

Beiträge zur Kenntnis der Apterygoten.

I. Über die excretorischen und phagocytären Organe von *Ctenolepisma lineata* F.

Von

Jur. Philiptschenko.

(Aus dem zootomischen Institut der Universität zu St. Petersburg.)

Mit Tafel VII.

Seit jener Zeit, wo KOWALEVSKY seine Methode für die Untersuchung der excretorischen und phagocytären Organe vermittels physiologischer Injektionen veröffentlicht hat, ist eine ganze Reihe von Arbeiten erschienen, welche diese Gebilde bei den Insekten zum Gegenstand haben, allein bei weitem nicht alle Ordnungen der letzteren sind in dieser Hinsicht genügend eingehend untersucht worden. So haben z. B. die Orthopteren von Anfang an die Aufmerksamkeit der Autoren auf sich gelenkt, während über die ihnen nahestehende Gruppe der niedersten Insekten — die Apterygota —, welche in dieser Beziehung ganz besonderes Interesse verdienen, bis in die letzte Zeit keine einzige diesbezügliche Arbeit veröffentlicht worden ist.

Erst vor kurzem hat BRUNTZ in seiner ausführlichen Arbeit über die Excretionsorgane aller Arthropoden (1) einiges über die Ergebnisse seiner Untersuchungen an *Machilis* und *Lepisma* mitgeteilt. Phagocytäre Organe sind bei diesen Formen nach der Beschreibung von BRUNTZ nicht vorhanden. Ammoniakalischer Karmin wird bei ihnen in speziellen »néphrocytes épars« ausgeschieden, welche in dem Fettkörper nahe dem Herzen angeordnet sind; außerdem finden sich in dem Kopfe von *Machilis* Drüsen, welche gleichzeitig ammoniakalischen und Indigokarmin ausscheiden.

Im allgemeinen sind die Beschreibungen dieses Autors, namentlich in bezug auf die Nephrocyten, sehr kurz gehalten und nicht von Abbildungen begleitet, so daß ein Studium der Thysanuren in dieser Rich-

tung auch nach dem Erscheinen der Arbeit von BRUNTZ manches Interesse bietet.

Im verflossenen Sommer habe ich während eines Aufenthaltes in der Krim eine große Anzahl Individuen von *Machilis maritima* Leach. und einer Lepismatide erbeutet, welch' letztere ich als *Ctenolepisma lineata* Fb. bestimmt habe. Die Injektion dieser äußerst zarten Insekten bereitet nicht geringe Schwierigkeiten, und ich bin daher meinem Freunde, Herrn S. J. METALNIKOFF, welcher diese Arbeit für mich ausführte, zu ganz besonderem Danke verpflichtet. Das injizierte Material wurde in Sublimat mit Essigsäure fixiert, nach Indigokarmin dagegen in absolutem Alkohol; außerdem habe ich für das Studium des Fettkörpers die gleiche Konservierungsmethode mit Osmiumsäure (nach kochendem Wasser) angewendet, wie ich sie auch bei meinen Untersuchungen an den Collembola (17) verwendet hatte.

Die Ausscheidung der in die Leibeshöhle eingeführten Substanzen — ammoniakalischer Karmin und Tusche — erfolgt bei den Thysanuren bedeutend langsamer als bei andern Insekten, und zwar erst 40 und mehr Stunden nach erfolgter Injektion. Infolge dieses Verhaltens habe ich bei *Machilis* gar keine Resultate zu verzeichnen gehabt, indem alle injizierten Exemplare vor dieser Zeit fixiert worden waren.

Die Injektion von *Ctenolepisma* gelang dagegen gut, und ich werde daher in nachstehendem nur die sehr interessanten Resultate mitteilen, welche ich bei dieser Form erzielt habe.

Ctenolepisma besitzt Excretionsorgane von dreierlei Art: die Harnzellen des Fettkörpers, Malpighische Gefäße und Pericardialzellen, sowie noch ein eigenartiges phagocytäres Organ — das Pericardialseptum. In dieser Beziehung steht unser Insekt denjenigen Orthopteren sehr nahe, welche mit einem ständigen phagocytären Organ versehen sind, allein zwischen *Ctenolepisma* und diesen letzteren Formen besteht eine ganze Reihe tiefgehender Unterschiede.

Der Fettkörper.

In älteren Arbeiten über die Anatomie der Lepismatiden finden wir fast gar keine Hinweise auf den Bau des Fettkörpers bei diesen Insekten. Es ist nur zu erwähnen, daß NASSONOW (16) in diesem Organ bisweilen ebensolche Concremente gefunden hat, wie sie SOMMER für *Macrotoma plumbea* beschrieb.

Auf Schnitten durch gut konservierte Exemplare von *Ctenolepisma lineata* kann man sehr gut sehen, daß ihr Fettkörper aus einzelnen Zellen

besteht, zwischen welchen deutlich ausgesprochene Grenzen zu bemerken sind (Fig. 1); nur bei schlechter Fixierung verschwinden die Grenzen der Zellen, und diese letzteren verschmelzen dann zu einer gemeinsamen Masse, welche ihrem Aussehen nach einem Syncytium ähnlich sieht. Die Zellen des Fettkörpers besitzen meist eine unregelmäßige polygonale Gestalt, ihr Protoplasma hat das Aussehen eines zarten Netzes, und in jeder Zelle befindet sich ein ziemlich großer Kern.

Stellenweise bemerkt man in dem Fettkörper Bindegewebsstränge, welche denselben in verschiedenen Richtungen durchziehen (Fig. 1 *bg*) und mit der bindegewebigen Auskleidung verschiedener Organe in Verbindung setzen. Besonders deutlich sind diese Bildungen im Abdomen von jungen Individuen zu bemerken, wo die Geschlechtsorgane noch nicht zur Entwicklung gelangt sind und der Fettkörper den ganzen Raum um den Darmkanal herum einnimmt. Einen Hinweis auf diese Stränge kann man schon in der Arbeit von NASSONOW (16) finden, wo der Umstand erwähnt ist, daß das dorsale Diaphragma mit Hilfe ebensolcher Stränge mit der bindegewebigen Hülle des Darmes in Verbindung steht (siehe auch die Fig. 8 u. 14 in der Arbeit dieses Autors).

