

Morphologische Untersuchungen über die Fühlersinnesorgane von ischnozeren Vogel-Mallophagen

VON JADWIGA ZŁOTORZYCKA UND JERZY KASSNER

Aus dem Zakład Parazytologii Ogólnej und Laboratorium für Elektronenmikroskopie am Instytut Mikrobiologii der Universität Wrocław, VR Polen

Eingegangen: 12. Dezember 1985

Einführung. Als äußerlich auffälligste Fühlersinnesorgane der ischnozeren Mallophagen sind bereits in den vergangenen Jahren die im englischsprachigen Schrifttum als „sensilla coeloconica“ und „pore organs“ bezeichneten Organe bekannt geworden (KIM & LUDWIG 1982). Wir verwenden nach einem Vorschlag von Wd. EICHLER im deutschen Text hierfür die Bezeichnungen „Grubenkegel“ (für sensilla coeloconica) und deskriptiv „Porenorgane“ (für pore organs). Bei Ischnocera mit 5gliedrigen Fühlern (typischen Vogelparasiten) befinden sich solche Sinnesorgane auf der Bauchseite der beiden letzten Fühlerglieder (nur im Rasterelektronenmikroskop [REM] gut sichtbar). Auf dem V. Fühlerglied kommen je ein Grubenkegel und zwei Porenorgane vor und auf dem IV. Fühlerglied auch je ein Grubenkegel, aber nur ein Porenorgan. Diese Sinnesorgane von *Zlotoryzycella lagopi* und *Naubates prioni* sind abgebildet als REM-Aufnahmen bei CLAY (1970, Pl. 3, Fig. 15 und 16), aber ohne terminologische Erklärung. Nach Hinweisen bei KIM & LUDWIG (1982) kann man die auf den erwähnten Aufnahmen sichtbaren plattenförmigen Strukturen mit kleinen Öffnungen in der Mitte interpretieren als Grubenkegel und die benachbarten, ebenfalls plattenförmigen Strukturen mit schwach sichtbaren radialen Furchen als Porenorgane. Die Benennung der plattenförmigen Sinnesorgane ist bei SLIFER (1970) etwas unterschiedlich. Dieser Autor hält alle plattenförmigen Strukturen auf den beiden letzten Fühlergliedern bei *Craspedorhynchus americanus* für „sensilla coeloconica“. Seine schematische Zeichnung aber (S. 161, Fig. 3) von zwei Sensillen auf dem IV. Fühlerglied (dort als zweites Subsegment bezeichnet) zeigt in Wirklichkeit nur einen typischen Grubenkegel mit fingerartigem Konus in der Öffnung, das zweite Organ aber, ohne Öffnung soll als Porenorgan aufgefaßt werden können. Es ist fraglich, ob SLIFER mit Sicherheit einen Konus in der Öffnung des Sensillum gesehen hatte, denn das von ihm untersuchte Objekt (Photo auf S. 163) ist mit grobem Schmutz bedeckt. SLIFER unterscheidet außerdem auf dem Fühler ein terminales Sinneshaarbüschel und seitliche Taktilhaare, welche zusammen mit den „sensilla coeloconica“ als Chemo-rezeptoren dienen sollen. Ein terminales Haarbüschel auf dem Fühler des Taubenfederlings (*Columbicola columbae columbae*) ist auf dem REM-Photo in EICHLER et al. (1976) abgebildet. Alle Haare inserieren hier in einer schüsselförmigen Fläche, welche als Sinnesgrube bezeichnet wird.

Der Hauptzweck unserer Untersuchungen ist eine Vertiefung der bisherigen Kenntnisse über die Morphologie der Sinnesorgane bei Mallophagen und besonders eine Prüfung, inwieweit die morphologischen Kennzeichen der Sinnesorgane der letzten beiden Fühlerglieder bei ischnozeren Vogelmallophagen diagnostisch und für systematische und phyletische Studien verwendet werden können.

