschen Drüsen und der Exuvialdrüsen bei den höherstehenden Insekten. Allerdings sind die Exuvialdrüsen bei den meisten Entomobryidae und Sminthuridae unter der Hypodermis gelegen und durchsetzen dieselbe fast niemals, allein ihre volle Übereinstimmung mit den Drüsen der niederen Collembolen gestattet die Annahme, daß auch ihr Secret durch die Matrix hindurch zwischen diese und das Chitin gelangt.

Wir wollen nochmals jene Merkmale hervorheben, durch welche die Exuvialdrüsen der Collembolen den Versonschen Drüsen und den Exuvialdrüsen der höherstehenden Insekten nahe stehen, sowie die Merkmale, durch welche sie sich von ihnen unterscheiden.

Es sind zwei Merkmale, welche sowohl für die Versonschen Drüsen und die von Plotnikow entdeckten Drüsen einerseits sowie für die uns interessierenden Drüsen andererseits —, abgesehen natürlich von der gleichen Lage im Integument und den übereinstimmenden Funktionen —, besonders charakteristisch sind, und zwar:

1) die segmentale Anordnung und

2) der schaumige Bau des Protoplasmas während des Funktionierens und das Verschwinden desselben während der Ruheperiode.

Außerdem besitzen die Drüsen von Plotnikow mit den Exuvialdrüsen der Collembolen noch zwei gemeinsame Eigentümlichkeiten:

1) ihre Anordnung nicht nur zu einzelnen Drüsen sondern bisweilen auch zu Drüsengruppen (Chrysomelidae, Coccinellidae);

2) ihr Vorkommen nicht nur im Thorax sondern bei einigen Formen auch noch im Kopf (Chrysomelidae, Tenthredinidae).

Allein es bestehen auch zwei gewichtige Unterschiede zwischen den Drüsen der Collembolen und denjenigen der höherstehenden Insekten, wovon der eine biologischer, der andre anatomischer Natur ist. Der erste Unterschied besteht darin, daß sowohl die Versonschen, wie auch die von Plotnikow beschriebenen Drüsen nur bei den Larven entwickelt sind und bei dem Übergang in den Puppenzustand verschwinden, während man die Exuvialdrüsen der Collembolen bei Individuen jeden Alters finden kann, indem dieselben hier das ganze Leben hindurch funktionieren. Der Grund hierfür liegt zweifellos darin, daß die Häutung bei den niederen Insekten nicht an bestimmte Lebenszustände gebunden ist, sondern das ganze Leben hindurch andauert. Der andre Unterschied, dessen schon mehrfach

Erwähnung getan wurde, besteht in dem mehr primitiven Bau der Drüsen bei den Collembolen: während die VERNSONSchen Drüsen aus drei Zellen, die von PLOTNIKOW beschriebenen dagegen aus zwei Zellen zusammengesetzt sind, bestehen die Exuvialdrüsen bei den niederen Insekten aus nur einer Zelle, d. h. sie bilden gewissermaßen den Ausgangspunkt in dieser Reihe.

Indem wir die Bezeichnung als Exuvialdrüsen für alle diese Bildungen beibehalten, können wir nunmehr drei Typen solcher Zellen unterscheiden:

- 1) die einzelligen Exuvialdrüsen der Collembolen,
- 2) die zweizelligen Exuvialdrüsen, oder PLOTNIKOWSchen Drüsen,
- 3) die dreizelligen Exuvialdrüsen, oder VERNSONSchen Drüsen.

#### Die subhypodermalen Zellen von *Orchesella rufescens* Lubb.

In dem Integument der Collembolen sind außer den Exuvialzellen noch andre Gebilde enthalten, welche ebenfalls einen ectodermalen Charakter aufweisen.

Hierher gehören die eigenartigen »Glandes dorsales«, welche von WILLEM (31) bei *Sminthurus fuscus* entdeckt wurden, ferner die großen Zellen im Tubus ventralis aller Collembolen. Letztere Zellen sind bis jetzt nur bei einer einzigen Familie untersucht worden, und zwar bei den Entomobryidae, doch besitzen wir immerhin einige Angaben über diese Gebilde in der einschlägigen Litteratur, während die von mir bei *Orchesella rufescens* entdeckten subhypodermalen Zellen, deren integumentaler Ursprung ebenfalls keinem Zweifel unterliegt, allen Forschern, welche sich mit der Anatomie dieser Insekten beschäftigt haben, unbekannt geblieben sind. Diese Zellen übertreffen die Hypodermiszellen bedeutend an Größe und sind meistens zu Gruppen in einer Schicht angeordnet, indem sie einschichtige subhypodermale Plättchen bilden.

Derartige Plättchen finden wir an der Dorsalseite aller Abdominal- und Thoracalsegmente mit Ausnahme des Prothorax, in welchem die subhypodermalen Zellen ganz fehlen, in dem Meso- und Metathorax verbreiten sie sich häufig auch auf die lateralen Oberflächen des Segments. In den thoracalen Segmenten sowie in dem ersten Abdominalsegment sind die subhypodermalen Zellen unter der dorsalen Oberfläche der beiden ersten Drittel des Segments entwickelt und fehlen in dem hinteren Drittel, während sie in den übrigen Abdominalsegmenten in der Mitte des Segments liegen und nur dessen vorderen und hinteren Rand frei lassen.

Auch in dem Kopf finden sich an dessen dorsaler Oberfläche zwei Anhäufungen hypodermaler Zellen, von welchen die eine im vorderen, die andre im hinteren Teil des Kopfes liegt.

