©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Osnabrücker naturw. Mitt.	6	S. 45-72	21 Abb.	Osnabrück, April 1979

Spinnvermögen bei Rhagidiidae (Acari, Prostigmata)

mit 21 Abbildungen und 1 Tabelle

Rainer Ehrnsberger*

Abstract: The spinning ability, for the first time discovered in the familiy Rhagidiiae, is presend in all mobil youth stases and could be confirmed in the following species:
Rhagidia longisensilla, Rhagidia pratensis, Rhagidia reflexa, Rhagidia mucronata, Rhagidia arenaria, Rhagidia halophila and *Rhagidia danica.*
The mites spinn a web around themselves at the end of each stase. In the case of *R. pratensis* and *R. reflexa* webs are specific to the species. By *R. longisensilla* adult mites posses this spinning ability. They use the webs in the following functions: protection, catching prey, moulting nets and egg-preservation. By *Rhagidia,* as a member of the "Eleutherengona", 4 glands are situated at the podocephalic canal, so that a basicaly same glandsystem in the Prostigmata is presumed. Both podocephalic canals discharge into the cheliceral groove. The infracapitular gland has its own ducts discharging dorsaly on the infracapitulum. The 1st and 3 rd podocephalic glands are used for silk production. The 4th podocephalic gland corresponds with the coxal gland and ends in a proximal sacculus with epithal cells ranging up to 10 µm, partially with secretory function.

Kurzfassung: Die erstmals für die Familie der Rhagidiidae entdeckte Spinnvermögen ist bei allen mobilen Jugendstasen vorhanden und konnte für folgende Arten nachgewiesen werden:
Rhagidia longisensilla, Rhagidia pratensis, Rhagidia reflexa, Rhagidia mucronata, Rhagidia arenaria, Rhagidia halophila und Rhagidia danica.
Die Milben spinnen sich am Ende einer Stase ein. Bei *Rhagidia pratensis* und *Rhagidia reflexa* sind diese Gespinste artspezifisch. *Rhagidia longisensilla* besitzt auch als adultes Tier ein Spinnvermögen. Die angelegten Netze erfüllen bei ihr folgende Funktionen: Schutz, Nahrungserwerb, Häutungskokon und Brutfürsorge. Als Vertreter der „Eleutherengona" konnten bei *Rhagidia* 4 Drüsen am podocephalischen Kanal nachgewiesen werden, so daß für die Prostigmata ein in den Grundzügen übereinstimmendes Drüsensystem anzunehmen ist. Die beiden podocephalischen Kanäle münden in der Chelicerenrinne. Die infracapituläre Drüse besitzt eigene Ausführungsgänge, die dorsal auf dem Infracapitulum münden. Die 1. und 3. podocephalische Drüse dienen als Spinndrüsen. Die 4. podocephalische Drüse ist eine Coxaldrüse und besitzt proximal einen Sacculus, dessen Epithelzellen z. T. 10 µm groß sind und einen drüsigen Charakter besitzen.

* Dr. Rainer Ehrnsberger, Naturwissenschaftliches Museum Osnabrück, Heger-Tor-Wall 27, 4500 Osnabrück

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 46
2. Material und Methode 47
3. Lebendbeobachtungen 47
   3.1. Nestbau bei *Rhagidia pratensis, Rhagidia reflexa, Rhagidia halophila, Rhagidia arenaria, Rhagidia mucronata* und *Rhagidia danica* 48
   3.2. Spinnvermögen bei *Rhagidia longisensilla* 51
   3.3. Diskussion 53
4. Funktionsmorphologie 55
   4.1. Morphologie des Drüsensystems 55
      4.1.1. Der podocephalische Kanal 55
      4.1.2. Die podocephalischen Drüsen (D1–D4) 58
      4.1.3. Die infracapituläre Drüse (iD) 62
   4.2. Veränderungen an den Drüsen während der Sekretabgabe 63
   4.3. Diskussion 68
      4.3.1. Der podocephalische Kanal 68
      4.3.2. Drüsenbesteck 68
      4.3.3. Funktionsanatomie des Spinnens 70
Abkürzungen 71
Schriftenverzeichnis 71

1. Einleitung

Die weltweit verbreiteten Rhagidien sind bisher erst in den Anfängen systematisch erarbeitet worden. Es liegen über diese Milbenfamilie noch keine Beobachtungen und Untersuchungen zu ihrem Verhalten vor. Die verhaltenskundlichen Untersuchungen an Rhagidien sind relativ schwierig durchzuführen, da die flinken Milben sehr empfindlich sind. Im Rahmen meiner Doktorarbeit (EHRNSBERGER 1973) habe ich verhaltenskundliche und funktionsmorphologische Untersuchungen an Rhagidien durchgeführt. Es soll hier über das Spinnvermögen berichtet werden, über das bisher noch keine Angaben vorliegen.

Herrn Prof. Dr. R. SCHUSTER (Graz, früher Kiel) danke ich für die Anregung zur Bearbeitung dieses Themas sowie für die vielfältige Unterstützung meiner Untersuchungen herzlich. Zahlreiche Sammelfahrten wurden aus den Sachmitteln der DFG, die Herrn Prof. Dr. SCHUSTER zur Verfügung standen, finanziert. Vom Land Schleswig-Holstein erhielt ich ein Doktoranden-Stipendium, das vom Bund durch die Graduierten-Förderung abgelöst wurde.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

2. Material und Methode

Die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse wurden an Tieren gewonnen, die ich in den Jahren 1969–1972 in Norddeutschland gesammelt und in Filmdöschen (SCHALLER 1962) mit angefeuchteten Gips gehalten habe. Der Gips wurde mit Tierkohle angefärbt, damit die feinen Gespinste leichter zu erkennen sind. Folgende Arten wurden mit in die Untersuchung einbezogen:

Rhagidia longisensilla SHIBA, 1969
Rhagidia pratensis (KOCH, 1835),
Rhagidia reflexa (KOCH, 1838),
Rhangidia halophila (LABOULBÈNE, 1851),
Rhagidia arenaria WILLMANN, 1952,
Rhagidia mucronata WILLMANN, 1936,
Rhagidia dania EHRNSBERGER, 1977.

Zur histologischen Untersuchung wurden die Tiere in 70%igem Alkohol, Bouin oder Carnoy (BURCK 1969) fixiert. Die Einbettung erfolgte über Methylbenzoat, Benzol in Paraplast. Mit einem Minot-Mikrotom wurden Schnittserien angelegt, mit einer Schnittdicke von 5 bis 15 µm. Folgende Färbemethoden wurden angewendet: Mayers Hämalaun-Chromotrop 2 R (ROMEIS 1968, § 648), Azan-Färbung (BURCK 1969), Tri-PAS-Reaktion (BURCK 1969), sowie Osmiumtetroxyd-Fixierung für Lipide (ROMEIS 1968, § 1059).

Die Mikroskop-Aufnahmen wurden mit dem Zeiss-Photomikroskop angefertigt und die Makroaufnahmen mit dem Aristophoten von Leitz hergestellt.

3. Lebendbeobachtungen

Aus der Überfamilie der Eupodoidea mit den Familien Eupodidae, Penthalodidae und Rhagidiidae ist bisher über das Spinnvermögen nur ein unklarer Hinweis von DUGÈS (1834) bekannt (zitiert nach ANDRÉ 1932). Durch Züchtungen konnte festgestellt werden, daß das Spinnen zum typischen Verhaltensinventar der Rhagidien gehört. Bei folgenden Arten wurde es untersucht:

Rhagidia longisensilla,
Rhagidia pratensis,
Rhagidia reflexa,
Rhagidia halophila,
Rhagidia arenaria,
Rhagidia mucronata und
Rhagidia danica.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

3.1. Nestbau bei *R. pratensis, R. reflexa, R. halophila, R. arenaria, R. mucronata* und *R. danica*

Alle mobilen Jugendstasen der untersuchten *Rhagidia*-Arten verfügen über ein Spinnvermögen, das zum Anfertigen des Häutungsgespinstes dient. Bei den Adulten wurde (außer bei *Rhagidia longisensilla*) kein Spinnvermögen beobachtet.
Der Spinnvorgang bei den Rhagidien ist nur mit großer Vorsicht zu beobachten, denn bei der geringsten Störung unterbrechen sie das Spinnen. Am einfachsten ist es bei den Larven zu verfolgen.
Ca. einen Tag nach dem Schlüpfen beginnt sich die Larve einzuspinnen, ohne vorher Nahrung aufzunehmen (EHRNSBERGER 1974). Die Milben passen das Häutungsnest der Umgebung an und bevorzugen kleine Löcher im Substrat oder den Winkel zwischen dem Untergrund und der Wandung des Zuchtgefäßes. Sie drücken die Infracapitulum-Spitze gegen das Substrat und ziehen rückwärtslaufend einen schnell erhärtenden Faden aus. Auf diese Weise spinnen die Larven der *Rhagidia*-Arten ein dichtes Netz, bei dem auch der Untergrund mit Spinnfäden austapeziert wird (Abb. 1).

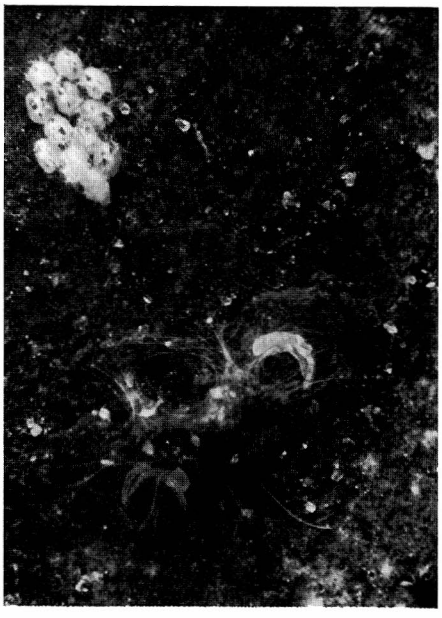


Abb. 1 *Rhagidia pratensis*, Larven im Gespinst, daneben die leeren Eischalen mit Prälarvenexuvien, 20 x.