Material und Methodik. Die Objekte zu den REM-Untersuchungen stammen von Dauerpräparaten in Kanadabalsam oder aus der Alkoholsammlung „Coll. ZŁOTORZYCKA“. Es wurden folgende Mallophagenarten berücksichtigt:

1. *Aquanirmus colymbinus podicipis* (DENNY) aus *Podiceps cristatus* (L.)
2. *Carduceps scalaris* (PIAG.) aus *Philomachus pugnax* (L.)
3. *Coloceras damicornis fahrenheitzi* Wd. EICHL. aus *Columba livia* „famil.“
4. *Craspedorrhynchus platystomus* (BURM.) aus *Buteo buteo* (L.)
5. *Cuelotogaster h. heterographus* (NITZSCH in GIEB.) aus *Gallus gallus* „famil.“
6. *Kelerinirmus fulvus angustus* (GIEB.) aus *Buteo buteo* (L.)
7. *Koeniginirmus (Laminonirmus) s. sellatus* (BURM.) aus *Sterna hirundo* L.
8. *Oulocrepis dissimilis* (DENNY) aus *Gallus gallus* „famil.“
9. *Philichthyophaga gyrricornis* (DENNY) aus *Phalacrocorax carbo* (L.)
10. *Philopterus atratus* NITZSCH aus *Corvus frugilegus* L.
11. *Reticulipeurus t. tetraonis* (GRUBE) aus Bastarden von *Tetrao urogallus* L. und *Lyrurus tetrix* (L.)
12. *Sacmundssonina platygaster frater* (GIEB.) aus *Tringa hypoleucos* L.
13. *Struthiolipeurus nandu* Wd. EICHL. aus *Rhea americana* (L.)
14. *Zlotorzycella bituberculata* (RUD.) aus *Tetrao urogallus* L.

Die als Kanadabalsampräparate aus der Sammlung entnommenen Präparate wurden in Xylol aufgelöst (die Objekte aus der Alkoholsammlung dagegen in der Alkoholreihe hochgeführt) und danach die Objekte über 100%iges Ethanol in Aceton überführt. Dazu wurden die Objekte mittels Ultraschall gereinigt, an der Luft getrocknet, unter dem Stereomikroskop ausgerichtet und schließlich mit Kohle und Gold bedampft. Einzelheiten dieser Verfahrensweise sind bei KASSNER & ZLOTORZYCKA (im Druck in Wiad. parazytol.) nachzulesen.

Die Durchführung der elektronenmikroskopischen Arbeiten erfolgte an dem REM „Tesla BS 300“ im Laboratorium für Elektronenmikroskopie am „Instytut Mikrobiologii“ der Universität Wrocław.

Ergebnisse. Die Anzahl der Grubenkegel, Porenorgane und Sinneshaare ist nach unseren Beobachtungen in der Regel bei den Ischnocera einheitlich. Die Topographie und Größe der Grubenkegel und Porenorgane variieren dagegen mehr als bei den Sinneshaaren, auch ist die Chitinskulptur in der Umgebung der plattenförmigen Sinnesorgane (Grubenkegel und Porenorgane) unterschiedlich. Die Variabilität dieser Strukturen bildet differentialdiagnostische Merkmale für die von uns untersuchten Arten und ist zur Einordnung der ausgewählten Mallophagenart in verschiedene Gruppen (A—F) geeignet.

Die Unterschiede der Maße der Grubenkegel und Porenorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern in Beziehung zu den Maßen dieser Fühlerglieder bei den untersuchten Arten zeigt Tab. 1.

Tab. 1. Maße (in μm) der beiden letzten Fühlerglieder und der plattenförmigen Sinnesorgane bei verschiedenen Mallophagenarten

Mallophagenart	V. Fühlerglied				IV. Fühlerglied		
	Gesamt- maße	Gruben- kegel	Poren- organ (links)	Poren- organ (rechts)	Gesamt- maße	Gruben- kegel	Poren- organ
<i>Z. bituberculata</i> ♀	35 × 27	8 × 4	7 × 4	6 × 5	27 × 35	8 × 3	5 × 5
<i>C. d. fahrenheitzi</i> ♀	15 × 20	—	—	7 × 5	17 × 25	—	6 × 5
<i>O. dissimilis</i> ♂	36 × 22	—	5 × 5	—	26 × 21	5 × 2	—
<i>Ph. atratus</i> ♂	30 × 27	7 × 5	6 × 4	6 × 4	30 × 31	7 × 4	6 × 4
<i>S. p. frater</i> ♀	24 × 21	7 × 5	2 × 2	2 × 2	17 × 24	7 × 4	2 × 2
<i>K. (L.) s. sellatus</i> ♂	24 × 20	6 × 5	3 × 3	3 × 3	15 × 23	8 × 4	3 × 3
<i>C. scalaris</i> ♂	18 × 18	5 × 5	4 × 3	5 × 3	14 × 21	6 × 4	5 × 3
<i>P. gyrricornis</i> ♀	18 × 20	8 × 4	—	4 × 3	17 × 22	7 × 4	2 × 2
<i>C. platystomus</i> ♂	20 × 18	3 × 5	5 × 5	5 × 5	22 × 24	5 × 4	5 × 4
<i>K. f. angustus</i> ♀	26 × 20	4 × 4	—	5 × 5	23 × 22	6 × 3	5 × 5
<i>C. h. heterographus</i> ♀	28 × 20	4 × 4	—	4 × 4	25 × 24	6 × 3	3 × 3
<i>S. nandu</i> ♀	60 × 40	10 × 7	11 × 7	11 × 7	55 × 40	9 × 8	8 × 7
<i>R. t. tetraonis</i> ♀	35 × 19	5 × 5	10 × 5	—	27 × 20	12 × 8	7 × 6
<i>A. c. podicipis</i> ♀	19 × 21	11 × 8	7 × 4	—	19 × 21	11 × 8	6 × 4