Was nun die Bedeutung solcher bindegewebiger Verbindungen betrifft, so glaube ich dieselben in folgender Weise erklären zu können. Bei *Lepisma*, wie auch bei vielen andern Insekten, besteht der Fettkörper aus einzelnen Läppchen. Ein jeder solcher kleine Lappen ist von einer zarten bindegewebigen Hülle umgeben, welche man als die Tunica propria des Fettkörpers bezeichnen kann: alle diese Hüllen stehen miteinander, wie auch mit ebensolchen bindegewebigen Hüllen anderer Organe in Verbindung. Auf Schnitten durch das ganze Insekt verschmelzen viele Lappen des Fettkörpers, namentlich da, wo dieser letztere sehr stark entwickelt ist, so eng miteinander zu einer gemeinsamen Masse, daß ihre Hüllen den Eindruck selbständiger Stränge hervorrufen, welche den Fettkörper in verschiedenen Richtungen durchziehen.

Untersucht man den Fettkörper nur an Exemplaren, welche nach den üblichen Methoden, so z. B. mit Sublimat und Essigsäure, fixiert wurden, so wird man zwischen seinen Zellen, wie aus der Fig. 1 zu ersehen ist, gar keinen Unterschied bemerken können: alle diese Zellen sehen sich außerordentlich ähnlich. Allein dieses Bild verändert sich in schroffer Weise, sobald spezielle Fixierungsmethoden, wie Osmiumsäure oder absoluter Alkohol, zur Anwendung gelangen.

Bei der Anwendung von Osmiumsäure erweist sich die Mehrzahl der Zellen als mit in Körnchen reduzierten Osmium dicht angefüllt: augenscheinlich enthielten dieselben Fett, welches bei der gewöhnlichen

Behandlung durch den Alkohol ausgezogen worden wäre. Allein zwischen diesen Zellen fällt eine geringere Zahl von andern Zellen in die Augen, in welchen gar keine Osmiumkörner zu sehen sind und welche daher während des Lebens des Tieres augenscheinlich kein Fett, sondern andre Einschlüsse enthalten haben. Welcher Art diese Einschlüsse waren, läßt sich mit Leichtigkeit an Lepismen feststellen, die mit absolutem Alkohol fixiert worden sind. Auf Schnitten durch solche Exemplare (Fig. 2) liegen mitten unter den Fettzellen (*fz*) des Fettkörpers einzelne Zellen (*hz*) zerstreut, welche mit runden Concretionen von deutlich ausgesprochenem konzentrisch geschichtetem Bau dicht angefüllt sind.

Die Untersuchung im polarisierten Lichte gibt uns die Überzeugung, daß wir es hier mit Sphärökristallen zu tun haben, indem diese Gebilde bei Drehung des Analysators nicht verlöschen und dabei an Stelle einer jeden Concretion ein deutliches schwarzes Kreuz erscheint.

Genau die gleichen Concretionen erfüllen die Harnzellen andrer Insekten, und zwar der Orthopteren, wo sie von CUÉNOT (3) gefunden wurden, und der Collembolen, bei welchen ich dieselben kürzlich beschrieben habe (17). Offenbar sind wir berechtigt, auch die entsprechenden Zellen von *Ctenolepisma lineata* als Harnzellen anzusprechen.

Es sind demnach auch hier, wie in den beiden andern nahestehenden Insektenordnungen, zwei verschiedene Funktionen des Fettkörpers eine jede an eine bestimmte Art von Zellen gebunden: die Fettzellen dienen als Ort für die Ablagerung von Reservestoffen, die Harnzellen als Ort für die Ablagerung der Zerfallsprodukte im Organismus. Ich muß hier bemerken, daß ich in den Fettzellen von *Ctenolepisma* ausschließlich Fett gefunden habe: die eosinophilen Körner, welche die entsprechenden Zellen der Collembolen erfüllen, fehlen hier gänzlich.

Sowohl bei den Collembolen wie auch bei den Orthopteren bestehen die Concretionen in den Harnzellen aus einem alkalischen Salze der Harnsäure; bei *Ctenolepisma* ist ihre Zusammensetzung höchstwahrscheinlich die gleiche. Zugunsten dieser Annahme spricht nicht nur die Ähnlichkeit ihrer äußeren Gestalt, sondern auch die durchaus gleiche Löslichkeit dieser Gebilde sowohl in Säuren, als auch in Wasser. Es ist mir jedoch nicht gelungen, bei *Ctenolepisma lineata* die für Harnsäure so charakteristische Murexidreaktion zu erhalten. Dieser Umstand läßt sich wahrscheinlich dadurch erklären, daß das Chitin bei dieser Form von irgendeiner Substanz durchsetzt ist, welche von der Einwirkung starker Salpetersäure unter energischer Gasausscheidung zerlegt wird. Dieser Effekt wird ganz unabhängig davon erlangt, ob wir dazu

ein Tier mit Concretionen im Fettkörper verwenden, oder ein solches, welches gar keine solchen Concretionen enthält. Dieses ist wahrscheinlich der Grund, warum die Murexidreaktion, trotz aller meiner Bemühungen, dieselbe hervorzurufen, durchaus nicht gelingen wollte.

Ich wage es nicht, mich mit Bestimmtheit über die Zusammensetzung jener Substanz auszusprechen, von welcher das Chitin der von mir untersuchten Lepismatide durchdrungen ist; jedenfalls ist es kein kohlensaures Salz, da die Ausscheidung von Gasbläschen nur unter der Einwirkung starker Salpeter- und Schwefelsäure vor sich geht, während schwächere Säuren (Salzsäure, Essigsäure) einen derartigen Effekt nicht hervorrufen.

Vergleicht man den Fettkörper von *Ctenolepisma lineata* mit den entsprechenden Organen derjenigen Formen, bei welchen ebenfalls eine Arbeitsteilung zwischen Harnzellen und Fettzellen stattfindet, so wird man nicht umhin können, zu finden, daß derselbe viel mehr Ähnlichkeit mit dem Fettkörper der Orthopteren besitzt, als mit demjenigen der Collembolen. Das Fehlen eines auffallenden Unterschieds in bezug auf die Gestalt zwischen den Harnzellen und den Fettzellen charakterisiert gerade den Fettkörper einiger Orthopteren, z. B. denjenigen der Küchenschabe, während bei den Collembolen ein solcher Unterschied immer in die Augen fällt. Selbst bei denjenigen Formen dieser Ordnung, bei welchen die Fettzellen in der Jugend noch nicht zu einem Fettsyncytium zusammentreten, und die Grenzen zwischen ihnen erhalten bleiben (wie z. B. bei *Sminthurus*), unterscheiden sie sich von den zerstreut zwischen ihnen liegenden Harnzellen.