In der Fig. 27 ist die obere Hälfte des Schnittes durch eines der Abdominalsegmente dargestellt; auf Grund dieser Zeichnung kann man sich eine genaue Vorstellung von der Anordnung und dem allgemeinen Charakter dieser aus subhypodermalen Zellen bestehenden Plättchen (*shx*) machen.

Das Protoplasma dieser Gebilde verhält sich sauren Anilinfarben gegenüber ziemlich indifferent, nimmt dagegen basische Farbstoffe (Safranin, Tionin, Methylgrün u. a. m.) begierig auf; in dieser Hinsicht haben die subhypodermalen Zellen sehr viel Ähnlichkeit mit den Eizellen. In den Kernen der subhypodermalen Zellen ist gewöhnlich ein Chromatinnetz und stets ein Kernkörperchen deutlich zu sehen (Fig. 27 *shx*).

Allein ein solches Aussehen des Kernes ist nur denjenigen Zellen eigentümlich, welche sich im Ruhestadium befinden; bei vielen *Orchesella* werden dagegen auch Bilder verschiedener Stadien der Kernteilung beobachtet. Um diese Erscheinung zu erklären, muß darauf hingewiesen werden, daß die Zahl der subhypodermalen Zellen mit dem Alter zunimmt; bei sehr jungen Exemplaren sind es ihrer sehr wenige und sie liegen durchaus nicht in Gestalt einer so ununterbrochenen Schicht angeordnet, wie dies in Fig. 27 angegeben ist, sondern befinden sich gewöhnlich in einer gewissen Entfernung voneinander. Durch Teilung vermehrt sich hierauf die Zahl dieser Elemente, wodurch dann schließlich das oben beschriebene kompakte Plättchen gebildet wird.

Der eigentliche Teilungsprozeß verläuft in folgender Weise. Wir haben gesehen, daß in jedem Kern nur ein einziges Kernkörperchen enthalten ist; der Teilungsprozeß beginnt nun damit, daß sich dieses letztere in die Längsrichtung ausdehnt, eine biskuitförmige Gestalt annimmt (Fig. 28) und sich dann in zwei Teile teilt. Dieses Stadium habe ich nur ein einziges Mal beobachtet, allein mit solcher Deutlichkeit, daß die Tatsache der Teilung des Kernkörperchens nicht dem geringsten Zweifel unterliegen kann, um so mehr als auch der weitere Verlauf des Prozesses diesen Vorgang durchaus bestätigt. Die beiden Teilungsprodukte des Kernkörperchens rücken auseinander, indem sie sich den entgegengesetzten Polen des Kernes zuwenden, während letzterer sich in die Länge zu strecken beginnt (Fig. 28). Allmählich erreichen die Kernkörperchen die entgegengesetzten Enden

des Kerns, wobei letzterer sich immer mehr in die Länge zieht und dabei eine biskuitförmige Gestalt annimmt (Fig. 29).

Gleich darauf tritt eine Veränderung in der Anordnung des Chromatins ein: in dem ruhenden Kern und auf den ersten Teilungsstadien war das Chromatin gleichmäßig über den ganzen Kern verteilt, während es sich jetzt in den Erweiterungen des Kerns zu sammeln beginnt, so daß beide Erweiterungen schließlich durch eine schmale Brücke miteinander verbunden sind, welche ganz von Chromatin entblößt ist (Fig. 30).

Diese Brücke zerreißt hierauf, der Kern teilt sich und seine beiden Hälften rücken voneinander weg.

Die Teilung des Zellkörpers habe ich kein einziges Mal beobachten können; wahrscheinlich tritt dieselbe sehr rasch nach der Teilung des Kerns ein. Zugunsten einer solchen Auffassung spricht unter anderm auch der Umstand, daß mir Zellen mit zwei Kernen (Fig. 27 *zk*) nur ziemlich selten zu Gesicht kamen, obgleich ich eine recht große Anzahl von Schnittserien zu meiner Verfügung hatte.

Bei dem oben geschilderten Teilungsprozeß verdient nur die Tatsache einer Teilung des Kernkörperchens ein großes Interesse, während die übrigen Vorgänge nichts Außergewöhnliches darbieten.

Von der Mehrzahl aller Autoren, welche die direkte Kernteilung erforscht haben, ist eine Teilung des Kernkörperchens gar nicht bemerkt worden, während einige derselben, wie z. B. KARPOW (13) die Möglichkeit einer solchen Teilung sogar direkt in Abrede stellen.

Wir finden jedoch in der Literatur auch Beobachtungen entgegengesetzten Charakters, nach welchen der Teilung des Kerns stets eine Teilung des Kernkörperchens vorangeht, wie dies auch von mir beschrieben worden ist. Ein solches Verhalten wurde von BRUYNE (5) in den Ovarien verschiedener Insekten, ferner von NEMILOFF (17) in dem Harnblasenepithel der Maus beobachtet.

Die Teilungsweise der Subhypodermalzellen bei *Orchesella* steht demnach nicht ganz vereinzelt unter Prozessen dieser Art da.