Gruppe A. Gemeinsames Merkmal: Der Grubenkegel und die Porenorgane stehen auf dem V. Fühlerglied fast unmittelbar an der Vorderkante des Fühlers.

Hierzu gehören die von uns untersuchten Vertreter der Gonioididae: *Zlotoryzckella bituberculata*, *Coloceras damicornis fahrenheitzi* und *Oulocrepis dissimilis*. Alle drei plattenförmigen Sensillen auf dem V. Fühlerglied liegen auch nahe der Vorderkante des Fühlers von *Philopterus atratus*, aber seine Form und Skulptur sind etwas abweichend. Wenn man also *Ph. atratus*, den Vertreter einer ganz anderen Familie (Philopteridae), in die Gruppe „A“ einordnen will, dann muß man diese Art an den Rand der erwähnten Gruppe stellen.

Differenzierungsmerkmale für einzelne Arten sind besonders klar sichtbar bei den Sensillengruppen auf dem IV. Fühlerglied, besonders in der Gestalt und der gegenseitigen Lage des Grubenkegels und des Porenorgans.

Diagnostische Merkmale für *Zlotoryzckella bituberculata* (Abb. 1 und 2). Die Umgebung der Grubenkegel und der Porenorgane ist auf beiden terminalen Fühlergliedern deutlich faltenreich. Der Grubenkegel auf dem V. Fühlerglied ist etwa birnenförmig und auf dem IV. Fühlerglied halbmondförmig. Die leicht ovalen Porenorgane besitzen grobe radiale Furchen. Das terminale Haarbüschel besteht aus dicken und dünnen Härchen, welche längsgestreift sind. Die Sinnesgrube ist flach, mit feiner wellenartiger Skulptur. Die gegenseitige Lage der beiden plattenförmigen Sinnesorgane (der Grubenkegel und beide Porenorgane) auf dem IV. Fühlerglied ist schräg.

Diagnostische Merkmale für *Oulocrepis dissimilis* (Abb. 3). Nur in der unmittelbaren Umgebung der Grubenkegel und der Porenorgane sind die Falten gut entwickelt und plastisch sichtbar. Die übrigen netzförmigen feinen Falten sind spärlich. Der Grubenkegel auf dem V. Fühlerglied ist kernförmig, oben spitz; auf dem IV. Fühlerglied ebenfalls kernförmig, aber unten spitz. Die Porenorgane sind oval mit schwach sichtbarer Skulptur. Das terminale Haarbüschel besteht aus dünnen Härchen von verschiedener Länge. Die Sinnesgrube ist deutlich konkav. Die gegenseitige Lage der beiden plattenförmigen Sinnesorgane auf dem IV. Fühlerglied ist horizontal.