Abb. 2 *Rhagidia pratensis*, geschlüpfte Nymphe I in Larvengespinst, Larvenexuvie im Gespinst, 35 x.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Die Fäden erhärten schnell und sind nicht klebrig. Nach der Häutung werden einzelne Fäden mit den Cheliceren zerrissen, und die Milben zwängen sich durch das so entstandene Loch hinaus. Dieser Vorgang, der sich vom entsprechenden Verhalten der Bdelliden (ALBERTI 1973) unterscheidet, konnte mehrfach beobachtet werden.

Die Nester der Nymphen sind weniger dicht als die der Larven und zeigen Auflösungserscheinungen des ursprünglichen Bauprinzips. Bei *Rhagidia pratensis* (Abb. 3) und *Rhagidia reflexa* (Abb. 4) zeigt sich das am deutlichsten. Die Gespinste sind artspezifisch und lassen sich leicht untereinander abgrenzen. *Rhagidia pratensis* legt in den Nymphenstadien nur noch ein Gespinst aus einem lockeren Netzwerk an. *Rhagidia reflexa* fertigt ein regelmäßig aufgebautes Häutungsgespinst an, das von großen Löchern durchsetzt ist.

Die Löcher sind gleichmäßig verteilt, so daß das Bild an einen Schnitt durch das Markparenchym einer Pflanze erinnert. Sie sind etwa 150 µ groß. Die Nymphen von *Rhagidia halophila* zeigen gegenüber den Larven beim Netzbau (Abb. 5) keine Abweichungen und bilden in allen Jugendstasen ein dichtes, gleichmäßig verteiltes Gespinst; ebenso *Rhagidia arenaria*.

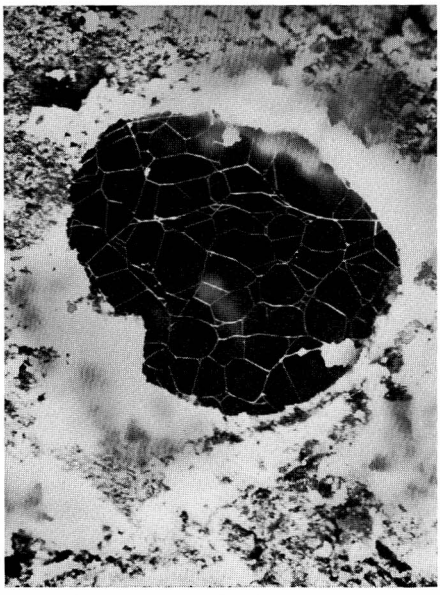


Abb. 3 *Rhagidia pratensis*, Häutungsgespinst einer Nymphe III, 25 x.

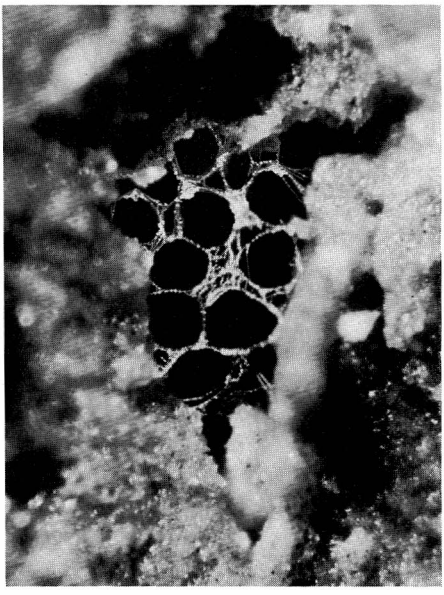


Abb. 4 *Rhagidia reflexa*, Häutungsgespinst der Nymphe III, 25 x.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

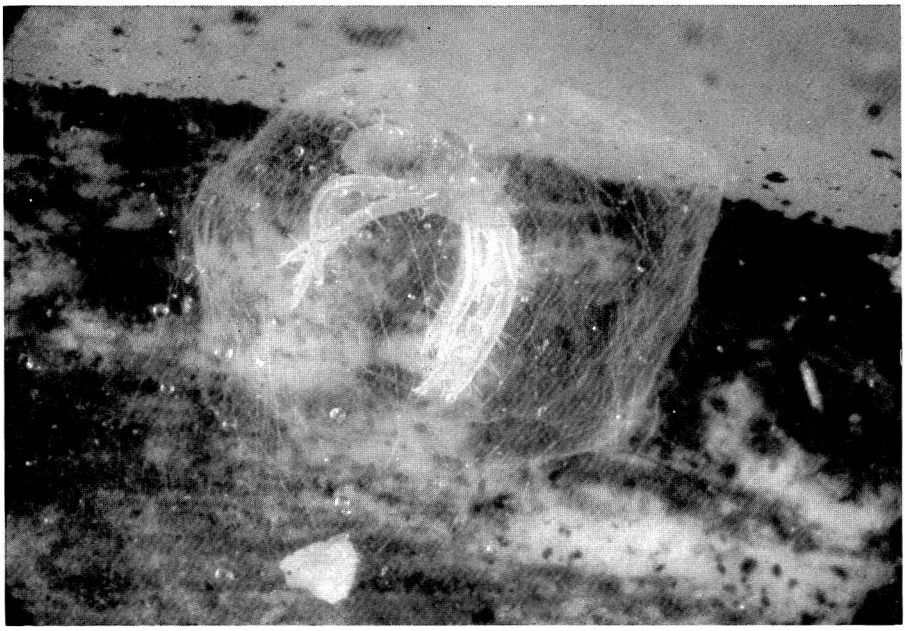


Abb. 5 *Rhagidia halophila*, Häutungsgespinst der Nymphe II, 55 x.



Abb. 6 *Rhagidia longisensilla* Weibchen, unter einem Gespinst mit „Einstiegsöffnung" und zwei Eiern, 40 x.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Gelegentlich kann das Einspinnen einer Nymphe unterbleiben, was besonders bei der Nymphe III von *Rhagidia pratensis* beobachtet wurde. Dagegen spinnen sich die Nymphen der Arten *Rhagidia halophila* und *Rhagidia arenaria* immer ein.

3.2. Spinnvermögen bei *Rhagidia longisensilla*

Bei *Rhagidia longisensilla* besitzen alle mobilen Stasen ein Spinnvermögen, also auch die Adulten. Nachdem die Milbe in ein Zuchtgefäß gesetzt worden ist, beginnt sie sofort ein Gespinst als ständigen Aufenthaltsort anzulegen (Abb. 6). Ähnlich wie die Tydeiden (SCHUSTER 1972) zeigt sie eine ausgesprochen starke Thigmotaxis. Die Netze werden in Hohlkehlen zwischen Wandung und Boden des Zuchtgefäßes oder zwischen zwei hervorstehenden Unebenheiten angefertigt. Sie gleichen einem Baldachin und sind an den Rändern offen. Die dicht gesponnenen Netze enthalten in der Mitte „Einstiegsöffnungen" von ca. 150–200 µm. Häufig halten sich mehrere Milben verschiedener Stasen unter einem Netz auf. Sie vergrößern es auch kontinuierlich und legen über dem ersten ein zweites an. Dadurch entsteht ein „Etagenbau", dessen einzelne Stockwerke jeweils durch Öffnungen miteinander verbunden sind.
Obwohl mehrere Milben sich unter einem Gespinst aufhalten, beansprucht jede ein bestimmtes Territorium für sich.
Dieses läßt sich durch folgenden Versuch erhärten: Setzt man zwei frisch gefangene Rhagidien in ein Zuchtgefäß, spinnt sich jede über Nacht in ein etwa 2 mm großes Netz. Wenn man nun eines davon zerstört, läuft die Milbe aus dem defekten Netz suchend herum, wobei sie auf das Netz der anderen stößt. Ein kurzer Kampf schließt sich an. Die Überlegene bleibt dann unter dem unversehrten Netz, während die Vertriebene sich ein neues Netz baut.
Das Gespinst von *Rhagidia longisensilla* hat 4 Funktionen. Es erfüllt folgende Zwecke:
a) zum Schutz, b) zum Nahrungserwerb, c) als Häutungskokon, d) zur Brutfürsorge.

a) Das Gespinst dient als ständiger Aufenthaltsort und wird von vielen Räubern gemieden. Gamasiden, Pseudoscorpione, kleine Staphiliniden und andere *Rhagidia*-Arten kehren um, wenn sie auf Spinnfäden stoßen. Verläßt aber *Rhagidia longisensilla* ihr Netz, dann kann sie schnell z. B. von der größeren *Rhagidia pratensis* überwältigt werden.
b) *Rhagidia longisensilla* kann mit Hilfe des Gespinstes Beute fangen. Kleine Collembolen, die am Rande des Zuchtgefäßes entlanglaufen, stoßen dabei auf die schräg ausgespannten Netze. Wenn sie unter-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

durchlaufen, werden sie von den Milben angegriffen und haben dann kaum eine Fluchtmöglichkeit. Beim Wegspringen geraten sie erst recht in die feinen Fäden und werden von der Milbe überwätigt (Abb. 7). Aber auch Collembolen, die versuchen, über das Netz hinwegzulaufen oder daraufzuspringen, verfangen sich schnell in den Fäden. Dadurch kann die kleine *Rhagidia longisensilla* (ca. 550 µm) erheblich größere Beute fangen. Eine Nymphe I, die nur 210 µm groß war, erbeutete auf diese Weise einen Collembolen von mehr als doppelter Körperlänge (Abb. 8).

c) Die Nymphen fertigen sich zur Häutung kein neues Gespinst an, sondern hängen sich in das bestehende gemeinsame Netz. Dort tritt die Häutungsstarre ein. Bei 18° C schlüpft nach 3–4 Tagen die nächste Stase, die sich auch weiterhin hier aufhält (Abb. 9).

d) Die Weibchen legen ihre Eier in das gemeinsame Netz (Abb. 6). Nach dem Ablegen kümmern sie sich nicht mehr darum. Die geschlüpften Larven verlassen das Netz und spinnen sich in kleinen Löchern oder an Unebenheiten dicht daneben ein. Hierbei wird der Schlupfwinkel wie bei den Larven der anderen Arten fest zugesponnen. Nach der Häutung kann die Nymphe I wieder in das alte Netz zurückkehren.