Die Malpighischen Gefäße und die Pericardialzellen.

Die Harnzellen des Fettkörpers scheiden keinerlei in die Leibeshöhle injizierte Substanzen aus; die Malpighischen Gefäße und die Pericardialzellen sind im Gegenteil durch ihr Verhalten solchen Substanzen gegenüber charakterisiert: die ersteren scheiden Indigokarmin, die letzteren ammoniakalischen Karmin aus.

Was den Bau der Malpighischen Gefäße betrifft, so liegen hierüber schon in älteren Arbeiten über die Anatomie von *Lepisma* Angaben vor, weshalb ich hier nicht auf diesen Gegenstand eingehen werde. Die Ausscheidung von Indigokarmin durch diese Gefäße bietet nichts Besonderes im Vergleich mit dem, was wir bei andern Insekten sehen: dieser Farbstoff häuft sich hier, wie dies auch sonst der Fall ist, nicht in den Zellen des Gefäßes, sondern in dessen Lumen an, und zwar in

Gestalt einzelner dichter Klumpen, worauf er ziemlich rasch nach außen entfernt wird.

Wir haben schon erwähnt, daß ammoniakalischer Karmin und Tusche bei *Ctenolepisma* verhältnismäßig langsam ausgeschieden werden, und zwar nicht früher als 40 Stunden nach erfolgter Injektion; Indigokarmin hingegen gerät auch bei dieser Form ebenso rasch in die Malpighischen Gefäße, wie dies bei andern Insekten der Fall ist. Ich fand ihn daselbst bereits $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden nach erfolgter Injektion. In den Kopfdrüsen von *Ctenolepisma* wird, im Gegensatz zu den Angaben von BRUNTZ über *Machilis* (2), weder Indigokarmin noch ammoniakalischer Karmin ausgeschieden.

Was die Pericardialzellen von *Ctenolepisma* betrifft, so ist selbst das Vorhandensein solcher Elemente bei den niedersten Insekten bisher noch von niemandem signalisiert worden, weshalb diese Bildungen ausführlicher besprochen werden sollen.

Pericardialzellen finden sich bei *Ctenolepisma* in den zwei hinteren thoracalen (dem Meso- und Metathorax) und in acht abdominalen Segmenten. Ein jedes Segment ist mit einem Paare solcher Gebilde versehen, welche unter der dorsalen Hypodermis zu beiden Seiten des Herzens im hinteren Abschnitt des Segments angeordnet liegen; diese Anordnung wird besonders deutlich sichtbar, wenn man Sagittalschnitte mit Querschnitten vergleicht (Fig. 3 u. 6 *pkz*).

Eine jede Pericardialzelle besitzt demnach eine ziemlich beträchtliche Größe, namentlich in sagittaler Richtung und erscheint meistens vielkernig (Fig. 3, 5, 6): streng genommen müßte man hier nicht von Pericardialzellen, sondern von Pericardialsyncytien reden. Diese Eigentümlichkeit charakterisiert übrigens auch die Pericardialzellen der übrigen Insekten, da dieselben meistens nicht weniger als je zwei Kerne enthalten. Bisweilen kann man in dem Pericardialraum zarte bindegewebige Stränge bemerken, welche vom Herzen zu dem Integument verlaufen; an diesen Strängen nun liegen die Pericardialzellen (Fig. 5 *bg*).

Außer den eben beschriebenen streng genommen segmentalen Organen finden sich in den thoracalen Segmenten ferner noch zwei kompakte Anhäufungen von Pericardialzellen, welche jeder Spur einer metameren Anordnung entbehren. Sie liegen hier (Fig. 4 *pkz*) als eine kompakte Schicht zu beiden Seiten des Herzens längs dem Pericardialseptum: eine jede dieser Anhäufungen beginnt im mittleren Abschnitt des Mesothorax und zieht sich ununterbrochen bis zum hinteren Ende des Metathorax hin.

Eine jede Anhäufung wird durch eine ganze Reihe von Pericardial-

zellen gebildet, allein auch hier besteht die allgemeine Regel, daß eine jede Zelle mindestens zwei bis drei Kerne besitzt: einkernige Zellen werden verhältnismäßig selten angetroffen.

Im allgemeinen unterscheidet sich die Anordnung der Pericardialzellen bei *Ctenolepisma* beträchtlich von der Anordnung dieser Zellen bei andern Insekten, und zwar ist der Umstand besonders eigenartig, daß ein jedes der Abdominalsegmente im ganzen nur ein Paar dieser Gebilde besitzt. Allerdings sind z. B. bei der Mückenlarve die Pericardialzellen ebenfalls segmental angeordnet, allein in jedem Segment sind deren nicht ein, sondern vier Paare vorhanden: die Verhältnisse, wie wir sie bei unsrer Lepismatide sehen, stehen dagegen bis jetzt einzig in ihrer Art da.

Auf vielen Präparaten ist das Protoplasma der Pericardialzellen mit ebensolchen gelblich-braunen Körnchen angefüllt, wie sie bei allen Insekten so charakteristisch für diese Zellen erscheinen (Fig. 4 u. 5). Die Zusammensetzung dieser Körner bleibt einstweilen noch unbekannt; ich habe es gar nicht einmal versucht, dieselbe bei *Ctenolepisma* festzustellen, da diese Form sich am allerwenigsten für solche Untersuchungen eignet. Ich kann hier nur angeben, daß diese Körner keine Kristalle sind, wohl aber vollständig isotrope Körper.

Der ammoniakalische Karmin wird in dem Protoplasma der Pericardialzellen von *Ctenolepisma*, ebenso wie dies bei den andern Insekten der Fall ist, in Gestalt von kleinen Körnchen abgelagert (Fig. 6 *pkz*); diese Ablagerung tritt, wie bereits oben bemerkt worden ist, erst gegen Ende des zweiten Tages nach der Einführung des Karmins in die Leibeshöhle ein.