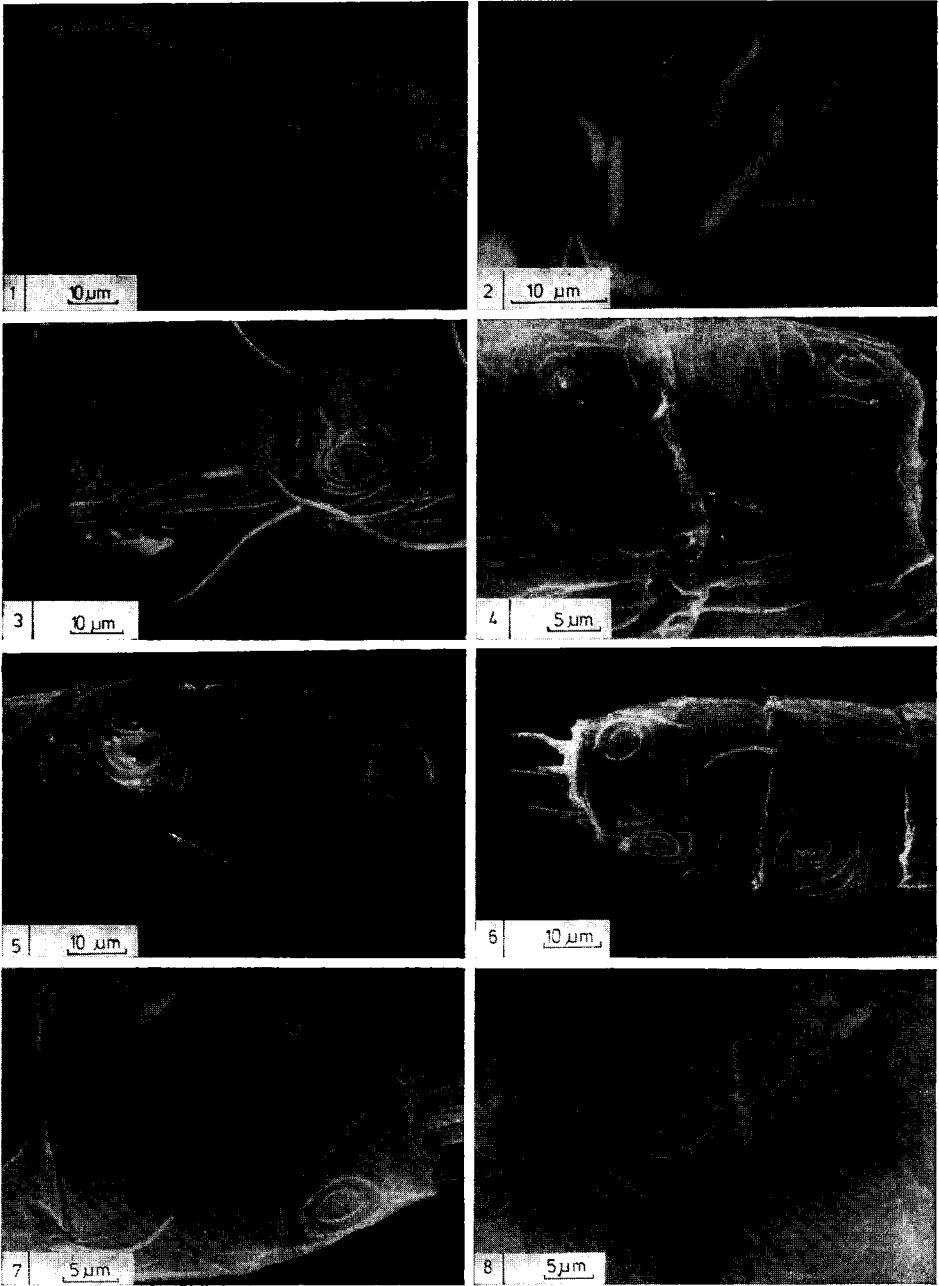
Diagnostische Merkmale für *Coloceras damicornis fahrenheitzi* (Abb. 4). In der Umgebung des Grubenkegels und der Porenorgane auf dem V. Fühlerglied herrschen schuppenförmige Falten vor, aber auf dem IV. Fühlerglied halbrunde Falten. Der Grubenkegel auf dem V. Fühlerglied ist spindelförmig, auf dem IV. Fühlerglied fast eiförmig, außerdem liegt er in einer sackförmigen Platte. Verhältnismäßig große, leicht ovale Porenorgane besitzen sehr dichte radiale, bogenförmige Furchen. Die Sinnesgrube erscheint leicht konkav. Die gegenseitige Lage der beiden plattenförmigen Sinnesorgane auf dem IV. Fühlerglied ist deutlich horizontal.