Abb. 7 *Rhagidia longisensilla* mit einem erbeuteten Collembolen im Gespinst, 30 x.



Abb. 8 *Rhagidia longisensilla*, Nymphe I mit einem erbeuteten Collembolen, 40 x.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

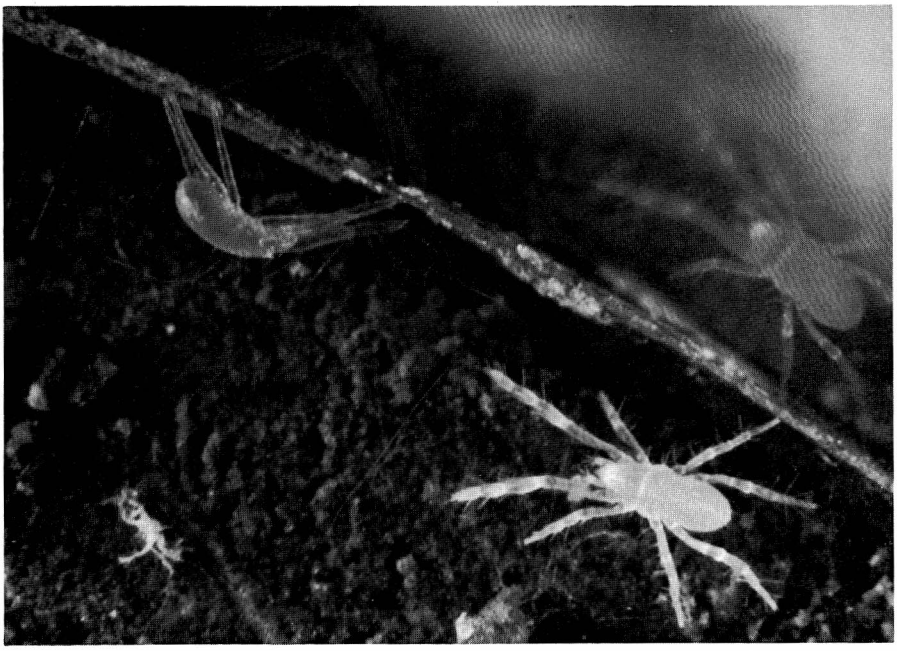


Abb. 9 *Rhagidia longisensilla*, Nymphe III in Häutungsstarre links, adultes Weibchen im Gespinst rechts, 35 x.

3.3. Diskussion

Das Spinnvermögen ist bei vielen trombidiformen Milben bekannt. Am stärksten fällt es bei den Tetranychiden auf. Die Winterweibchen der Art *Eotetranychus telarius* überziehen beim Aufsuchen des Winterquartiers die Lindenstämme mit einem celophanartigen, dichten Gespinst (MÜLLER 1960).
Die Spinnmilben legen ihre Eier in ein Gespinst, das sie auf der Blattunterseite einer Wirtspflanze anfertigen (ANDRÉ 1932, VITZTHUM 1943, BEAMENT 1951). Diese Brutfürsorge ist ebenfalls bei den Cheyletiden (ANDRÉ 1932) und *Spinibdella coronini* (ALBERTI 1973) beobachtet worden. Bei *Anystis sp.* (ANDRÉ 1932) und den Bdelliden (ALBERTI 1973) dient das Spinnvermögen zum Bau von Häutungsnestern. Nach ALBERTI (1974) treten bei den Tetranychiden an den Pedipalpen zwei Fäden aus, die noch vor dem Erhärten miteinander verschmelzen.
Einen Doppelfaden konnte ich bei den Rhagidien in keinem Fall beobachten. Das ist auch durch den Bau des Gnathosomas nicht möglich. Die Sekrete der podocephalischen und infracapitulären Drüsen fließen zwischen den Cheliceren und dem Infracapitulum in einem dreieckigen Spaltraum nach vorn.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Anhand der Ergebnisse über das Spinnvermögen der Rhagidien läßt sich innerhalb der Thrombidiformes eine Reihe mit fortschreitender Differenzierung aufstellen. Die Rhagidien sind von besonderem Interesse, weil hier innerhalb einer Gattung verschiedene Formen des Spinnvermögens vorliegen. Die einfachste Verwendung des Spinnsekretes ist bei den Bdellinae, Spinibdellinae, *Anytis sp.* (ALBERTI 1973) und verschiedenen Rhagidien *(R. pratensis, R. reflexa, R. halophila, R. mucronata, R. danica)* entwickelt. Die genannten Milben besitzen das Spinnvermögen nur während der Jugendstasen und bauen damit ihre Häutungsnester. Von diesem wohl ursprünglichen Verhalten lassen sich zwei höher differenzierte Anwendungsbereiche des Spinnvermögens ableiten: die Brutfürsorge und der Beutefang.

Brutfürsorge: Sie ist nur bei den Milben verwirklicht, die auch adult über ein Spinnvermögen verfügen. Man kann allerdings nur schwer entscheiden, ob dies als ursprünglich oder abgeleitet angesehen werden muß. Brutfürsorge findet man bei *R. longisensilla* und den Tetranychiden. Sie legen ihre Eier in das Gespinst. Bei *Spinibdella cronini* (ALBERTI 1973), Cheyletiden (ANDRÉ 1932) und Cunaxidae (ALBERTI & EHRNSBERGER 1977) werden die Eier eingesponnen.

Beutefang: Bei einigen Thrombidiformes steht das Spinnvermögen im Dienste des Nahrungserwerbs. Die Eleutherengona ernähren sich in allen mobilen Stasen gleich. Deshalb ist es auch in diesem Fall für die adulten Tiere erforderlich, Spinnsekrete zu produzieren. Nach den jetzt vorliegenden Befunden läßt sich die Differenzierung in drei Stufen verfolgen:

a) *R. longisensilla* fertigt in den drei Nymphenstasen und als Adulte feinmaschige, bis 6 mm große Netze an, die die vier oben erwähnten Aufgaben erfüllen. Die Collembolen werden mit diesem Netz mehr oder weniger passiv gefangen, wenn sie darüberlaufen oder daraufspringen und sich in den Fäden verwirren. *R. longisensilla* kann aber auch außerhalb des Netzes kleine Collembolen überwältigen.
b) *Cunaxa setirostris* spinnt nur ein aus relativ wenigen Fäden bestehendes Netz (ALBERTI & EHRNSBERGER 1977) und treibt die sich nähernde Beute hinein. Hier liegt ein höherer Differenzierungsgrad vor, indem mit wenig Spinnfäden eine hohe Effizienz erreicht wird.
c) Die höchste Differenzierung wird bei den Bdelliden erreicht (ALBERTI 1973). Sie legen zum Beutefang kein Gespinst mehr an, sondern spinnen die Beutetiere am Substrat fest. Wenn ein Beutetier versucht zu entrinnen, können die Bdelliden sogar klebriges Sekret hinunterspucken. In diesem Fall kommt das Spinnsekret erst zum Einsatz, wenn das Beutetier in Reichweite ist.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Trotz langandauernder Untersuchungen konnte bei zwei Arten von *Coccorhagidia* kein Spinnvermögen beobachtet werden. In der Zucht haben sich trotzdem mehrere Tiere ohne vorheriges Einspinnen gehäutet.

4. Funktionsmorphologie

4.1. Morphologie des Drüsensystems

Wie im vorigen Abschnitt gezeigt wurde, treten an der Gnathosoma-Spitze der Rhagidien Spinnfäden aus. Daraus ergibt sich die Frage nach dem Produktionsort.
Bezüglich der Anatomie der Rhagidien ist nur die Arbeit von NORDENSKIÖLD (1900) über *Rhagidia gigas* bekannt. Allerdings enthält diese Arbeit wenig konkrete Angaben. Er beschreibt nur zwei Paar Drüsen, von denen die eine groß und „massenförmig" und die andere schlauchförmig sein soll. Über den Verlauf der Ausfuhrgänge werden keine Angaben gemacht.