Die von mir gegebene Beschreibung der Pericardialzellen von *Ctenolepisma* stimmt in keiner Weise mit dem überein, was BRUNTZ (1) für *Lepisma saccharina* mitgeteilt hat; wie wir oben gesehen haben, hat dieser Autor bei jener Form statt typischer Pericardialzellen besondere néphrocytes épars in den das Herz umgebenden Bezirken des Fettkörpers gefunden.

Man könnte vermuten, daß *Lepisma saccharina* sich durch wesentliche Eigentümlichkeiten von der durch mich untersuchten *Ctenolepisma lineata* unterscheidet; allein dieser Annahme wird durch die Fig. 13 in der bereits zitierten Arbeit von NASSONOW (16) widersprochen, wo neben dem Herzen zwei Pericardialzellen deutlich abgebildet sind.

Andererseits habe ich bei *Lepisma aurea* Duf., einer *L. saccharina* ziemlich nahestehenden Art, dieselben Pericardialzellen gesehen, wie bei *Ctenolepisma lineata*. Ich muß noch hinzufügen, daß die topo-

graphische Beschreibung des Fettkörpers der Thysanuren, welche BRÜNTZ seiner Beschreibung ihrer Nephrocyten vorausschickt, sich durchaus nur auf *Machilis* bezieht, und nichts mit den Verhältnissen gemein hat, welche ich bei *Lepisma aurea* und bei *Ctenolepisma lineata* beobachtet habe.

Alles dieses veranlaßt mich zu der Annahme, daß alle Angaben von BRÜNTZ über die Nephrocyten der Thysanuren vielleicht nur für *Machilis* zutreffend sind und ganz willkürlich von diesem Autor auch auf *Lepisma* ausgedehnt wurden. Das Mißlingen der Injektion bei *Machilis* hat mich leider der Möglichkeit beraubt, die Richtigkeit meiner oben dargelegten Annahme zu prüfen.

Das Pericardialseptum.

Das Pericardialseptum oder das dorsale Diaphragma trennt die Pericardialhöhle, in welcher das Herz und die Pericardialzellen enthalten sind, von den übrigen Abschnitten der Leibeshöhle. Dieses Septum ist bereits im Metathorax gut ausgebildet und endet, gleich dem Herzen, im Anfang des neunten Abdominalsegments.

Bei den höheren Insekten (den Pterygota) besteht das Diaphragma nach den Angaben von GRABER (6) aus zwei Teilen: es wird einerseits durch die flügelartigen Muskeln, andererseits durch die »Flügelmuskelsehne oder das bindegewebige Septum« gebildet, welche diese Muskeln der rechten und der linken Seite miteinander verbindet. Es ist HEYMONS (9) gelungen, den Nachweis dafür zu geben, daß das gesamte Pericardialseptum sich aus den dorsolateralen Abschnitten der somatischen Ursegmentwände entwickelt, wobei es anfänglich das Aussehen eines dünnen epithelialen Blattes hat. Erst späterhin bilden sich aus den lateralen Abschnitten dieses Plättchens die Flügelmuskeln, während sein unverändert gebliebener mittlerer Abschnitt sich in jene Flügelmuskelsehne verwandelt, von welcher bei GRABER die Rede ist.

In einigen Arbeiten wird unter der Bezeichnung eines Pericardialseptums nicht das gesamte Diaphragma verstanden, sondern nur dessen mittlerer epithelialer Teil, allein bei einer solchen Auffassung entfernen wir uns zu weit von der allgemein angenommenen Terminologie, wie sie noch von GRABER aufgestellt wurde. Es ist daher viel passender für diesen Abschnitt des Diaphragmas den kürzlich von HEYMONS (10) vorgeschlagenen neuen Namen einer Pericardialmembran anzunehmen. Man wird demnach sagen können, daß das Pericardialseptum oder Diaphragma bei den Pterygoten aus den Flügelmuskeln und der Pericardialmembran zusammengesetzt ist.

Was die Thysanuren betrifft, so hat bereits GRASSI in seiner »Anatomia comparata dei Tisanuri« (7) auf das Fehlen der Flügelmuskeln bei diesen Insekten hingewiesen. In der Tat sehen wir bei *Ctenolepisma*, daß das gesamte Diaphragma, wie dies bei den Embryonen der höheren Insekten der Fall ist, durch ein zartes einschichtiges Plättchen dargestellt wird (Fig. 4 u. 5 *pks*). Die Grenzen der dieses Plättchen zusammensetzenden Zellen sind für gewöhnlich nicht zu sehen, allein dies beruht zweifelsohne auf der Schwierigkeit, ein so zartes und dünnes Objekt in befriedigender Weise zu konservieren. Das Pericardialseptum wird hier demnach nur durch die Pericardialmembran gebildet, so daß diese beiden Bezeichnungen bei *Ctenolepisma* gleichbedeutend sind.

Dieses Pericardialseptum ist nun das Organ, welches bei unsrer Lepismatide die Rolle des phagocytären Organs übernimmt. Führt man ammoniakalischen Karmin in die Leibeshöhle ein, so wird noch vor dessen Ausscheidung durch die Pericardialzellen ein Teil der Körnchen von den Leucocyten aufgenommen, während der übrige Teil in die Zellen des Septums gerät (Fig. 5 *l. u. pks*). Hierauf wird der Karmin allmählich auch in dem Protoplasma der Pericardialzellen abgelagert, allein diejenigen Körnchen, welche in das Pericardialseptum geraten sind, verbleiben auf immer in demselben.

Injiziert man gleichzeitig ammoniakalischen Karmin und Tusche, so erfolgt die Ausscheidung in folgender Reihenfolge. Zuerst wird ein kleiner Teil der Karminkörner von den Zellen des Pericardialseptums aufgenommen, worauf der beträchtlich größere Teil derselben in den pericardialen Zellen abgelagert wird. Die Tusche befindet sich während dieser ganzen Zeit in der Leibeshöhle, wobei die Anhäufungen derselben meist von Leucocyten umgeben sind. Nicht selten werden hierbei Bilder jener angeblichen phagocytären Organe vorgetäuscht, von welchen bei mehreren Autoren die Rede ist.