Diagnostische Merkmale für *Philopterus atratus* (Abb. 5). Der Grubenkegel und Porenorgane sind umrandet durch einzelne, gut sichtbare Falten. Die übrigen Falten, besonders auf dem letzten Fühlerglied, laufen nebeneinander fast parallel. Der Grubenkegel auf dem V. Fühlerglied ist oval, vorn etwas enger als hinten; auf dem IV. Fühlerglied dagegen bohnenförmig mit ziemlich großer Öffnung. Die Porenorgane sind deutlich verlängert mit kaum sichtbaren radialen Furchen. Das terminale Haarbüschel besteht aus spärlichen dünnen Härchen. Die Sinnesgrube erscheint etwas konvex. Die gegenseitige Lage der beiden plattenförmigen Sinnesorgane auf dem IV. Fühlerglied ist etwas schräg.

Gruppe B. Gemeinsames Merkmal: Der Grubenkegel und beide Porenorgane liegen mindestens teilweise schräg zur Vorderkante des V. Fühlerglieds. Auf dem IV. Fühlerglied sind Grubenkegel und Porenorgan vereinigt.

Wir haben hier zugeordnet 2 Vertreter der Rallicolidae: (*Sacmundssonina platygaster frater*, *Koeniginirmus (Laminonirmus) sellatus*) und einen der Esthiopteridae (*Carduiceps scalaris*). Für uns etwas unerwartet bildet nicht der Vertreter der Esthiopteridae einen abweichenden Typus, sondern *K. (L.) s. sellatus*, besonders im Vergleich zu *S. p. frater*.

Differenzierungsmerkmale für einzelne Arten sind besonders klar sichtbar in der Zeichnung der Chitinfalten bei den Grubenkegeln und den Porenorganen.



- Abb. 1. *Zlotoryczkella bituberculata* ♀, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.
 Abb. 2. *Zlotoryczkella bituberculata* ♀, Sinnesgrube (fragmentarisch).
 Abb. 3. *Oulocrepis dissimilis* ♂, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.
 Abb. 4. *Coloceras damicornis fahrenheiti* ♀, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.
 Abb. 5. *Philopterus atratus* ♂, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.
 Abb. 6. *Saemundssonina platygaster frater* ♀, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.
 Abb. 7. *Saemundssonina platygaster frater* ♀, Sinnesorgane auf dem letzten Fühlerglied.
 Abb. 8. *Saemundssonina platygaster frater* ♀, Sinnesorgane auf dem vorletzten Fühlerglied.

Diagnostische Merkmale für *Saemundssonina platygaster frater* (Abb. 6, 7, 8). Die Falten in der Umgebung der Grubenkegel und Porenorgane sind schwach entwickelt. Charakteristisch ist auf dem V. Fühlerglied eine fast vertikale Falte, welche eine Grenze zwischen dem einzelnen Grubenkegel und dem Porenorgan zusammen mit einem zweiten Porenorgan bildet. Die Grubenkegel (linsenförmig auf dem V. Fühlerglied und lappenförmig auf dem IV. Fühlerglied) sind größer als die Porenorgane, welche keine radialen Furchen zeigen. Die Sinnesgrube, mit deutlicher Skulptur, ist flach. Die plattenförmigen Sinnesorgane auf dem V. Fühlerglied liegen schräg nebeneinander, auf dem IV. Fühlerglied dagegen horizontal.

Diagnostische Merkmale für *Koeniginirmus (Laminonirmus) sellatus sellatus* (Abb. 9). Die Falten in der Umgebung der Grubenkegel und Porenorgane, besonders auf dem letzten Fühlerglied, laufen asymmetrisch; z. B. liegt eine schleifenförmige Falte über dem dreieckigen Grubenkegel. Der verhältnismäßig große Grubenkegel auf dem IV. Fühlerglied ist lappenförmig. Die Sinnesgrube ist leicht konvex. Das terminale Haarbüschel besteht aus dünnen Härchen von verschiedener Länge. Die Lage der plattenförmigen Sinnesorgane auf dem V. und IV. Fühlerglied ist ähnlich wie bei *Saemundssonina platygaster frater*.

Diagnostische Merkmale für *Carduiceps scalaris* (Abb. 10). Die Falten in der Umgebung der Grubenkegel und Porenorgane sind, besonders auf dem letzten Fühlerglied, asymmetrisch geformt, aber anders als bei *K. (L.) s. sellatus*. So liegt die unregelmäßig gegabelte Falte auf dem V. Fühlerglied hinter dem Grubenkegel. Alle Grubenkegel (ein ovaler auf dem V. und ein halbrunder auf dem IV. Fühlerglied) sind etwas größer als die fast ovalen Porenorgane. Die Sinnesgrube ist zu ihrem größeren Teil fast flach, sonst einseitig etwas konkav. Auf dem V. Fühlerglied liegen nur zwei plattenförmige Sinnesorgane deutlich schräg (Grubenkegel und Porenorgan). Etwas schräg ist die Lage des Grubenkegels zum Porenorgan, welche auf dem IV. Fühlerglied einen gemeinsamen Komplex bilden.