4.1.1. Der podocephalische Kanal

In der Arbeit von GRANDJEAN (1938) über die Bdelliden wird auch für die Rhagidien ein offener podocephalischer Kanal erwähnt. Er wurde bei allen *Rhagidia*-Arten gefunden und nimmt seinen Anfang auf der Coxa I, und zwar an deren hinterem Rand (Abb. 10). Hier münden die Drüsengänge dg_3 und dg_4 ein. Der podocephalische Kanal verläuft an der Oberfläche und wird von einer Hautduplikatur gebildet. Dadurch entsteht eine überdachte geschlossene Rinne. Auf histologischen Schnitten sieht man, daß das Drüsensekret in ihr wie in einer Röhre fließt (Abb. 11). Gelegentlich ist auf einigen Präparaten die Überdachung der Rinne aufgebogen, so daß das Sekret nach außen quillt. Dies ist aber sicherlich ein Artefakt. Von seinem Ursprung verläuft der podocephalische Kanal in einem Bogen über die Dorsalseite der lateral überstehenden Coxa I. Der Dorn elc_1 (GRANDJEAN 1938) auf der Coxa I liegt dicht neben dem Kanal auf der Seite des Trochanters. In seinem weiteren Verlauf macht der Kanal auf der Vorderseite der Coxa I eine tiefe Einbuchtung. Das ist die Einmündungsstelle der Drüse D_2. Danach zieht er über die Coxa des Pedipalpus hinweg, dicht vorbei am Dorn elcp. Beim Übergang seitlich ins Gnathosoma öffnet sich der geschlossene Kanal zu einer Rinne, die an der Basis des Infracapitulums unterhalb der Chelicerenbasen verläuft. Kurz nach der Öffnung des Kanals mündet die Drüse D_1 ein. Bei seitlicher Betrachtung ist der Verlauf des podocephalischen Kanals nur

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

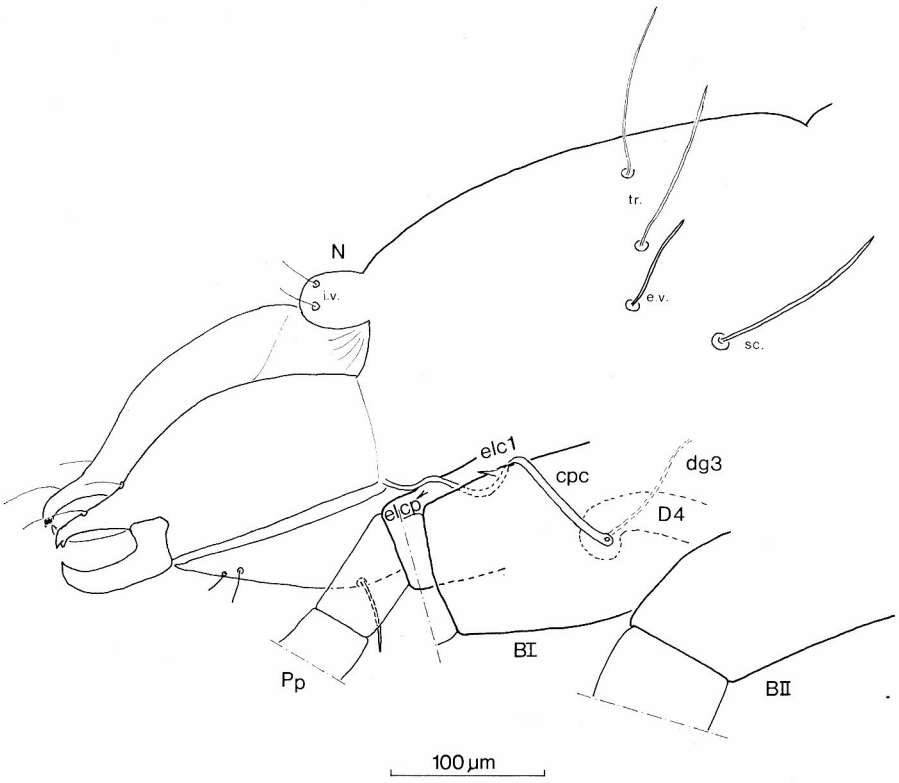


Abb. 10 *Rhagidia halophila*, Verlauf des podocephalischen Kanals.

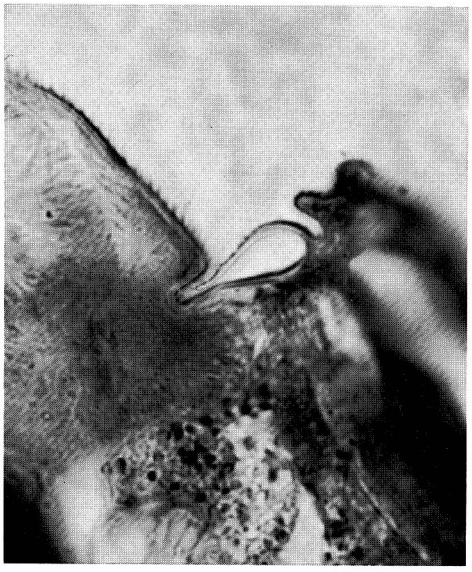


Abb. 11
Rhagidia danica, podocephalischer Kanal im Querschnitt, 1250 x.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

schwer zu verfolgen, weil er durch die schräg nach vorn gestreckten Coxen des Beines I und des Pedipalpus verdeckt wird (Abb. 12). Das beste Bild über seinen Verlauf erhält man bei dorsaler Betrachtung einer in Milchsäure aufgehellten Rhagidie. Anhand einer lückenlosen Horizontalschnittserie durch eine *Rhagidia halophila* ließ sich sein Verlauf ebenfalls rekonstruieren.

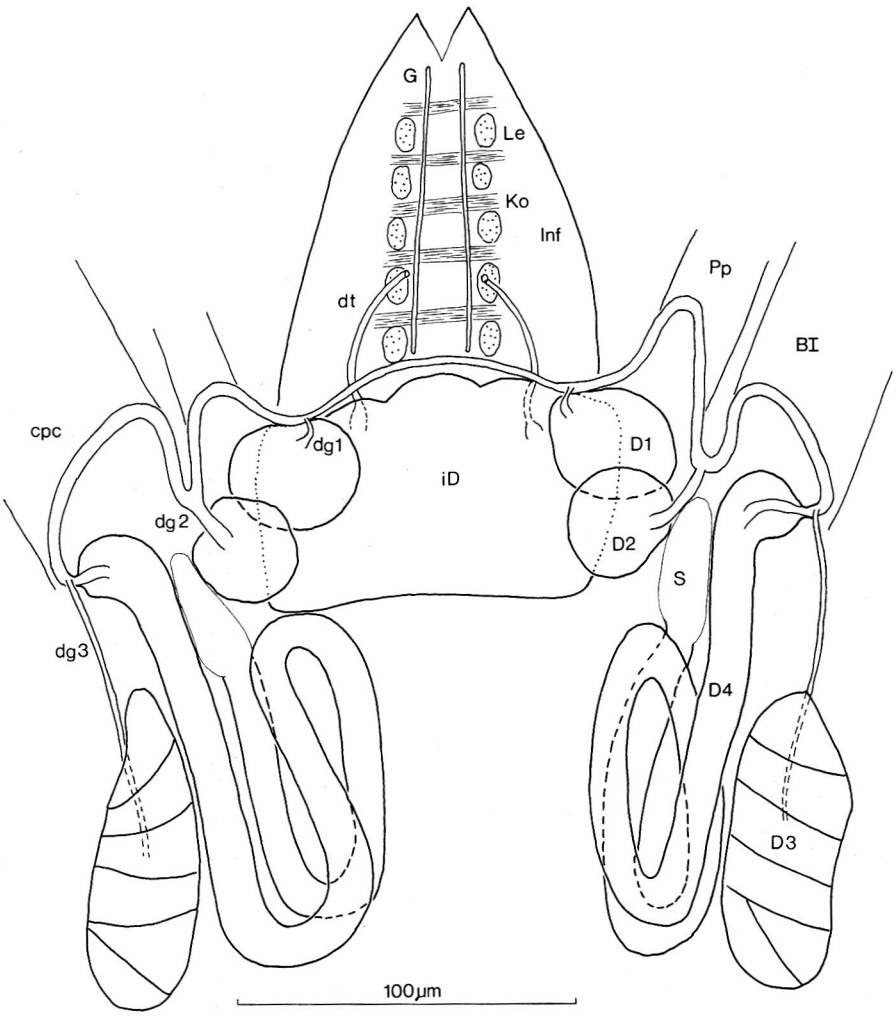


Abb. 12 *Rhagidia halophila*, Schema des Speicheldrüsen-Systems.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

4.1.2. Die podocephalischen Drüsen (D1–D4)

Im Gegensatz zu den Angaben bei NORDENSKIÖLD (1900) findet man 4 Paar acinöse und 1 Paar tubuläre Drüsen. In den podocephalischen Kanal münden auf jeder Seite 4 Drüsen. Von verschiedenen Autoren sind bei den trombidiformen Milben unterschiedliche Namen für die Drüsen eingeführt worden. Da MICHAEL (1896) bei den Bdelliden eine andere Drüse übersehen hat als GRANDJEAN (1938), ist es nach ALBERTI (1973) sehr schwer, die so beschriebenen Drüsen zu homologisieren. Ich folge deshalb dem Vorschlag von ALBERTI, die in den podocephalischen Kanal mündenden Drüsen caudad fortschreitend mit D_1 bis D_4 zu bezeichnen.
Bei allen histologisch untersuchten Arten münden auf jeder Seite 4 Drüsen in den Kanal.
Die Anzahl und Lage der Drüsen ist bei folgenden näher untersuchten Arten gleich:
R. reflexa, R. pratensis, R. longisensilla, R. danica, R. halophila, R. arenaria und *R. uniseta.*
Die folgende Beschreibung der Drüsen beruht auf den Verhältnissen bei adulten Rhagidien, hauptsächlich bei *Rhagidia halophila.*
Die 1. podocephalische Drüse (D1) liegt vorne im Aspidosoma, gleich hinter den Cheliceren. Sie ist 40 µm groß und besteht aus 6–8 keilförmigen Zellen mit nur schwach anfärbbarem Inhalt. Der Kern ist 7 µm, der Nucleolus 3 µm groß. Der stark cuticularisierte Ausführungsgang verläuft ventrad in die Cheliceren-Rinne.
Die 2. podocephalische Drüse (D2) liegt dicht hinter der ersten und gleicht dieser auch histologisch. Der kurze Ausführungsgang verläuft laterad in den podocephalischen Kanal, wo dieser die Einbuchtung zwischen Bein I und dem Pedipalpus macht.
Die 3. podocephalische Drüse (D3) liegt dorso-lateral (Abb. 13) im Aspidosoma direkt unter der Epidermis in Höhe der Augen und der Borste sc. Sie besteht bei allen untersuchten Rhagidien aus sechs stark anfärbbaren Zellen von ca. 50 µm Länge. Diese Drüse scheint eine große Synthese-Leistung zu besitzen. Bei allen Arten und in den verschiedenen Stasen ist sie stark mit Sekret-Tropfen angefüllt. Der Kern erreicht eine Größe von 8–10 µm, der Nucleolus von 5 µm. Bei *Rhagidia halophila* beträgt der Durchmesser dieser flachen Drüse 120 µm. Von den nierenförmig angeordneten Zellen führt ein Drüsengang von 70 µm Länge rostrad zur Coxa I und mündet in den podocephalischen Kanal. Es ist der längste Drüsengang bei den Rhagidien.
Die 4. podocephalische Drüse (D4) mündet unmittelbar daneben ein. Sie ist die bei vielen Milben beschriebene tubuläre Speicheldrüse und besteht aus einem langen, gewundenen Schlauch, der am Ende in