Sofort nach der Ausscheidung des ammoniakalischen Karmins durch die Pericardialzellen beginnt die Absorption der Tusche durch das Pericardialseptum, dessen Zellen schon zuvor einen kleinen Teil der Karminkörnchen aufgenommen haben. Nach und nach häuft sich die ganze Tusche (wenn natürlich ein nicht zu großes Quantum davon injiziert worden ist) in dem Pericardialseptum an (Fig. 6 *pks*). Es kann dabei keinem Zweifel unterliegen, daß die Tusche in den Zellen des Septums selbst abgelagert wird, nicht aber an letzterem äußerlich anklebt oder von Leucocyten, welche an den Körnchen haften bleiben, nach dem Septum verbracht wird. Leucocyten finden sich in der Nähe des Septums für gewöhnlich nur in ziemlich geringer Anzahl, und das Septum

selbst spielt zweifellos die Rolle eines typischen phagocytären Organs. Für diese letzteren ist nicht nur das Ergreifen von Tuschekörnern, sondern auch die Aufnahme einer kleinen Quantität ammoniakalischen Karmins außerordentlich charakteristisch, während der größte Teil des Karmins sich in den wahren Excretionsorganen ansammelt.

Es gibt demnach, entgegen den Angaben von BRUNTZ (1), einen Vertreter der Ordnung der Thysanura, welcher sich im Besitz eines ebenso eigenartigen phagocytären Organs befindet, wie auch seine Pericardialzellen eigenartig sind.

Ein Beitrag zur Morphologie der phagocytären Organe bei den Arthropoden.

Die Pericardialzellen von *Ctenolepisma* unterscheiden sich durch ihre Zahl und Anordnung in vielen Beziehungen von den Pericardialzellen der höheren Insekten, doch fördern sie unsre Kenntnis dieser Organe in keiner Weise.

Ein viel größeres Interesse bietet in dieser Hinsicht das phagocytäre Organ von *Ctenolepisma*, welches neues Licht über die morphologische Bedeutung der ihm analogen Bildungen bei den Insekten und einigen andern Arthropoden verbreitet.

Unter den Insekten waren phagocytäre Organe bis jetzt nur bei Vertretern der Dermaptera und Orthoptera s. lat. beschrieben worden, und bei den letzteren sind sie ständig nur in den Gruppen der Gryllodea und Acridiodea angetroffen worden. Bei den meisten Locustodea und den Larven von *Aeschna* scheinen diese Organe, entgegen den Angaben von METALNIKOFF (15), als beständige Gebilde zu fehlen; nur bei der tropischen Locustodee *Cleandrus graniger* wurden von DAWYDOFF (4) typische phagocytäre Organe gefunden, welche denselben Bau aufweisen, wie bei den Gryllodea. Derselbe Autor (5) hebt deren Fehlen bei den meisten Mantodea hervor, wovon nur eine Art, *Rhombodera* sp. eine Ausnahme macht.

Die phagocytären Organe der Acridiodea und Gryllodea sind nach zwei vollständig verschiedenen Typen gebaut: bei ersteren haben sie das Aussehen zweier durchgehender Zellplättchen, welche sich über dem Pericardialseptum zu beiden Seiten des Herzens in dem Abdomen hinziehen. Erst kürzlich bemühte sich SUSSLÖFF (20) den Nachweis zu führen, daß die phagocytären Organe in dieser Gruppe ebenso zufällige Bildungen darstellen, wie es bei den meisten Locustodea der Fall ist, allein dies entspricht wohl kaum der Wirklichkeit, und zwar um so mehr, als alle Autoren, welche sich mit dieser Frage beschäftigt haben, in der

Beschreibung des phagocytären Apparats der Acridiodes übereinstimmen (KOWALEVSKY [11], CUÉNOT [3], DAWYDOFF [5]).

Bei den Gryllodes und bei *Cleandrus* sind diese Organe nach einem andern Typus gebaut: sie besitzen hier die Gestalt von Säcken, welche metamer in den ersten Abdominalsegmenten paarweise zu beiden Seiten des Herzens angeordnet sind. Die Zahl dieser Gebilde schwankt bei den verschiedenen Arten zwischen zwei und vier; in ihre Höhlung münden die cardiocölomialen Öffnungen des Herzens ein, welche DAWYDOFF in seinen Arbeiten unrichtigerweise als Ostien bezeichnet hat.

Die Untersuchungen des letztgenannten Autors (5) haben gezeigt, daß diese Gebilde ungeachtet des Unterschiedes in ihrem Baue, sowohl bei den Acridiodes als auch bei den Gryllodes in ganz übereinstimmender Weise gebildet werden. In beiden Gruppen entwickeln sie sich erst nach dem Ausschlüpfen des Insekts aus dem Ei, und zwar in Gestalt lokaler Anschwellungen oder Verdickungen des Pericardialseptums. Späterhin lösen sie sich von dem Septum ab, und bei den Gryllodes bildet sich in ihrem Innern eine Höhlung, worauf sie sich mit den Wandungen des Herzens verbinden. Es versteht sich von selbst, daß an der Bildung der phagocytären Organe, wie dies aus den Zeichnungen von DAWYDOFF auch deutlich zu ersehen ist, nur der mittlere Teil des Septums — die Pericardialmembran — beteiligt ist.

Diese Beobachtung ist, im Zusammenhang mit den bei *Ctenolepisma* erhaltenen Ergebnissen, von größter Wichtigkeit für das Verständnis der morphologischen Bedeutung der phagocytären Organe bei den Insekten überhaupt.

Entwickeln sich die phagocytären Organe der Orthopteren aus dem Pericardialseptum, während bei *Ctenolepisma lineata*, dem Vertreter einer noch niedriger organisierten Insektengruppe, das Pericardialseptum selbst als ein solches Organ funktioniert, so muß letzterer Fall offenbar als das allerursprünglichste Verhalten angesehen werden. Man wird vermuten können, daß bei den Vorfahren der Gryllodes und Acridiodes das Pericardialseptum ebenfalls als phagocytäres Organ funktionierte, und daß diese Funktion erst später auf spezielle, in Gestalt von lokalen Anschwellungen oder Verdickungen dieses Septums auftretende Gebilde übergegangen ist. Allein was stellt das Pericardialseptum der Insekten überhaupt vor? Wir haben bereits erwähnt, daß dasselbe sich nach den Untersuchungen von HEYMONS (9) aus den dorsolateralen Abschnitten der somatischen Ursegmentwände entwickelt. Bei den Pterygota verwandelt sich ein Teil desselben späterhin in die Flügelmuskeln, während der andre Teil in Gestalt der zarten Peri-

cardialmembran unverändert bleibt. Bei den *Thysanura* entspricht das gesamte Septum dieser letzteren Membran, indem hier keine Flügel-muskeln zur Entwicklung gelangen.