Es erübrigt noch zu erwähnen, daß man in den subhypodermalen Zellen bisweilen eine ebensolche eosinophile Granulation bemerken kann, wie sie auch die Fettzellen der Collembolen erfüllt. Wir haben gesehen, daß diese Granulation bei den Entomobryidae bisweilen auch in der Hypodermis zu bemerken ist; dieses Verhalten wurde stets in denjenigen Fällen beobachtet, wenn eosinophile Körner in den Subhypodermalzellen anzutreffen waren; bei einigen Exemplaren jedoch fanden sich viele solche Körner in der Hypodermis

und in dem Fettkörper, während sie in den subhypodermalen Zellen gänzlich fehlten.

In bezug auf ihre Größe, Gestalt und das Verhalten sauren Anilinfarben gegenüber unterscheiden sich die eosinophilen Granulationen hier in keiner Weise von denjenigen Körnern, welche die Matrix und den Fettkörper erfüllen: augenscheinlich haben wir es mit durchaus gleichen Gebilden zu tun.

Es fragt sich nunmehr, welche physiologische und morphologische Bedeutung den subhypodermalen Zellen zukommt?

Erstere bleibt mir völlig unerklärlich und ich muß darauf verzichten hierüber auch nur eine Vermutung auszusprechen; was jedoch die morphologische Bedeutung der subhypodermalen Zellen betrifft, so scheint es mir, als könne man diese Gebilde mit den Öocyten der höheren Insekten in nähere Verbindung bringen.

Ein jeder, der Gelegenheit gehabt hat Öocyten, z. B. bei den Orthopteren, zu sehen, wird zugeben müssen, daß der allgemeine Habitus der aus den subhypodermalen Zellen bestehenden Plättchen außerordentlich an die unter der Hypodermis liegende Gruppe von Öocyten erinnert. Allerdings sind die Öocyten bei den meisten Insekten nicht allein unter der Hypodermis, sondern auch vereinzelt in dem Fettkörper angeordnet, wogegen ich die subhypodermalen Zellen niemals in dem Fettkörper angetroffen habe. Bezüglich dieses Widerspruchs kann man darauf hinweisen, daß nach den Untersuchungen von SUSLOW (29) bei *Mantis religiosa* die Öocyten ebenfalls niemals im Fettkörper angetroffen werden, sondern in einer ununterbrochenen Schicht unter der Hypodermis angeordnet liegen, indem sie hier gleichsam eine zweite Schicht des Integuments bilden. Ein gleiches Verhalten hat SINEY (26) auch für Vertreter der Phasmoda feststellen können.

Der Umstand, daß die Öocyten meist auf die Ventralseite des Tieres beschränkt sind, die subhypodermalen Zellen dagegen hauptsächlich an der Dorsalseite desselben angetroffen werden, scheint mir nicht von besonders wesentlicher Bedeutung zu sein, indem auch die Öocyten nicht selten in dem am Herzen gelegenen Teil des Fettkörpers angetroffen werden, während andererseits die subhypodermalen Zellen in dem Brustabschnitt ziemlich weit heruntergehen. Auch dem Fehlen von Öocyten im Kopf kann ich keine große Bedeutung beilegen, da wir es hier vielleicht mit einer später aufgetretenen Reduktion zu tun haben.

Wir sahen, daß bei den subhypodermalen Zellen fortwährend Teilungsprozesse vor sich gehen, während die meisten Autoren bei

den Önoocyten eine Fähigkeit hierzu in Abrede stellen. Es liegt jedoch eine Beobachtung von CARNOY (6) vor, nach welchem »il n'est pas rare de trouver de ces cellules en voie de segmentation«<sup>1</sup>.

Was nun die Ablagerung von eosinophilen Granulationen in den subhypodermalen Zellen betrifft (was im allgemeinen recht selten der Fall ist), so trifft auch diese Eigentümlichkeit bei einigen Önoocyten zu. POSPJELOFF (23) erwähnt bei seiner Beschreibung der eosinophilen Granulationen im Fettkörper von *Dytiscus*, daß er dieselbe auch in den »Schaltzellen«, d. h. in den Önoocyten beobachtet hat.

Alle diese Erwägungen veranlassen mich denn auch zu der Annahme, daß die subhypodermalen Zellen von *Orchesella* Gebilde darstellen, welche den Önoocyten ziemlich nahe stehen, und sich von denselben nur durch einige Eigentümlichkeiten unterscheiden. Ich glaube, daß man diese Zellen außerdem für einen Typus ansehen muß, welcher im Vergleich zu den Önoocyten der höheren Insekten einen primitiveren Charakter aufweist.

Es unterliegt nunmehr keinem Zweifel mehr, daß die Önoocyten stets aus der Hypodermis herausgekeilt werden und erst später in den Fettkörper gelangen; aus diesem Grunde kann man vermuten, daß diejenigen Gebilde, aus welchen die Önoocyten hervorgegangen sind, rein integumentalen Charakters waren. Zugunsten einer solchen Auffassung spricht auch der Umstand, daß bei einigen ziemlich niedrig organisierten Pterygoten (Mantodea und Phasmodea) die Önoocyten, worauf bereits oben hingewiesen worden ist, ausschließlich unter der Hypodermis liegen.

Die subhypodermalen Zellen von *Orchesella* stehen demnach denjenigen Bildungen noch näher, aus welchen sowohl diese Zellen, als auch die Önoocyten der Insecta pterygota hervorgegangen sind.

Was dieses nun für Bildungen waren und was für eine physiologische und morphologische Bedeutung sie besaßen, läßt sich einstweilen in keiner Weise feststellen.