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

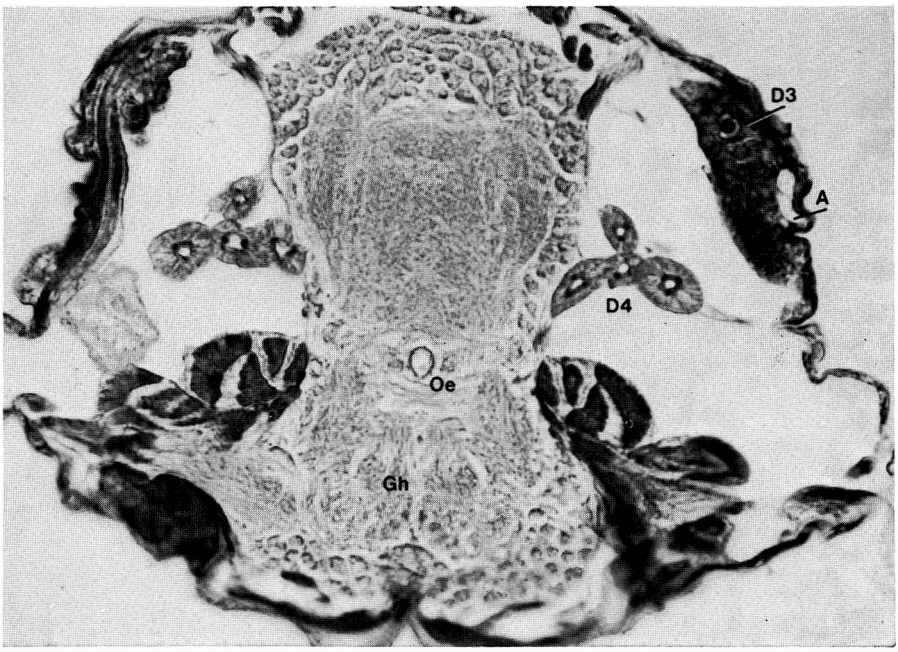


Abb. 13 *Rhagidia pratensis,* Nymphe III während der Häutungsstarre, 3. u. 4. podocephalische Drüse; Querschnitt, 650 x.

einen dünnhäutigen Sack übergeht. Es handelt sich um eine Coxaldrüse, deren Differenzierung in Sacculus und Labyrinth erstmals ALBERTI (1973) für die Trombidiformes nachwies. Der doppelt gewundene tubuläre Abschnitt zieht von der Einmündung in den podocephalischen Kanal auf der Coxa I anad bis zum Ventrikel. Dort wendet er sich rostrad und leicht bis an den Hinterrand der infracapitulären Drüse (iD). Von hier verläuft der Tubulus noch einmal zum Ventrikel und geht nach einem weiteren Bogen in den Sacculus über. Auf Querschnitten durch das Aspidosoma erscheint er deshalb viermal (Abb. 13). Der Durchmesser nimmt im Verlauf zur Ausmündung geringfügig zu und liegt für *Rhagidia reflexa* bei 20 µm. Das Lumen beträgt 5 µm. Die den Schlauch bildenden Zellen sind polar aufgebaut und lassen sich als Drüsenzellen erkennen. Basal in ihnen liegt ein dichtes Cytoplasma, das apikal, also zum Lumen des Schlauches hin, dünner wird. Hier liegen gelegentlich kleine Sekretgranula, die sich stark mit Azokarmin anfärben lassen.
Die etwa 7 µm hohen Drüsenzellen enthalten einen 2–3 µm großen Kern mit einem etwa 1 µm großen Nucleolus. Der Kern liegt nicht im basalen, sondern im apikalen Teil der Drüsenzelle. Diese ungewöhnliche Lage habe ich bei allen Arten und in deren verschiedenen Stasen gefunden.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Der Tubulus wird von drei Drüsenzellen gebildet, deren Wände nur schwach erkennbar sind. Im apikalen Bereich verläuft eine 1 µm große Rille zwischen den aneinandergrenzenden Drüsenzellen. Die Rille läßt sich am besten an Milben im Ruhestadium nachweisen (Abb. 14). Diese Rillen zeigen auf histologischen Schnitten ein typisches Netzmuster.
Da im Querschnitt gesehen jeweils 3 Zellen den Tubulus bilden, ergeben sich aus den das Lumen begrenzenden Zelloberflächen sechseckige Strukturen, die zusammen ein Bienenwabenmuster ergeben. Bei einem Flächenschnitt durch den Tubulus tritt das Netzmuster besonders deutlich hervor (Abb. 15). Man kann dann genau jedem Sechseck einen Zellkern zuordnen, wodurch wiederum deutlich wird, daß diese auffällige Struktur durch die Zellgrenzen bedingt ist. Auch an schwach aufgehell-



Abb. 14 *Rhagidia pratensis*, Nymphe III während der Häutungsstarre, Querschnitt. Tubulus der 4. podocephalischen Drüse, flächig angeschnitten. Dadurch wird die Rille (Ri) zwischen zwei Tubulus-Zellen sichtbar. 1300 x.

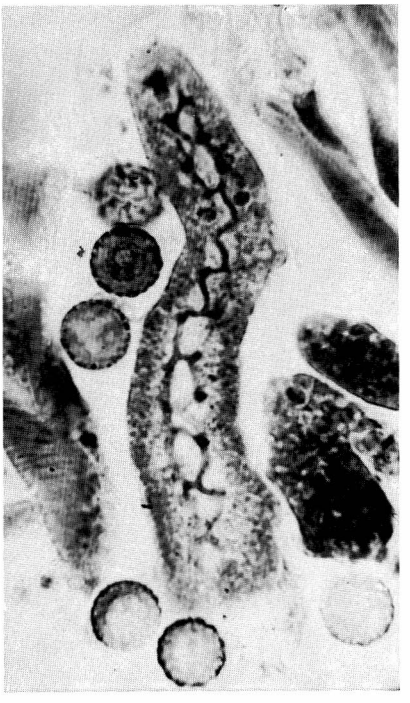


Abb. 15 *Rhagidia reflexa*, Sagittalschnitt durch eine Windung der 4. podocephalischen Drüse, 1250 x.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

ten Totalpräparaten ist anhand dieser Netzstruktur der Verlauf der Coxaldrüse (D4) wiederzuerkennen. Im Lumen ist außer dem Sekret in den Rinnen nichts weiter zu finden. Auch bei einer Tri-PAS-Reaktion (Abb. 16) auf Glycogen und einer Formaldehyd-Osmiumtetroxid-Fixierung für Lipide bestätigt sich diese Tatsache.

Am proximalen Ende geht der Tubulus in den Sacculus über, der bei *Rhagidia pratensis* etwa 40–50 µm lang ist und eine Höhe bis zu 35 µm erreicht. Der Sacculus liegt dicht neben dem distalen Ende des Tubulus, der nicht von den Doppelwindungen flankiert wird.

Die Epithelzellen des Sacculus sind unterschiedlich groß. Bei einer *Rhagidia reflexa* sind Zellen von ca. 1 µm bis 8 µm nebeneinander vorhanden, von denen die letzteren Sekret enthalten (Abb. 17). Der Sacculus und der Tubulus sind von einer nichtzellulären Membran umgeben. Bei vielen Rhagidien liegen die kleinen Sacculus-Epithelzellen unterhalb der Auflösung des Lichtmikroskops, so daß nur noch die Membran sichtbar ist, welche aber notwendigerweise von einem Epithel abgeschieden worden sein muß. Dies ist der Fall bei den im Ruhestadium befindlichen



Abb. 16 *Rhagidia pratensis*, Sacculus, Tri-PAS-Reaktion auf Glycogen, Querschnitt, 1100 x.