Offenbar wird man dieses Septum bei den *Thysanura* und die Pericardialmembran bei den höheren Insekten als einen unverändert gebliebenen Bezirk des peritonealen Epithels des Embryos ansehen müssen.

Es ist natürlich nichts Wunderbares in dem Umstand zu erblicken, daß ein derartiger Cölothelbezirk bei den niederen Insekten als phagocytäres Organ funktioniert, und bei einigen Orthoptera speziellen phagocytären Organen den Ursprung gibt.

Es ist von Interesse, daß G. SCHNEIDER (18) dem Peritonealepithel einiger Oligochaeta (*Euaxes*, *Archienchytraeus*, *Dendrobaena* und vielleicht auch *Allolobophora*) phagocytäre Eigenschaften zuschreibt. Nach den Untersuchungen desselben Autors (19) übernehmen bei den Vertretern der Polychaeta *Travisia* und *Arenicola* Derivate des Cölothels — die chloragogenen Zellen — die Rolle von phagocytären Organen.

Es ist sehr wohl möglich, daß die phagocytäre Funktion auch bei den Vorfahren der Insekten nicht auf den einen Bezirk des Peritonealepithels, nämlich das Pericardialseptum beschränkt war, sondern sich auch auf dessen andre Abschnitte erstreckte, wie dies gegenwärtig noch bei den von G. SCHNEIDER untersuchten Oligochaeten der Fall ist. Eine gewisse Bestätigung dieser Annahme wird uns durch die phagocytären Organe von *Iulus* und andern Diplopoden geboten, ebenso von den lymphoiden Drüsen des Skorpions.

In einer seiner Arbeiten beschreibt KOWALEVSKY (13), wie bei *Iulus* ammoniakalischer Karmin und Eisen von den Wandungen des Sinus ausgeschieden werden, welcher das Nervensystem umgibt. »Les parois de ce sinus«, sagt der Autor, »... se composent d'assez grandes cellules d'un caractère épithélial« (S. 611). In diesen Zellen nun, welche ein einschichtiges Epithelblättchen bilden, werden die in die Leibeshöhle injizierten Substanzen abgelagert.

Allein KOWALEVSKY hat keine Injektionen mit Tusche ausgeführt, so daß man auf Grund seiner Untersuchungen nicht entscheiden kann, ob die Wandungen des perineuralen Sinus auch in der Tat phagocytäre Organe repräsentieren und nicht nur einfach excretorische Organe. Ich muß bemerken, daß diese Frage nachträglich in dem Laboratorium von KOWALEVSKY gelöst worden ist, indem nach dem Erscheinen der betreffenden Arbeit einer seiner Schüler, A. W. SCHWEYER, sich davon überzeugen konnte, wie die Wandungen des Sinus auch Tusche ausgeschieden; diese Beobachtung ist jedoch unveröffentlicht geblieben.

Kürzlich wurden die phagocytären Organe der Diplopoda von neuem durch BRUNTZ (1) beschrieben, allein seine Beschreibung differiert einigermaßen von derjenigen KOWALEVSKYS, weshalb ich dieselbe in extenso anführen will.

»Par dessus le système nerveux . . . on remarque une lame de tissu conjonctif: septum sus-nervien La face inférieure du septum est tapissée par de petites cellules, qui capturent l'encre de Chine injectée dans le coelome. L'ensemble de ces cellules constitue un organe phagocytaire puissant . . .« (S. 316).

Nach der Beschreibung von BRUNTZ ist das phagocytäre Organ demnach nicht durch das einschichtige Perineuralseptum, sondern durch spezielle, unterhalb desselben liegende Zellen repräsentiert. Übrigens bemerkt der Autor auf der nächsten Seite, daß »les cellules phagocytaires . . . sont répandues, comme je l'ai déjà dit, au milieu des fibres du septum«. Wie dem nun auch sein mag, so werden die phagocytären Zellen hier doch immer als spezielle Gebilde beschrieben, welche von dem perineuralen Septum verschieden sind.

Ich habe die Möglichkeit gehabt, die Phagocytose bei derselben *Iulus*-Art zu untersuchen, über welche auch KOWALEVSKY gearbeitet hat, und konnte mich davon überzeugen, daß die Beschreibung dieses Autors durchaus dem Tatbestand entspricht. Um das Nervensystem herum befindet sich ein perineurales Septum, welches aus einer Schicht von Epithelzellen besteht, wie dies auf den Fig. 15, 17 u. a. m. der Arbeit von KOWALEVSKY ausgezeichnet zur Darstellung gebracht ist; in dem von diesem Septum gebildeten Sinus sieht man einzelne Leucocyten. Im allgemeinen erinnert das Perineuralseptum von *Iulus* an das Pericardialseptum von *Ctenolepisma*, doch zeichnen sich seine Zellen durch bedeutendere Größe aus.

Die Tusche wird von den Zellen des Septums selbst aufgenommen, und spezielle, unter demselben liegende Zellen, von welchen bei BRUNTZ die Rede ist, sind gar nicht vorhanden, will man nicht die innerhalb des Sinus herumschwimmenden Leucocyten dafür ansehen. Wir finden demnach bei den Diplopoden genau dieselben Verhältnisse wie bei *Ctenolepisma*, jedoch nicht in dem oberen Abschnitt des Körpers, in der Nähe des Herzens, sondern unten, in der Nähe des Nervensystems: in dem einen Falle übernimmt die Rolle eines phagocytären Organs das Pericardialseptum, im andern Falle — das Perineuralseptum.

Wie bei den Insekten repräsentiert das Pericardialseptum auch bei *Iulus* einen Überrest des embryonalen Peritonealepithels. In der Arbeit von HEATHCOTE über die Embryonalentwicklung von *Iulus terrestris* (8)

ist auf der Fig. 34 deutlich zu sehen, wie dasselbe bei dem Embryo in das somatische Blatt des Mesoderms übergeht. Gerade auf dieses Gebilde beziehen sich auch die folgenden Worte des genannten Autors: »The median part of the somatic mesoderm lies above the nerve-cord, between it and the gut; from thence it passes downwards to the body-wall« (S. 461).