Die Funktion der Önoocyten ist bis jetzt noch nicht aufgeklärt worden, trotz der großen Menge von Vermutungen, welche in dieser Hinsicht ausgesprochen worden sind; auf Grund der vorliegenden anatomischen und embryologischen Befunde allein läßt sich diese Frage jedenfalls noch nicht beantworten.

St. Petersburg, im Mai 1906.

<sup>1</sup> Auch fand HEYMONS (Verh. Deutsch. Zool. Ges. IX. 1899), daß bei *Anisoblabis litorca* die Vermehrung der Önoocyten ausschließlich vermittels direkter Kernteilung vor sich geht.

## Verzeichnis der angeführten Arbeiten.

1. BECKER, Zur vergleichenden Anatomie der Kopfdrüsen bei den Collembolen. (Russisch.) Bull. Soc. Imp. Am. Sc. Nat. etc. de Moscou. Vol. XCVIII. Journ. Sect. Zool. Vol. III. No. 5. 1903. [Refer. von N. v. ADELUNG. — Zool. Centralbl. Bd. XI. 1904.]
2. — Neue Beiträge zur Collembolenfauna des Gouv. Moskau. (Russisch.) Ibid. Journ. Sect. Zool. Vol. III. No. 6. 1905.
3. BOGDANOFF, Über das Vorkommen und die Bedeutung der eosinophilen Granulationen. Biol. Centralbl. XVIII. 1898.
4. BÖRNER, Zur Kenntnis der Apterygoten-Fauna von Bremen. Abhandl. Nat. Ver. Bremen XVII. 1901.
5. DE BRUYNE, Contribution à l'étude physiologique de l' Amitose. Libre jubilaire dédié à VAN BAMBEKE. 1899.
6. CARNOY, La cytotidière chez les Arthropodes. La Cellule. I. 1885.
7. CUÉNOT, Études physiologiques sur les Orthoptères. Arch. de Biol. XIV. 1896.
8. FABRE, Étude sur l'instinct et les métamorphoses des Sphégiens. Ann. des Sc. Nat. 4 ser., VI. 1856.
9. — Étude sur le rôle du tissu adipeux dans la sécrétion urinaire chez les Insectes. Ann. des Sc. Nat. 4 ser. XIX. 1863.
10. FERNALD, The relationships of Arthropods. Studies from the biol. Labor. of the J. Hopkins Univers. IV. 1890.
11. HENNEGUY, Notes sur l'existence de calcosphérites dans le corps gras des larves de Diptères. Arch. d'Anat. microsc. I. 1897.
12. — Les Insectes. Paris. 1904.
13. KARPOV, Untersuchungen über die direkte Zellteilung. (Russisch.) Moskau. 1904.
14. LEYDIG, Zum feineren Bau der Arthropoden. Arch. f. Anat. 1855.
15. LUBBOCK, Notes on the Thysanura. P. I. Trans. of the Linn. Soc. XXIII. 1862.
16. MARSHAL, L'acide urique et la fonction rénale chez les Invertébrés. Mém. de la Soc. Zool. de France. III. 1889.
17. NEMILOFF, Zur Frage der amitotischen Kernteilung bei Wirbeltieren. Anat. Anz. XXIII. 1903.
18. NASSONOW, Zur Morphologie der niederen Insekten. (Russisch.) Bull. Soc. Imp. Am. Sc. Nat. etc. de Moscou. LII. 1887.
19. — Zur Morphologie der VERNONschen und STEINschen Drüsen der Insekten. (Russisch.) Warschau. 1903.
20. NICOLET, Recherches pour servir à l'histoire des Podures. Nouv. Mém. de la Soc. Helv. des Sc. Nat. 1841.
21. OLFERS, Annotationes ad anatomiam Podurarum. Diss. inaug. Berolini. 1862.
22. PLOTNIKOW, Über die Häutung und über einige Elemente der Haut bei den Insekten. Diese Zeitschr. LXXVI. 1904.
23. POSPJELOFF, Die eosinophilen Granulationen und die Kristalloide in dem Fettkörper der Insekten. (Russisch.) Nachr. Landw. Inst. Moskau. IV. 1898.
24. PROVAZEK, Bau und Entwicklung der Collembolen. Arb. aus dem Zool. Inst. Wien. XII. 1900.

25. SAINT-HILAIRE, Untersuchungen über den Stoffwechsel in der Zelle und in den Geweben. 3. Teil. (Russisch mit deutsch. Rés.) Arb. der Nat. Ges. bei der Univ. Jurjev. XV. 1904.
26. DE SINEY, Recherches sur la biologie et l'anatomie des Phasmes. La Cellule. XIX. 1902.
27. ZOGRAFF, Die Anatomie von *Lithobius forficatus*. (Russisch.) Bull. Soc. Imp. Am. Sc. Nat. etc. de Moscou. XXXII. Livr. 2. 1880.
28. SOMMER, Über *Macrotoma plumbea*. Diese Zeitschr. XLI. 1885.
29. SUSLOW, Über die Phagocytose, die Excretionsorgane und das Herz einiger Insekten (Pterygota). (Russisch.) Trav. Soc. Nat. St. Pétersbourg. XXXV. Livr. 4. 1906.
30. TULLBERG, Sveriges Podurider. Kongl. Sv. Vetensk. Akad. Handl. X. 1872.
31. WILLEM, Recherches sur les Collemboles et les Thysanoures. Mém. Acad. Roy. Belge. LVIII. 1900.