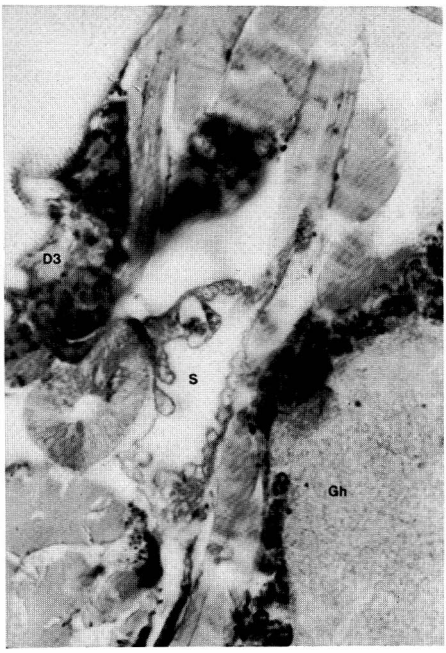


Abb. 17 *Rhagidia reflexa*, Querschnitt durch den Sacculus, 1150 x.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

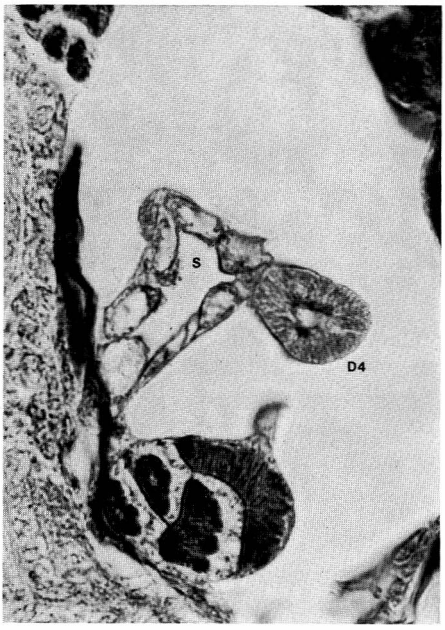


Abb. 18 *Rhagidia pratensis,* Querschnitt durch eine Nymphe in Häutungsstarre; Sacculus aus unterschiedlichen, z. T. drüsigen Epithelzellen zusammengesetzt, 1080 x.

Nymphen III von *Rhagidia reflexa.* Der Verband dieser kleinen Zellen wird von weitaus größeren unterbrochen (Abb. 18), die 10 µm hoch sind und außer einem 3–4 µm großen Kern basophiles Sekret enthalten.

4.1.3. Die infracapituläre Drüse (iD)

Die paarige infracapituläre Drüse (iD) ist zu einem einheitlichen Komplex verschmolzen. Der ursprünglich paarige Charakter wird noch durch die beiden Ausführungsgänge deutlich, die auf der Dorsalseite des Infracapitulums nahe der Cheliceren-Rinne münden. In der Larve ist die



Abb. 19 *Rhagidia danica,* Larve in der Prälarvenexuvie, 1. podocephalische Drüse und embryonal angelegte infracapituläre Drüse, 330 x.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

infracapituläre Drüse noch deutlich paarig zu erkennen (Abb. 19). Sie ist die größte der „Speicheldrüsen" und wurde wohl auch von NORDENSKIÖLD (1900) bei *Rhagidia gigas* gefunden, ohne daß er die Drüse durch die Lage der Ausfuhrgänge genau identifiziert hat. Der Drüsenkomplex liegt vor dem Gehirn und nimmt den gesamten vorderen Bereich der Milben ein. Die 100 µm langen, keilförmigen Zellen reichen von der Dorsalseite bis etwa zur Höhe der Cheliceren-Rinne herunter, wo sie ihr azidophiles Sekret in die Ausfuhrgänge abgeben. Die ventral liegenden Zellen der infracapitulären Drüse erstrecken sich bis unter das Gehirn und mit drei Ausläufern in das Gnathosoma. Der Oesophagus zieht durch die Drüsenmasse hindurch. Im dorsalen Bereich wird sie durch die beiden Cheliceren-Retraktoren in drei Loben geteilt. Die beiden Anteile des Drüsenkomplexes bestehen aus je neun Zellen mit einem basal liegenden Kern von 11 µm und einem Nucleolus von 8–9 µm.

4.2. Veränderungen an den Drüsen während der Sekretabgabe

Wie bereits erwähnt, besitzen alle untersuchten Rhagidien ein Spinnvermögen. Während es bei der *Rhagidia longisensilla* in allen Stasen vorhanden ist, bleibt es bei den anderen Arten auf die Jugendstasen von der Larve bis zur Nymphe III beschränkt. Um die Herkunft des Spinnsekretes zu klären, sollen folgende Vergleiche durchgeführt werden:

a) Vergleich zwischen den spinnenden und nicht spinnenden Stasen einer Art
b) Vergleich zwischen der adulten spinnfähigen *Rhagidia longisensilla* und den anderen adulten Rhagidien
c) Vergleich der Larve von *Rhagidia danica* mit anderen Stasen.
d) Vergleichende Beobachtungen an *Rhagidia halophila* beim Beutefang und beim Einspinnen (Nymphe III).

a) Bei *R. halophila* sind an der Nymphe III folgende Unterschiede gegenüber der Adulten zu finden: Die erste podocephalische Drüse ist bei der Nymphe III im Verhältnis zu den anderen Drüsen und zur Körperlänge größer als beim Adultus. Außerdem enthält sie ein Sekret, das wiederum bei den Adulten nicht zu beobachten ist. Untersuchungen an *R. pratensis* und *R. arenaria* führen zu demselben Ergebnis.
Die zweite Veränderung ist an der infracapitulären Drüse zu beobachten. Bei den spinnfähigen Nymphen III der Arten *R. halophila, R. arenaria, R. pratensis* und *R. reflexa* sind einige distal liegende Drüsenzellen auf beiden Seiten prall mit Sekret-Tröpfchen gefüllt, die sich stark acidophil anfärben. Diese 2–3 Zellen unterscheiden sich von den übrigen Zellen der Drüse. Sie reichen mit ihren Ausläufern

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.



Abb. 20 *Rhagidia danica*, embryonale infracapituläre Drüse bei der Larve mit Ausführgang (retuschiert), 900 x.

in die Pedipalpen (Abb. 21) und lateral auf beiden Seiten ins Infracapitulum hinein.

MICHEAL (1896) beschreibt bei den Bdelliden an der „rheniformen Drüse" (das ist nach der neuen Klassifizierung die 3. podocephalische Drüse) eine Zelle, die von den übrigen abweicht. Sie ist prall mit Sekret gefüllt; daher hält er sie für das Endstadium in der Entwicklung einer Drüsenzelle.

Bei den adulten Rhagidien sind alle Drüsenzellen der infracapitulären Drüse gleich aufgebaut.

An der 2. podocephalischen Drüse ist kein wesentlicher Unterschied vorhanden. Bei diesem Vergleich kann man an der 3. podocephalischen Drüse feststellen, daß sie jeweils prall mit Sekret-Tröpfchen gefüllt ist. Die 4. podocephalische Drüse, bestehend aus Sacculus und Tubulus, ist eine Coxaldrüse, und dient wahrscheinlich der Osmoregulation. Sie darf deshalb bei dieser vergleichenden Betrachtung außer acht gelassen werden, zumal bei ihr von der Larve bis zum adulten Tier keine Unterschiede vorhanden sind.

Der Vergleich zwischen den spinnfähigen Jugendstasen und den nicht mehr spinnenden Adulten bringt mithin zwei deutliche Unterschiede:

Bei den Nymphen ist die erste podocephalische Drüse stärker entwickelt und enthält Sekrete.

Bei den Nymphen sind an der infracapitulären Drüse 2–3 bestimmte Zellen besonders stark entwickelt.

b) *R. longisensilla* fertigt in allen mobilen Stasen Gespinste an, die verschiedene Aufgaben erfüllen. Die 1. podocephalische Drüse ist bei dieser Art größer als bei den übrigen adulten Rhagidien. Einzelne Zellen sind 25–30 µm groß und besitzen einen 10 µm großen Kern mit einem Nucleolus von 4 µm. Bei *R. halophila* erreicht die ganze Drüse nur 40 µm. Berücksichtigt man die Körperlänge von 550 µm bei *R.*

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

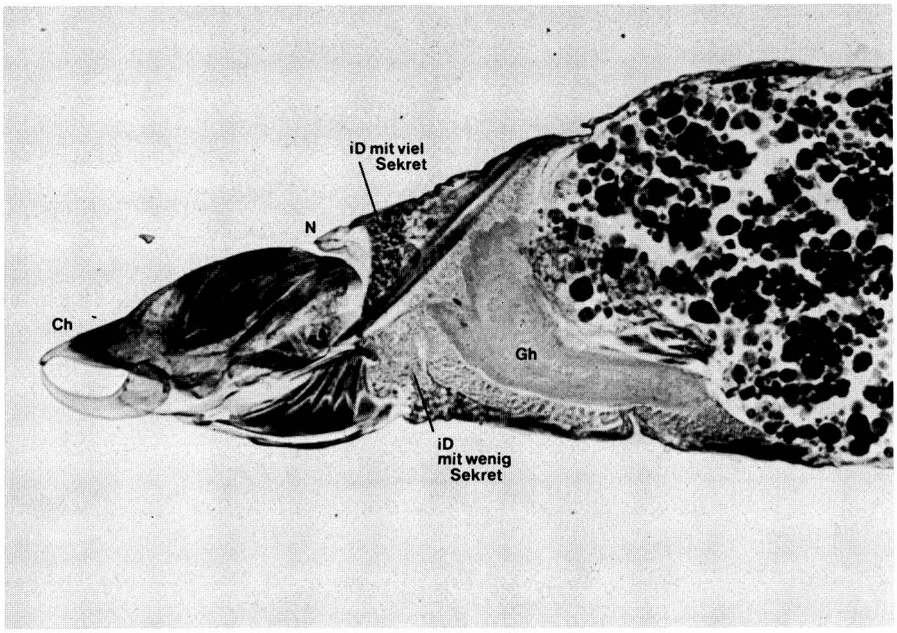


Abb. 21 *Rhagidia arenaria*, Nymphe III, infracapituläre Drüse im dorsalen Bereich mit viel Sekret, im ventralen Bereich mit wenig Sekret, 350 x.

longisensilla im Verhältnis zu etwa 1000 µm bei *R. halophila*, so wird die größere Ausbildung der 1. podocephalischen Drüse von *R. longisensilla* noch deutlicher. In den Drüsenzellen befinden sich große Sekret-Anhäufungen, die bei den anderen adulten Rhagidien nicht vorhanden sind.
Die infracapituläre Drüse weist keine abweichenden Merkmale auf.
Die 3. podocephalischen Drüsen fallen bei der spinnenden *R. longisensilla* durch ihre besondere Größe im Verhältnis zur Idiosoma-Länge auf.