Bei *Scorpio europaeus* beschrieb KOWALEVSKY (14) zwei Organe, welche Bakterien, Tusche und überhaupt feste Bestandteile in sich aufnehmen: eine unpaare, sich im Abdomen über dem Nervensystem hinziehende »glande lymphatique« und zu beiden Seiten von dieser je eine »glande lymphoide«. Die morphologische Bedeutung der ersteren ist mir unverständlich, da in der Arbeit von KOWALEVSKY ein Hinweis darauf enthalten ist, daß diese Drüse bei dem Embryo durch das Verschmelzen einzelner Zellen entsteht; das zweite phagocytäre Organ hingegen kann man mit den phagocytären Organen bei den Orthopteren, *Ctenolepisma* und den Diplopoda in eine Gruppe zusammenfassen.

In der Tat gehen die Wandungen der lymphoiden Drüsen nach der Beschreibung von KOWALEVSKY direkt in das Diaphragma über, so daß »ces glandes sont donc à proprement parler des prolongements ou des poches du diaphragme« und »les lumières des glandes lymphoïdes . . . ne sont que les prolongements de la cavité du corps ou coelome thoracique« (S. 7). Nach der Ansicht von KOWALEVSKY sind diese Drüsen vollkommen analog den Septaldrüsen der Anneliden, welche ganz ebensolche Auswüchse oder Taschen des Peritoneums darstellen.

Es ist hier zu bemerken, daß G. SCHNEIDER (18), welcher die phagocytären Eigenschaften des Peritonealepitheliums der von ihm untersuchten Oligochaeten beschrieben hat, eine solche bei den Arten der Gattung *Perichaeta* nicht konstatiert hat, indem diese Arten typische, als phagocytäres Organ funktionierende Septaldrüsen besitzen.

Wir sind demnach dazu berechtigt, die phagocytären Organe bei den ebenerwähnten Gruppen der Arthropoda als einander durchaus homolog zu betrachten: es sind dies entweder Überreste des embryonalen Peritonealepithels (Diplopoda, *Ctenolepisma*) oder dessen Modifikationen (*Scorpio*, Gryllodea, Acridiodea). Offenbar haben wir es hier mit einer phagocytären Eigenschaft des Peritoneums zu tun, welche sich nur in einzelnen Bezirken desselben erhalten hat, allein ehemals dem gesamten Peritoneum eigentümlich war, wie dies auch heute noch bei vielen Oligochaeten der Fall ist.

Wenn sich die Beobachtungen von KOWALEVSKY über die Entwicklung der unpaaren Lymphdrüse bei *Scorpio* und *Androctonus* in

ihrem ganzen Umfang bestätigen sollten, so wird man diese Gebilde als etwas von den in vorstehendem besprochenen Organen durchaus Verschiedenes betrachten müssen.

Es ist schwer zu sagen, ob mit den peritonealen phagocytären Organen auch die ihnen entsprechenden Gebilde bei *Forficula* als zu einer gemeinsamen Gruppe gehörig betrachtet werden können, oder ob diese letzteren als Gebilde sui generis angesehen werden müssen.

Bei dieser Form wird nach den Befunden von KOWALEVSKY (12) und CUÉNOT (3) die Tusche durch zwei Zellplättchen oder -bänder aufgenommen, welche sich längs den Seiten des Herzens parallel dem Pericardialseptum innerhalb der Pericardialhöhle hinziehen.

Möglicherweise entstehen dieselben, gleich den Organen der Gryllodea und Acridiodea, aus dem Pericardialseptum, vielleicht haben wir es hier aber auch mit den Überresten eines speziellen embryonalen Organs zu tun, welches von HEYMONS (9) bei der genannten Form unter dem Namen eines »paracardialen Zellenstranges« beschrieben worden ist. Es erscheint unmöglich, diese Frage ohne vorhergehende direkte Beobachtungen zu entscheiden, es muß jedoch bemerkt werden, daß auch der paracardiale Zellenstrang ein colomiales Gebilde ist und aus den somatischen Abschnitten der primären Segmente entsteht.

Allein wir haben noch nicht alle phagocytären Organe der Arthropoda erwähnt, indem bei vielen Formen einzellige Lymphdrüsen beschrieben worden sind, welche inmitten des Fettkörpers zerstreut liegen und gierig Tusche und Bakterien verschlingen. Dies ist bei *Scolopendra*, bei sehr vielen Arachnoidea und bei verschiedenen Crustacea der Fall.

Es ist bei unsern gegenwärtigen Kenntnissen sehr schwer, sich über die morphologische Bedeutung dieser Gebilde auszusprechen, indem gar keine Angaben über ihre embryonale Entwicklung vorliegen und man anderseits vermuten kann, daß unter dem Namen solcher Drüsen in gewissen Fällen einfach Leucocyten beschrieben wurden, welche Tusche oder Bakterien in sich aufgenommen hatten. Es liegt übrigens vorderhand kein genügender Grund vor, eine solche Vermutung auf alle derartige Fälle auszudehnen. Es ist durchaus nicht unmöglich, daß vielleicht in der Zukunft der Nachweis dafür gelingen wird, daß auch die einzelligen phagocytären Drüsen gewisser Arthropoden ebenfalls Derivate des Peritoneums darstellen, wie dies gegenwärtig für die sog. Nephrocyten (Pericardialzellen der Insekten, saure Zellen der übrigen Arthropoden) mehr oder weniger konstatiert worden ist.

Einstweilen wird man als festgestellt annehmen können, daß mit

Ausnahme der Lymphdrüsen der Skorpione und vielleicht auch des phagocytären Organs von *Forficula*, alle übrigen vielzelligen phagocytären Gebilde der Arthropoden als einander homologe Organe angesehen werden müssen: wir haben es hier entweder mit einzelnen Bezirken des Peritonealepithels oder mit Derivaten solcher Bezirke zu tun, in welchen sich die phagocytäre Eigenschaft erhalten hat, welche bei den Vorfahren der Arthropoden dem gesamten Peritoneum zukam.

Nachtrag.

Erst nachdem die vorstehende Arbeit bereits druckfertig vorlag, lernte ich die neue, soeben erschienene Arbeit von BRUNTZ über die Phagocytose der Diplopoda kennen (La phagocytose chez les Diplo-podes. Arch. Zool. Exp. [4.] V. No. 4. 1906).