Gruppe C. Hauptmerkmal: Beide Grubenkegel sind verlängert, auf dem V. Fühlerglied vorn spitz und auf dem IV. Fühlerglied im hinteren Teil spitz (Abb. 11).

Wir haben hier nur eine Art zugeordnet, *Philichthyophaga gyricornis* (Pectinopygidae). Diese Art steht nach ihren morphologischen Kennzeichen den antennalen Sinnesorganen unserer Gruppe „B“ nahe, aber es sind hier eine fast flache Chitinskulptur und sehr wenige Falten in der Umgebung den Sinnesorganen typisch.

Diagnose. Die plattenförmigen Sinnesorgane auf den zwei letzten Fühlergliedern liegen etwas schräg. Die Platten der Grubenkegel sind von fast gleicher Form, das spitze Ende ist aber verschieden gerichtet. Die Öffnung des Grubenkegels auf dem V. Fühlerglied liegt in der Mitte der Platte, aber auf dem IV. Fühlerglied ist sie nach vorn verschoben. Die Porenorgane sind etwas verlängert, das größere (ovale) liegt auf dem V. und das kleinere (eiförmige) auf dem IV. Fühlerglied. Die plattenförmigen Sinnesorgane sind auf dem V. Fühlerglied getrennt, auf dem IV. Fühlerglied bilden sie einen gemeinsamen Komplex. Die Sinnesgrube ist etwas konvex.

Gruppe D. Gemeinsames Merkmal: Die beiden Porenorgane auf dem letzten Fühlerglied liegen horizontal in unmittelbarer Nachbarschaft und der Grubenkegel hinten zwischen den beiden.

Eine solche Topographie der oben erwähnten Sinnesorgane zeigen die von uns aus verschiedenen Familien untersuchten drei Arten: *Craspedorrhynchus platystomus* (Philopteriidae), *Kelerinirmus fulvus angustus* (Degeeriellidae) und *Cuculotogaster heterographus heterographus* (Lipeuridae).

Die Unterscheidungsmerkmale für die einzelnen Arten sind besonders klar sichtbar an den Sensillengruppen des IV. Fühlergliedes, besonders in der Gestalt und gegenseitigen Lage des Grubenkegels und des Porenorgans.

Diagnostische Merkmale für *Craspedorrhynchus platystomus* (Abb. 12, 13, 14). Auf dem V. Fühlerglied trennen die proximalen Falten beide Porenorgane, und zahlreiche distale Falten umkreisen den ganzen Komplex, d. h. die beiden Porenorgane und ein Grubenkegel. Auf dem IV. Fühlerglied umkreisen die Falten einen Komplex der vorn liegenden Poren-