c) Die Rhagidien zeigen die Tendenz, die larvale Stase zu unterdrücken und eine Calyptostase zu entwickeln. Die *Rhagidia*-Larven nehmen keine Nahrung auf und spinnen sich bereits 1–2 Tage nach dem Schlüpfen ein. Notwendigerweise müssen deshalb in der Larve wenigstens diejenigen Drüsen entwickelt sein, die an der Spinnsekret-Produktion beteiligt sind. Für diese Untersuchungen eignen sich wegen ihrer Größe am besten die Larven von *R. danica*. Ich habe die Larven kurz vor und während des Schlüpfens aus der Prälarven-Exuvie fixiert. Es sind in ihnen schon alle Drüsen vorhanden. Aller-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

dings unterscheiden sie sich stark in ihrem Entwicklungsgrad. Die infracapituläre Drüse ist noch völlig unentwickelt. Ihre Zellen sind noch nicht als Drüsenzellen differenziert und liegen als kleine flaschenförmige Gebilde locker um die beiden Ausführgänge herum. Man erkennt deutlich, daß die Drüsen paarig angelegt sind und in diesem Entwicklungsstadium noch nicht wie in den nächsten Stasen miteinander verschmolzen sind. Es sind 15 Zellen von 15–18 µm Länge mit einem 4 µm großen, basal liegenden Kern. Sie enthalten keine Sekret-Tröpfchen (Abb. 20). In den nächsten Stasen dagegen ist die infracapituläre Drüse die größte von allen in den Mundraum mündenden Drüsen. Hieraus läßt sich ableiten, daß die infracapituläre Drüse bei den Larven nicht an der Spinnsekret-Produktion beteiligt sein kann, weil sie sich noch im embryonalen Zustand befindet.

Die 1. podocephalische Drüse ist bei den Larven außerordentlich groß. Die einzelnen Zellen haben einen Durchmesser von 35–40 µm. In den Zellen und im Ausführungsgang ist Sekret vorhanden. Es ist offensichtlich, daß die 1. podocephalische Drüse voll ausdifferenziert ist.

Von der 2. podocephalischen Drüse sind nur einige kleine Zellen vorhanden.

Besondere Beachtung verdient die 3. podocephalische Drüse. Sie ist voll entwickelt und prall mit Sekret gefüllt. Wie auch in den anderen Stasen und Arten besteht die Drüse aus sechs nebeneinanderliegenden konischen Zellen, die bei den Larven 35 µm lang sind und einen basal liegenden Kern von 6 µm mit einem Nucleolus von 4 µm enthalten. Der Drüsengang ist voll ausgebildet und mündet in den podocephalischen Kanal, der sich bis zur Cheliceren-Rinne verfolgen läßt. Diese Drüse ist zu diesem Zeitpunkt schon auf eine hohe Produktionsrate eingestellt und kommt neben der 1. podocephalischen Drüse bei den Larven als Spinndrüse in Betracht.

d) Ich habe *R. halophila* mehrere Tage hungern lassen und dann Beutetiere ins Zuchtgefäß gegeben. Kurz nach dem Beutefang wurden die Milben fixiert. Bei ihnen befindet sich in allen Zellen der infracapitulären Drüse eine größere Menge von Sekreten als bei Milben, die nicht gehungert haben. Weitere Veränderungen sind nicht vorhanden. Hieran wird deutlich, daß die infracapituläre Drüse an der Verdauungssekret-Produktion beteiligt ist.

Bei bereits eingesponnenen Nymphen III von *R. halophila* fällt auf, daß die Sekretmenge in den distal liegenden Zellen der infracapitulären Drüse geringer ist als bei anderen Nymphen vor dem Einspinnen.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

	Infracapit. Drüse	1. podocephalische Drüse	3. podocephalische Drüse
R. halophila, adult ♀	alle Zellen gleich	Drüse 40 µm ohne Sekret Zelle 30 µm Kern 7 µm Nucleol. 3 µm	mit viel Sekret
R. halophila Nym. III	einige laterodistale Zellen ganz mit Sekret gefüllt	Drüse 35 µm mit Sekret Zelle 26 µm Kern 6 µm Nucleol. 4 µm Ausführgang mit Sekret	mit viel Sekret
R. longisensilla adult ♀	alle Zellen gleich	Drüse groß mit Sekret Zelle 30 µm Kern 10 µm Nucleol. 4 µm	mit viel Sekret
R. danica-Larve	paarig angelegt aus je 15 undifferenzierten embryonalen Zellen	voll differenzierte Drüsenzellen 30–40 µm mit Sekret	6 Drüsenzellen von 35 µm mit viel Sekret

Tab. 1 Vergleich der Veränderungen an den Drüsenzellen

Durch den vorliegenden Vergleich der Veränderungen an den Drüsenzellen ist eine Eingrenzung der für das Spinnvermögen zuständigen Drüsen möglich. Bei allen Spinnsekret produzierenden Rhagidien sind die 1. und 3. podocephalischen Drüsen gut entwickelt und enthalten Sekret. Dieser Befund wird von den bei Larven gewonnenen Ergebnissen noch bestätigt, denn bei ihnen sind nur diese beiden Drüsen funktionsfähig. Da die einzige beobachtete Tätigkeit der Larven das Einspinnen ist, müssen die sekretführenden 1. und 3. podocephalischen Drüsen dafür zuständig sein.

Durch Hungerversuche an *R. halophila* wurde die Beteiligung der infracapitulären Drüse an der Verdauungssekret-Produktion deutlich. Auch dieses Ergebnis stimmt mit den Verhältnissen bei den Larven überein, die ja keine Nahrung aufnehmen und deshalb während dieser Stase auch

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

noch keine funktionierenden Speicheldrüsen zu besitzen brauchen. Man findet bei ihnen die infracapituläre Drüse tatsächlich völlig unterentwikkelt vor (Abb. 20), was als weiterer Hinweis auf die Funktion in höheren Stasen gewertet werden darf.
Durch die Ergebnisse aus dem Vergleich zwischen den spinnfähigen Nymphen und nicht spinnfähigen Adulten muß das bisher gewonnene scheinbar klare Bild über die Spinnsekret-Produktion abgeschwächt werden. Denn diese Nymphen haben im latero-distalen Bereich der infracapitulären Drüse einige prall mit Sekret gefüllte Zellen. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß auch die infracapituläre Drüse in irgendeiner Weise am Spinnvorgang beteiligt ist. Wie Tabelle 1 zeigt, enthalten die Zellen der 3. podocephalischen Drüse bei allen Milben in allen mobilen Stasen Sekrete, auch bei den nicht spinnenden Adulten. Es ist also nicht möglich, der 3. podocephalischen Drüse eine bestimmte Funktion zuzuordnen.

4.3. Diskussion

4.3.1. Der podocephalische Kanal

Der podocephalische Kanal ist ein nach außen hin geschlossenes System. Es kommt dadurch zustande, daß eine Rinne von einer Haut-Duplikatur völlig überdacht ist. Sie erstreckt sich von einer Seite über die Rinne.
GRANDJEAN (1938) berichtet dagegen von einer offenen Rinne bei Rhagidien. Dieses Versehen ist wohl auf den Umstand zurückzuführen, daß er nur in Milchsäure aufgehellte Milben untersucht hat. Die zarte, aber doch vollständige Überdachung ist dagegen nur auf histologischen Schnitten zu erkennen.
Der podocephalische Kanal kann bei den „Trombidiformes" recht unterschiedlich aufgebaut sein. Nach seiner Ausgestaltung und weiteren Merkmalen führt VAN DER HAMMEN (1968) eine Klassifizierung dieser Gruppe durch. Bei den Bdelliden und Anystiden verläuft der Kanal oberflächlich und ist an die Epidermis gebunden, während er bei den Labidostomiden und Parasitengona eingesenkt verläuft.

4.3.2. Drüsenbesteck

Für die Gruppe der „Eleutherengona" stellte ALBERTI (1973) zum ersten Mal 4 Drüsen am podocephalischen Kanal fest. Daraus ergibt sich eine Übereinstimmung mit den Verhältnissen bei den Parasitengona, wie sie

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

WITTE (1978) für die Erythraeiden bestätigte. Durch die hier aufgezeigten Verhältnisse bei *Rhagidia* wird es nun immer wahrscheinlicher, daß die Gruppe der Actinotrichida mit einem in den Grundzügen übereinstimmenden Drüsensystem versehen ist.

Bisher war für die „Trombidiformes" keine Coxaldrüse nachgewiesen worden, sondern nur für Holothyroiden (THON 1905) und Argasiden (LEES 1946, GROEPLER 1969). Unterdessen haben ALBERTI (1973) an Bdelliden und WITTE (1978) an Erythraeiden eine Coxaldrüse gefunden. ALBERTI schreibt von einem „dünnhäutigen Sack" bei den Bdelliden. Nach meinen Untersuchungen ist der Sacculus bei den Rhagidien abweichend von dem oben erwähnten Beispiel gebaut. Er kann aus unterschiedlich großen, granulahaltigen Zellen aufgebaut sein. Ein ähnliches Ergebnis fand VISTORIN-THEIS (1977) bei Calyptostomiden. In diesem Zusammenhang müssen die Untersuchungen von LEES (1946) an Argasiden erwähnt werden. Er fand bei *Ornithodorus moubata* eine Coxaldrüse, die dem allgemeinen Aufbau entspricht. Sie ist aus einem gewundenen Labyrinth und einem stark gefalteten Sacculus aufgebaut, dessen Wandung aus einer 1–2 µm dicken „Filtrationsmembran" besteht. Ein zelluläres Epithel konnte allerdings nicht nachgewiesen werden. Bei der Art *Ornithodorus delanoei acinus* liegen die Verhältnisse anders. Die 1 mm lange Coxaldrüse ist nicht in Sacculus und Labyrinth differenziert, sondern stellt einen Sack dar, dessen Wandung mosaikartig aus etwa 20 µm großen Exkretionszellen und der Filtrationsmembran zusammengesetzt ist. Ein Tubulus ist nicht vorhanden. LEES homologisiert diese Exkretionszellen mit den Zellen, die das Labyrinth bei *Ornithodorus moubata* bilden. Dieses Labyrinth ist seiner Meinung nach eventuell im Laufe der Höherentwicklung durch Aggregation der Exkretionszellen entstanden. Bei den Rhagidien fand ich einen Sacculus, der wie bei *Ornithodorus delanoie acinus* aus großen, Sekret führenden Zellen und einer dazwischen liegenden dünnen Membran besteht. Der Unterschied liegt aber darin, daß der Sacculus bei *Rhagidia* in den doppelt gewundenen Tubulus übergeht. Die großen Sacculuszellen ähneln nicht den Tubuluszellen.