### Erklärung der Abbildungen<sup>1</sup>.

#### Buchstabenerklärung:

<i>ch</i> , Chitin;	<i>kr</i> , Concretionen;
<i>cr</i> , Cryptokristalle;	<i>lsph</i> , in der Auflösung begriffener Sphärokristall;
<i>d</i> , Darm;	<i>oed</i> , oberes Exuvialdrüsenpaar;
<i>ed</i> <sub>1</sub> , erstes	<i>of</i> , mit Osmiumsäure behandeltes Fett;
<i>ed</i> <sub>2</sub> , zweites	<i>pf</i> , periphere Schicht des Fettkörpers;
<i>ed</i> <sub>3</sub> , drittes	<i>shx</i> , subhypodermale Zellen;
<i>eos</i> , eosinophile Körner;	<i>sph</i> , Sphärokristalle;
<i>fx</i> , Fettzellen;	<i>sph</i> <sub>1</sub> , Sphärokristall mit unregelmäßiger Struktur;
<i>ggl</i> , Ganglion;	<i>ued</i> , untere Exuvialdrüse;
<i>h</i> , Herz;	<i>v</i> , Vacuole, in welcher ein Sphärokristall enthalten war;
<i>hy</i> , Hypodermis;	<i>zk</i> , subhypodermale Zelle mit zwei Kernen.
<i>hr</i> , Harnzelle;	
<i>if</i> , innerer Strang des Fettkörpers;	
<i>kdr</i> , Kopfdrüsen;	
<i>kf</i> , Kopflappen des Fettkörpers;	

Die eosinophilen Körner sind überall rosafarben dargestellt.

#### Tafel XVII.

##### Der Fettkörper.

Fig. 1. *Neanura muscorum* mit Concretionen im Fettkörper. (23/1.)

Fig. 2. *Dicyrtoma flavosignata* mit Concretionen im Fettkörper. (40/1.)

Fig. 3—6. *Neanura muscorum*.

Fig. 3. Topographische Darstellung des Fettkörpers auf Sagittalschnitten. (23/1.)

Fig. 4. Schnitt durch den der Hypodermis anliegenden Bezirk des Fettkörpers. In dem Fettsyncytium sind größere und kleinere eosinophile Körner zu bemerken. (210/1.)

<sup>1</sup> Fig. 1 u. 2 sind in zuvorkommender Weise von meinem Kollegen A. A. ZAWARZIN, alle übrigen Figuren von mir gezeichnet.

Fig. 5. Schnitt durch den Fettkörper nach Behandlung mit Osmiumsäure. (140/1.)

Fig. 6. Concretionen im polarisierten Licht. (1000/1.)

Fig. 7. *Onychiurus armatus*. Schnitt durch den Fettkörper; eosinophile Körner im Fettsyncytium. (300/1.)

Fig. 8. *Isotoma fimetaria*. Schnitt durch den Fettkörper; die eosinophilen Körner erfüllen das Fettsyncytium und die Hypodermis. (300/1.)

Fig. 9. *Tomocerus vulgaris*. Auflösung der Concretionen. Ein Teil der Sphärökrystalle (a) ist gewissermaßen in der Äquatorialebene, die übrigen (b) von der Oberfläche aus gesehen abgebildet. (1000/1.)

Fig. 10—13. *Orchesella rufescens*.

Fig. 10 u. 11. Schnitte durch den subhypodermalen Fettkörper; auf Fig. 10 sind eosinophile Granulationen nur in dem Fettsyncytium zu sehen, auf Fig. 11 ist sowohl dieses letztere wie auch die Hypodermis dicht von denselben angefüllt. (210/1.)

Fig. 12. Schnitt durch einen mit Osmiumsäure behandelten Fettkörper. (200/1.)

Fig. 13. Concretionen (Sphärökrystalle im polarisierten Licht. (1000/1.)

Fig. 14—17. *Sminthurus fuscus*.

Fig. 14. Fettkörper eines jungen Individuums; in den Harnzellen (hx) ist das vermeintliche Gerüst der Concretionen zu sehen. (200/1.)

Fig. 15. Periösophagealer Bezirk des Fettkörpers. (300/1.)

Fig. 16. Schnitt durch das Integument und den subhypodermalen Fettkörper an der Dorsalseite des vierten Abdominalsegments eines jungen Individuums. Die Hypodermis ist mit eosinophilen Granulationen angefüllt. (210/1.)

Fig. 17. Schnitt durch die gleiche Stelle eines alten Individuums. (140/1.)

Fig. 18—19. *Dicyrtoma flavosignata*.

Fig. 18. Schnitt durch den inneren Strang des Fettkörpers. (200/1.)

Fig. 19. Schnitt durch das Integument und den subhypodermalen Fettkörper an der lateralen Seite des vierten Abdominalsegments. (200/1.)

## Tafel XVIII.

### Die Exuvialdrüsen.

Fig. 20. Schema für die Anordnung der Exuvialdrüsen in den Brustsegmenten der Achorutidae.

Fig. 21. Schema für die Anordnung der Exuvialdrüsen in den Abdominalsegmenten der Achorutidae.

Fig. 22. Exuvialdrüse von *Neanura muscorum* — tätiger Zustand. (435/1.)

Fig. 23. Exuvialdrüse von *Onychiurus armatus* — tätiger Zustand. (435/1.)

Fig. 24. Exuvialdrüse von *Isotoma fimetaria* — Ruheperiode. (650/1.)

Fig. 25. Gruppe von Exuvialdrüsen an der Basis eines Beines von *Orchesella rufescens* — tätiger Zustand. (435/1.)