BRUNTZ gibt in dieser Arbeit eine ausführliche Beschreibung der phagocytären Organe von *Glomeris marginata*, *Iulus sabulosus* und *Polydesmus complanatus*. Für uns sind die beiden erstgenannten Formen von Interesse, indem *Polydesmus* sich durch wesentliche Eigentümlichkeiten von denselben unterscheidet. — Der Autor behauptet wie früher, daß bei diesen Formen »le septum susnervien était essentiellement constitué par des fibrilles conjonctives recouvertes dans leur partie inférieure par des cellules fixes dont l'ensemble forme l'organe phagocytaire« (p. 496). Was diese letzteren Zellen betrifft, so sind dieselben »groupées de telle sorte que sur une coupe transversale elles se montrent plus ou moins serrées les unes contre les autres, disposées sur un rang« (p. 499).

Ich kann mich jedoch nicht mit einer solchen Auslegung der Bilder einverstanden erklären, wie sie auf den Schnitten durch diese Myriapoden zu sehen sind.

Betrachten wir die schönen Zeichnungen, welche der Arbeit von BRUNTZ beigegeben sind, so sehen wir auf Fig. 8, daß die fibres cellulaires, von welchen dieser Autor spricht, einfach die einzelnen Nephrocyten, welche bei *Glomeris* das Perineuralseptum bedecken, untereinander verbinden. Für dieses letztere halte ich jedoch nur diejenigen Zellen, welche Tusche aufnehmen; besonders deutlich ist dies auf den Fig. 7 und 9 der Arbeit von BRUNTZ zu sehen, welche ganz identisch sind mit den Zeichnungen von KOWALEVSKY (13) und denjenigen Bildern, welche ich selbst bei *Iulus* gesehen habe. Was jedoch die Anwesenheit von Bindegewebsfibrillen zwischen den Nephrocyten betrifft,

so ist dies eine überaus häufige Erscheinung, welche man stets beobachten kann, so z. B. in der Pericardialhöhle der Insekten.

St. Petersburg, im März 1907.

Literatur.

1. BRUNTZ, Contribution à l'Étude de l'Excrétion chez les Arthropodes. Arch. Biol. 20. 1904.
2. — Les reins labiaux des Thysanoures. Arch. Zool. Exp. (4) II. 1904.
3. CUÉNOT, Études physiologiques sur les Orthoptères. Arch. Biol. 14. 1896.
4. DAWYDOFF, L'appareil phagocytaire d'un Locustide de Java. Zool. Anz. XXVII. 1904.
5. — Die phagocytären Organe der Insekten und deren morphologische Bedeutung. Biol. Centrbl. XXIV. 1904.
6. GRABER, Über den propulsatorischen Apparat der Insekten. Arch. f. mikr. Anat. IX. 1873.
7. GRASSI, Anatomia comparata dei Tisanuri. Atti d. R. Acc. d. Lincei. (4) IV. 1887.
8. HEATHCOTE, The Early Development of Iulus terrestris. Quart. Journ. of Micr. Sc. (2) XXVI. 1886.
9. HEYMONS, Die Embryonalentwicklung von Dermapteren und Orthopteren. Jena 1895.
10. — Die Entwicklungsgeschichte der Scolopender. Zoologica. 33. 1901.
11. KOWALEVSKY, Études expérimentales sur les glandes lymphatiques des Invertébrés. Mélanges biologiques. XIII. 1894.
12. — Études sur le système lymphatique des Insectes et des Myriapodes. (Russisch.) Bull. Ac. Sc. St. Pétersb. (5) II. 1895.
13. — Études des glandes lymphatiques de quelques Myriapodes. Arch. Zool. Exp. (3) III. 1895.
14. — Une nouvelle glande lymphatique chez le Scorpion d'Europe. Mém. d. l'Acad. Sc. St. Pétersb. (VIII.) V. 1897.
15. METALNIKOFF, Sur les organes excréteurs de quelques insectes. (Russisch.) Bull. Ac. Sc. St. Pétersb. (5) IV. 1896.
16. NASSONOW, Zur Morphologie der niederen Insekten. (Russisch.) Bull. Soc. Imp. Am. Sc. Nat. etc. de Moscou. LII. 1887.
17. PHILIPTSCHENKO, Anatomische Studien über Collembola. Diese Zeitschrift. LXXXV. 1906.
18. G. SCHNEIDER, Über phagocytäre Organe und Chloragogenzellen der Oligochaeten. Diese Zeitschrift LXI. 1896.
19. — Über Phagocytose und Excretion bei den Anneliden. Diese Zeitschrift LXVI. 1899.
20. SUSSLOFF, Über die Phagocytose, die Excretionsorgane und das Herz einiger Insekten (Pterygota). (Russisch.) Trav. Soc. Imp. Natur. St. Pétersb. XXXV. 1906. (Refer. von E. Schultz. Zool. Zentralbl. XIII. 1906.)

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen:

<i>bg</i> , bindegewebige Stränge;	<i>kh</i> , Körperhaut;
<i>fk</i> , Fettkörper;	<i>l</i> , Leucocyten;
<i>fz</i> , Fettzellen;	<i>pks</i> , Pericardialseptum;
<i>h</i> , Herz;	<i>pkz</i> , Pericardialzellen.
<i>hz</i> , Harnzellen mit Concretionen;	

Tafel VII.

Fig. 1. Schnitt durch den Fettkörper eines mit Sublimat und Essigsäure fixierten Exemplars. (140 : 1.)

Fig. 2. Schnitt durch den Fettkörper eines mit absolutem Alkohol fixierten Exemplars. (210 : 1.)

Fig. 3. Pericardialzellen auf Sagittalschnitten durch zwei Abdominalsegmente. (45 : 1.)

Fig. 4. Supraseptale Pericardialzellen im Metathorax; in ihrem Plasma sind gelblichbraune Körner zu sehen. (140 : 1.)

Fig. 5. Aufnahme von ammoniakalischem Karmin durch das Pericardialseptum (*pks*) und Leucocyten (*l*); die Pericardialzellen (*pkz*) enthalten noch keine Excretionen von Karmin, in ihrem Plasma sind gelblichbraune Körner zu sehen. (300 : 1.)

Fig. 6. Ausscheidung von ammoniakalischem Karmin in den Pericardialzellen (*pkz*); in dem Pericardialseptum (*pks*) Ablagerung von Tusche. (210 : 1.)



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [88](#)

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

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Apterygoten 99-116](#)