THON (1905) erkannte als erster bei den Milben die tubuläre Drüse als Coxaldrüse. Doch er hielt den „größten Teil der Coxaldrüse" für ektoblastisch. KAESTNER (1969) sieht den Tubulus bei Arthropoden für mesodermal an. ANDRÉ (1949) sagt ebenso, daß die Coelomoducte der Arthropoden mesodermal sind. BUXTON (1917) weist für Skorpione ebenso die Zugehörigkeit des Labyrinthes zum Mesoderm nach. Auch SIEWING (1969) stellt für die Cheliceraten fest, daß der Nephridialgang zum erheblichen Teil aus Mesoderm besteht.

Es darf folglich als gesichert gelten, daß die Coxaldrüse auch für die Milben mesodermalen Ursprungs ist. Da die Bildung einer chitinigen

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Cuticula auf das Ektoderm beschränkt ist, darf man also im Tubulus keine Cuticula vorfinden. Allerdings kann der distale Abschnitt des Labyrinths in eine chitinöse Ausbuchtung übergehen, welche die Funktion einer Sammelblase hat.
In mehreren Arbeiten über Milben herrscht über diesen Punkt Unklarheit. SCHMIDT (1936) beschreibt für *Diplodontus despiciens* eine Intima als Auskleidung der tubulären Drüsen, und WOODRING (1962) gibt für *Ceratozetes cisalpinus* eine spiralige Verdickung im Lumen an. Diese soll, wie auch die übrige Auskleidung, cuticulär sein.
Diese cuticuläre Verdickung und Auskleidung im Tubulus dürfte nicht existieren. WOODRING hat die von ihm beschriebene „Supracoxaldrüse" nicht als Coxaldrüse angesehen und möglicherweise für ektoblastisch gehalten. Deshalb lag es wohl nahe, die auffällige spiralige Struktur als cuticuläre Verdickung zu deuten. Da eine Cuticula im Tubulus nicht in Betracht kommen kann, handelt es sich möglicherweise um wie bei Rhagidien festgestellte Rillen oder Verdickungen an den Zellgrenzen.

4.3.3. Zur Funktionsanatomie des Spinnens

Die Untersuchungen zur Funktionsanatomie des Spinnens haben ergeben, daß die 1. und 3. podocephalische Drüse maßgeblich an der Spinnsekret-Produktion beteiligt sind. Die infracapituläre Drüse ist in der Larve völlig funktionslos und kann für diese Stase als Spinndrüse ausgeschlossen werden, zumal sie mit der Speichelproduktion für die extraintestinale Verdauung in Zusammenhang gebracht werden kann.
ALBERTI (1973) kommt für die Bdelliden zu abweichenden Ergebnissen. Seinen Untersuchungen zufolge ist die infracapituläre Drüse als eine Spinnsekret produzierende Drüse anzusehen. Die 3. podocephalische Drüse soll das Beutefangsekret erzeugen, das über einen komplizierten Weg in das Supraösophageal-Organ gelangt. Hier wird das Sekret gespeichert, bevor es zum Ankleben der Beute verwendet wird. Die Herkunft des Spinn- und Beutefang-Sekretes ist also streng getrennt.
Bei den Tydeiden (SCHUSTER 1972) und Bdelliden (ALBERTI 1973) tritt der Spinnfaden wie bei den Rhagidien an der Spitze des Infracapitulus aus. Das Spinnvermögen der Tetranychiden (ALBERTI 1974) dürfte dem der o. g. Gruppen nicht homolog sein, da das Spinnsekret mit zwei Spinnborsten auf den Pedipalpen abgegeben wird und die dazugehörigen Spinndrüsen in den Pedipalpen liegen.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Abkürzungen in den Abbildungen

A	Augenfleck
B	Bein
Ch	Chelicere
cpc	podocephalischer Gang
D	Drüse
dg 1, 2, 3	Ausführgang der podocephalischen Drüsen
dg 4	Ausführgang der 4. podoceph. Drüse = Coxaldrüse
dt	Ausführgang der infracapitulären Drüse
elc_1	Dorn auf der Coxa von Laufbein I
elcp	Dorn auf der Pedipalpencoxa
e. v.	external vertical seta
G	Gleitkante für die Chelicere
Gh	Gehirn
iD	infracapituläre Drüse
i. v.	internal vertical seta
Ko	Konstriktoren der Pharynxpumpe
Le	Levatoren der Pharynxpumpe
N	Naso
Oe	Oesophagus
Pp	Pedipalpus
S	Sacculus
sc	scapular seta
tr	Trichobothrium

Schriftenverzeichnis

ALBERTI, G. (1973): Ernährungsbiologie und Spinnvermögen der Schnabelmilben (Bdellidae, Trombidiformes). – Z. Morph. Tiere **76**: 285–338.

ALBERTI, G. & STORCH, V. (1974): Über Bau und Funktion der Prosoma-Drüsen von Spinnmilben (Tetranychidae, Trombidiformes). – Z. Morph. Tiere **79**: 133–153.

ALBERTI, G. & EHRNSBERGER, R. (1977): Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zum Spinnvermögen der Bdelliden und Cunaxiden (Acari, Prostigmata). – Acarologia **XIX** (1): 55–61.

ANDRÉ, M. (1932): La sécrétion de la soie chez les acariens. – Soc. Ent. France. Livre du centenaire: 457–472.

BEAMENT, J. W. L. (1951): The structure and formation of the egg of the fruit tree red spider mite, *Metatetranychus ulmi* Koch. – Ann. appl. Biol. **38**: 1, 1–24.

BURCK, H.-C. (1969): Histologische Technik. – G. Thieme Verlag, Stuttgart, 2. Aufl. 183 S.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

DUGÉS, A. (1834): Récherches sur l'ordre des Acariens en général et la famille des Trombidiés en particulier. – Ann. Sc. nat., Zool., 2 sér. I et II.

EHRNSBERGER, R. (1974): Prälarval- und Larvalentwicklung bei Rhagidiiden (Acarina: Prostigmata). – Osnabrücker naturw. Mitt. **3**: 85–117.

GRANDJEAN, F. (1938): Observations sur les Bdelles (Acariens). – Ann. Soc. ent. France. **107**: 1–24.

GROEPLER, W. (1969): Feinstruktur der Coxalorgane bei der Gattung *Ornithodorus* (Acari, Argasidae). – Z. wiss. Zool. **178**: 235–275.

HAMMEN, L. VAN DER (1968): Introduction Générale à la Claasification, la Terminologie, Morphologie, l'Ontogénèse et l'Evolution des Acariens. – Acarologia t. **X**: 401–412.

LEES, A. D. (1946): Chloride regulation and the function of the coxal glands in ticks. – Parasitol. **37**: 172–184.

MICHAEL, A. D. (1896): The internal anatomy of *Bdella*.-Trans. Linn. Soc., 2. ser. **6**, 477–528.

NORDENSKIÖLD, E. (1900): Beiträge zur Kenntnis der Anatomie von *Norneria gigas* R. Can.-Acta Soc. Sc. Fenn. Helsingfors. **26** (6): 1–23.

ROMEIS, B. (1968): Mikroskopische Technik. – R. Oldenbourg Verlag, München. 16. Aufl. 757 S.

SCHMIDT, U. (1936): Beiträge zur Anatomie und Histologie der Hydracarinen, besonders von *Diplodontus despiciens* O. F. Müller. – Z. Morph. Ökol. Tiere **30**: 99–176.

SCHUSTER, R. (1972): Spinnvermögen bei Tydeiden (Milben). – Die Naturwissenschaften **59**, H. 6: 275.

THON, K. (1905): Über die Coxaldrüsen bei Holothyroiden. – Zool. Anz. **28**: 823–832.

VISTORIN-THEIS, G. (1977): Anatomische Untersuchungen an Calyptostomiden (Acari, Trombidiformes). – Acarologia **XIX** (2): 242–257.

VITZTHUM, H. GRAF VON, (1943): Acarina. – In: Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Lepzig, **5**, Abt. 4, Buch 5, 1011 S.

WITTE, H. (1978): Die postembryonale Entwicklung und die funktionelle Anatomie des Gnathosomas in der Milbenfamilie Erythraeide (Acarina, Prostigmata). – Zoomorphologie **91**: 157–189.

WOODRING, J. P. & COOK, E. F. (1962): The internal anatomy, reproductive physiology, and molting process of *Ceratozetes cisalpinus* (Acarina: Oribatei). – Ann. Ent. Soc. Amer. **55**, (2): 164–181.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: 6

Autor(en)/Author(s): Ehrnsberger Rainer

Artikel/Article: Spinnvermögen bei Rhagidiidae (Acari, Prostigmata) 45-72