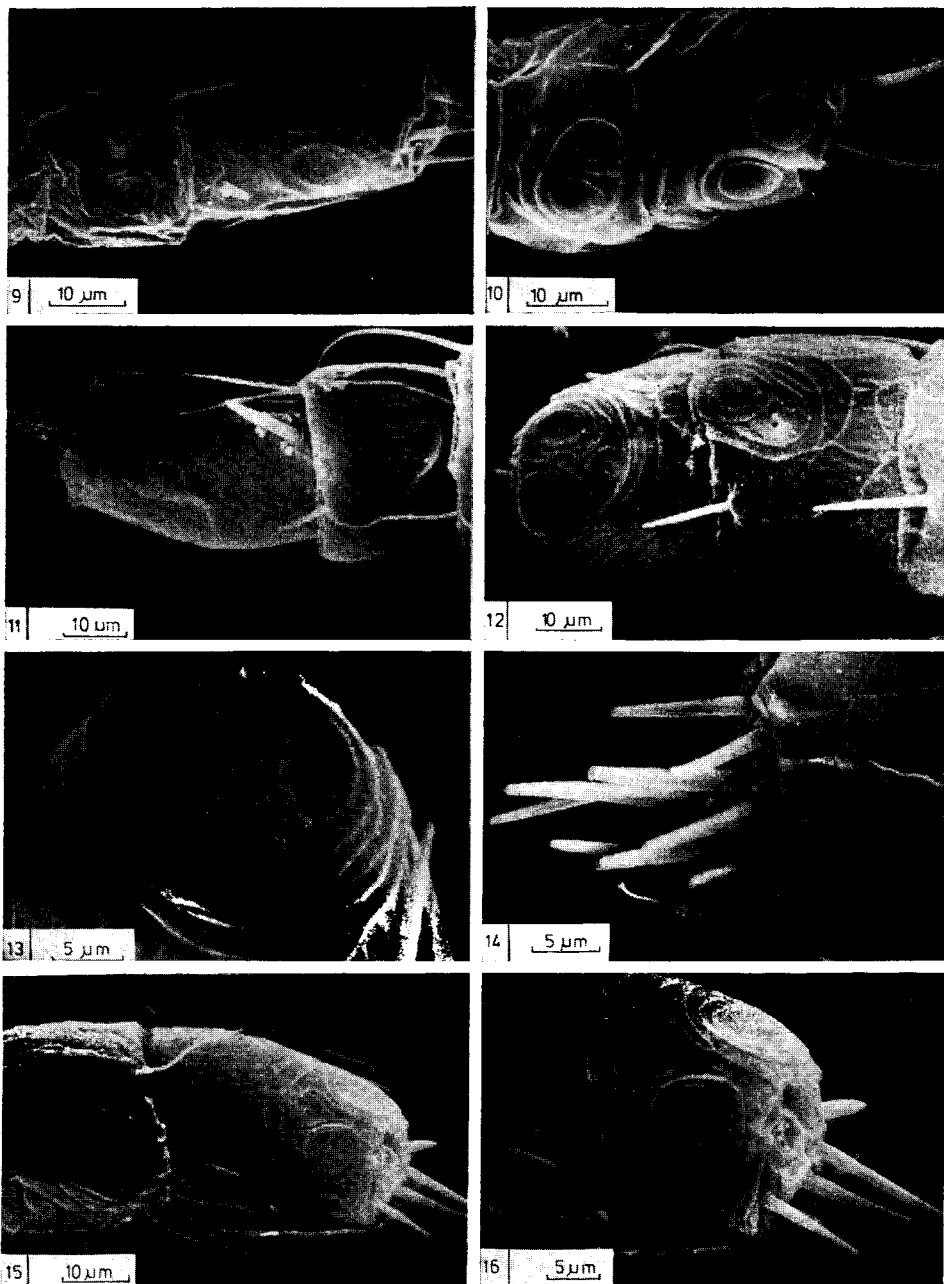


Abb. 9. *Koeniginirmus (Laminonirmus) sellatus sellatus* ♂, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.

Abb. 10. *Carduiceps scalaris* ♂, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.

Abb. 11. *Philichthyopaga gyricornis* ♀, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.

Abb. 12. *Craspedorrhynchus platystomus* ♂, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.

Abb. 13. *Craspedorrhynchus platystomus* ♂, Sinnesorgane auf dem letzten Fühlerglied.

Abb. 14. *Craspedorrhynchus platystomus* ♂, Beborstung der Sinnesgrube.

Abb. 15. *Kelerinirmus fulvus angustus* ♀, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.

Abb. 16. *Kelerinirmus fulvus angustus* ♀, Sinnesorgane auf dem letzten Fühlerglied.

organe und des schräg hinten liegenden Grubenkegels. Die Grubenkegel sind kleiner als die Porenorgane. Deutlich unterschiedliche Maße zeigen die Sinnesorgane auf dem IV. Fühlerglied. Radiale Furchen sind nur im mittleren Teil der Porenorgane sichtbar; sie fehlen am Rande und in der zentralen Fläche. Die Sinnesgrube ist fast flach. Das Haarbüschel besteht aus relativ dichten Härchen.