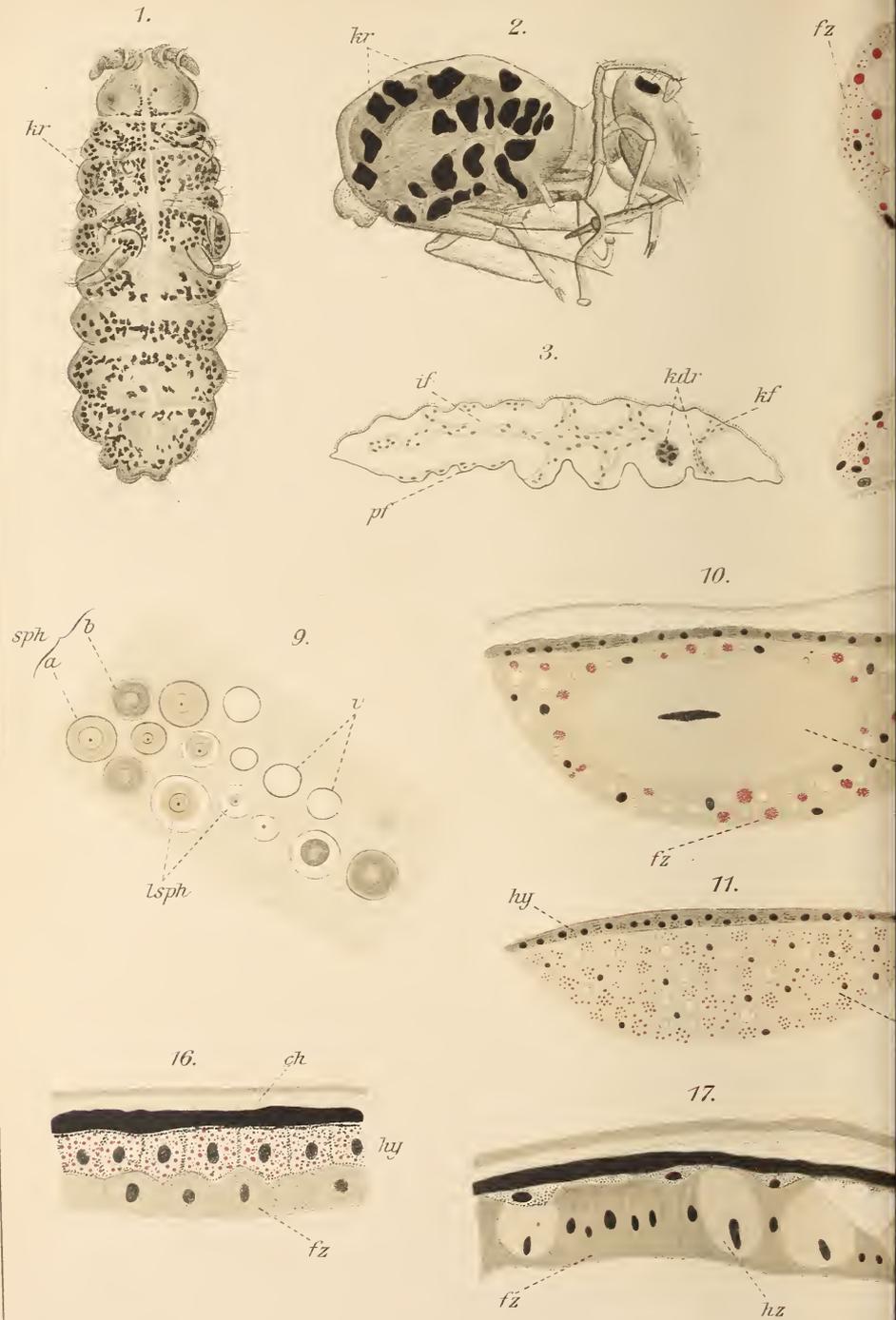
Fig. 26. Exuvialdrüse von *Sminthurus fuscus* — Ruheperiode. (435/1.)

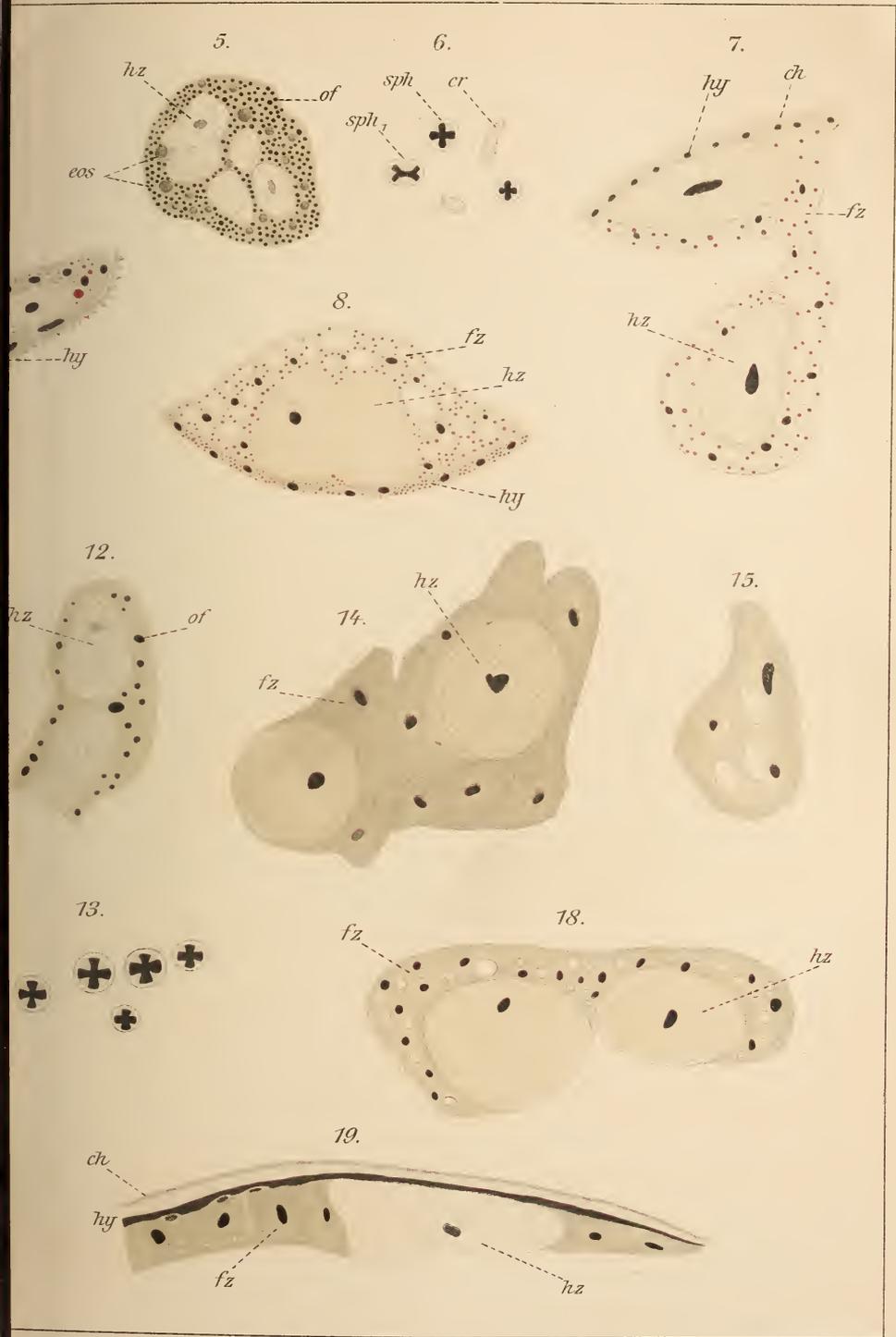
### Die subhypodermalen Zellen bei *Orchesella*.

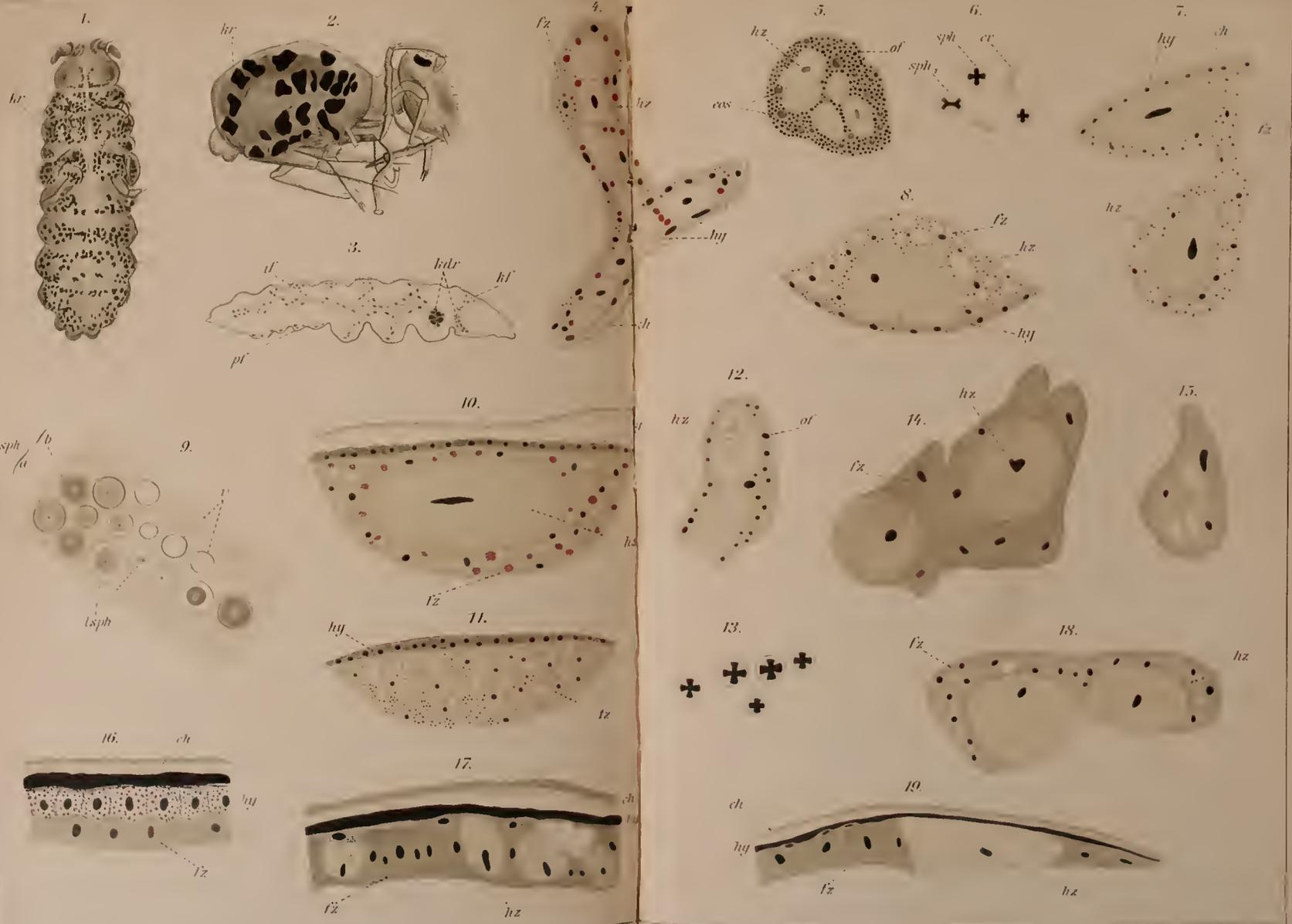
Fig. 27. Schicht subhypodermaler Zellen an der Dorsalseite des dritten Abdominalsegments. (100/1.)

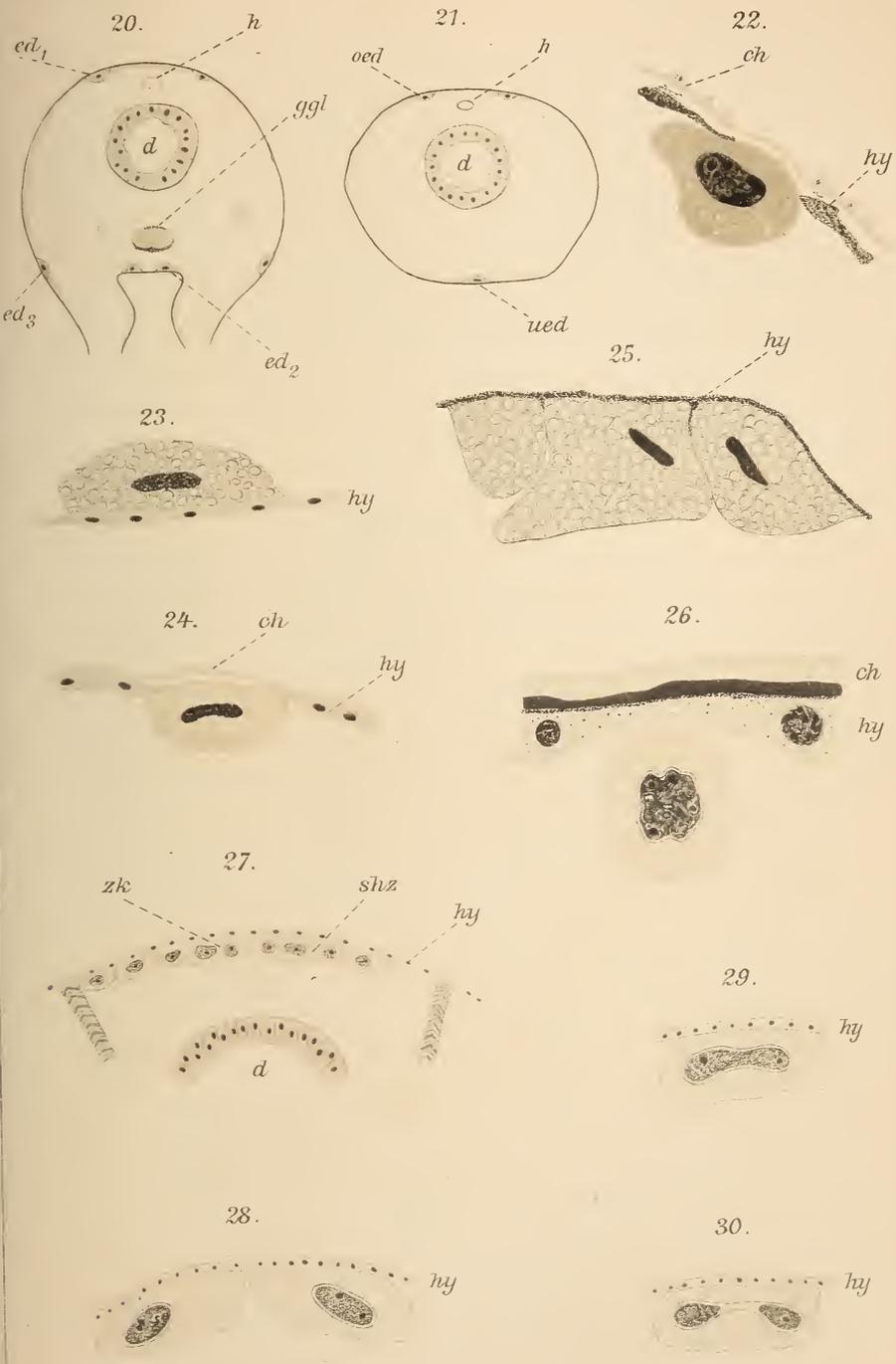
Fig. 28. Teilung der subhypodermalen Zellen: Teilung und Auseinanderücken der Kernkörperchen. (140/1.)

Fig. 29 u. 30. Teilung einer subhypodermalen Zelle: Kernteilung. (210/1.)









# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [85](#)

Autor(en)/Author(s): Philiptschenko Jur.

Artikel/Article: [Anatomische Studien über Collembola 270-304](#)