Diagnostische Merkmale für *Kelerinirmus fulvus angustus* (Abb. 15, 16, 17). Die Falten, welche die plattenförmigen Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern umkreisen, sind etwas ähnlich, aber mehr asymmetrisch als bei *Craspedorrhynchus platystomus*. Die Grubenkegel sind kleiner als die Porenorgane, aber von unterschiedlicher Gestalt: fast dreieckig auf dem V. und lappenförmig (mit einer Furche vorn) auf dem IV. Fühlerglied. Fast runde Porenorgane sind im distalen Teil mit radialen Furchen gestreift. Der Komplex von drei plattenförmigen Sinnesorganen auf dem V. Fühlerglied ist etwas asymmetrisch durch die Verschiebung des Grubenkegels hin zu einem der beiden Porenorgane. Der Komplex von zwei Sinnesorganen auf dem IV. Fühlerglied liegt etwas schräg. Die terminale Sinnesgrube erscheint fast flach. Hier ist außer den Sinneshärchen ein Sinnesorgan („sensillum placodeum“ oder eine Gruppe von „sensilla basiconica“?) mit einigen kleinen Sinneswarzen sichtbar.

Diagnostische Merkmale für *Cuclotogaster heterographus heterographus* (Abb. 18, 19). Die Falten, welche die plattenförmigen Sinnesorgane umziehen, sind nicht zahlreich, aber sehr plastisch sichtbar, besonders auf dem V. Fühlerglied. Die Grubenkegel sind fast so groß wie die Porenorgane, sonst von ähnlicher Form wie bei *K. r. angustus*. Nur der Grubenkegel auf dem V. Fühlerglied ist seitlich mehr abgerundet. Auf den leicht ovalen Porenorganen bilden die schwach entwickelten radialen Furchen einen Kranz in der Mittelzone des Sensillum. Der Komplex von drei plattenförmigen Sinnesorganen auf dem V. Fühlerglied erscheint mehr asymmetrisch als bei *K. angustus*, aber die Lage der Sensillen auf dem IV. Fühlerglied ist gleich schräg.

Gruppe E. Gemeinsames Merkmal: Auf dem letzten Fühlerglied bildet nur ein Porenorgan zusammen mit einem Grubenkegel einen gemeinsamen Komplex. Das zweite Porenorgan liegt davon entfernt.

Wir haben hier zwei Mallophagenarten aus verschiedenen Familien zugeordnet: *Struthiolipeurus nandu* (Meinertzhageniellidae) und *Reticulipeurus tetraonis tetraonis* (Lipeuridae).

Die Differentialmerkmale für die einzelnen Arten zeigen große Unterschiede zwischen den Grubenkegeln und den Porenorganen bei jeder Art.

Diagnostische Merkmale für *Struthiolipeurus nandu* (Abb. 20, 21). Zwei Porenorgane auf dem V. Fühlerglied liegen horizontal, aber in großer Entfernung voneinander, welche viel größer ist als die Entfernung zwischen dem in der Nähe des Grubenkegels stehenden Porenorgan und letzterem. Auf dem IV. Fühlerglied bilden ein Porenorgan und ein Grubenkegel einen gemeinsamen Komplex, ähnlich geformt wie der Komplex von Sensillen auf dem V. Fühlerglied. Jeder der beiden Komplexe liegt in einer Vertiefung und fast vertikal. Alle plattenförmigen Sinnesorgane sind fast rund. Die Porenorgane sind von derselben Größe, der Grubenkegel auf dem V. Fühlerglied ist aber kleiner als derjenige auf dem IV. Fühlerglied. Die Öffnung auf beiden Grubenkegeln ist relativ groß und scharf umrandet. Die radiale Skulptur auf den Porenorganen ist sehr fein, kaum sichtbar. Die Sinnesgrube erscheint fast flach. Das terminale Sinneshaarbüschel ist gut entwickelt.

Diagnostische Merkmale für *Reticulipeurus tetraonis tetraonis* (Abb. 22, 23). Beide Porenorgane auf dem V. Fühlerglied liegen etwas schräg in nicht so großer gegenseitiger Entfernung wie bei *Struthiolipeurus nandu*. Die beiden schräg gerichteten Sinneskomplexe, bestehend aus je einem Grubenkegel und einem Porenorgan, liegen nicht in einer Vertiefung, sondern flach neben sie umkreisenden Falten. Die Grubenkegel sind ganz rund, bedeutend kleiner als die relativ großen ovalen Porenorgane auf dem V. Fühlerglied und als das etwas kleinere eiförmige Porenorgan auf dem IV. Fühlerglied. Die Öffnung im Grubenkegel auf dem V. Fühlerglied ist etwas größer als in dem entsprechenden sensillum auf dem IV. Fühlerglied. Die radiale Skulptur auf allen Porenorganen ist schwach entwickelt und umfaßt nur einen Teil der Sinnesplatte.

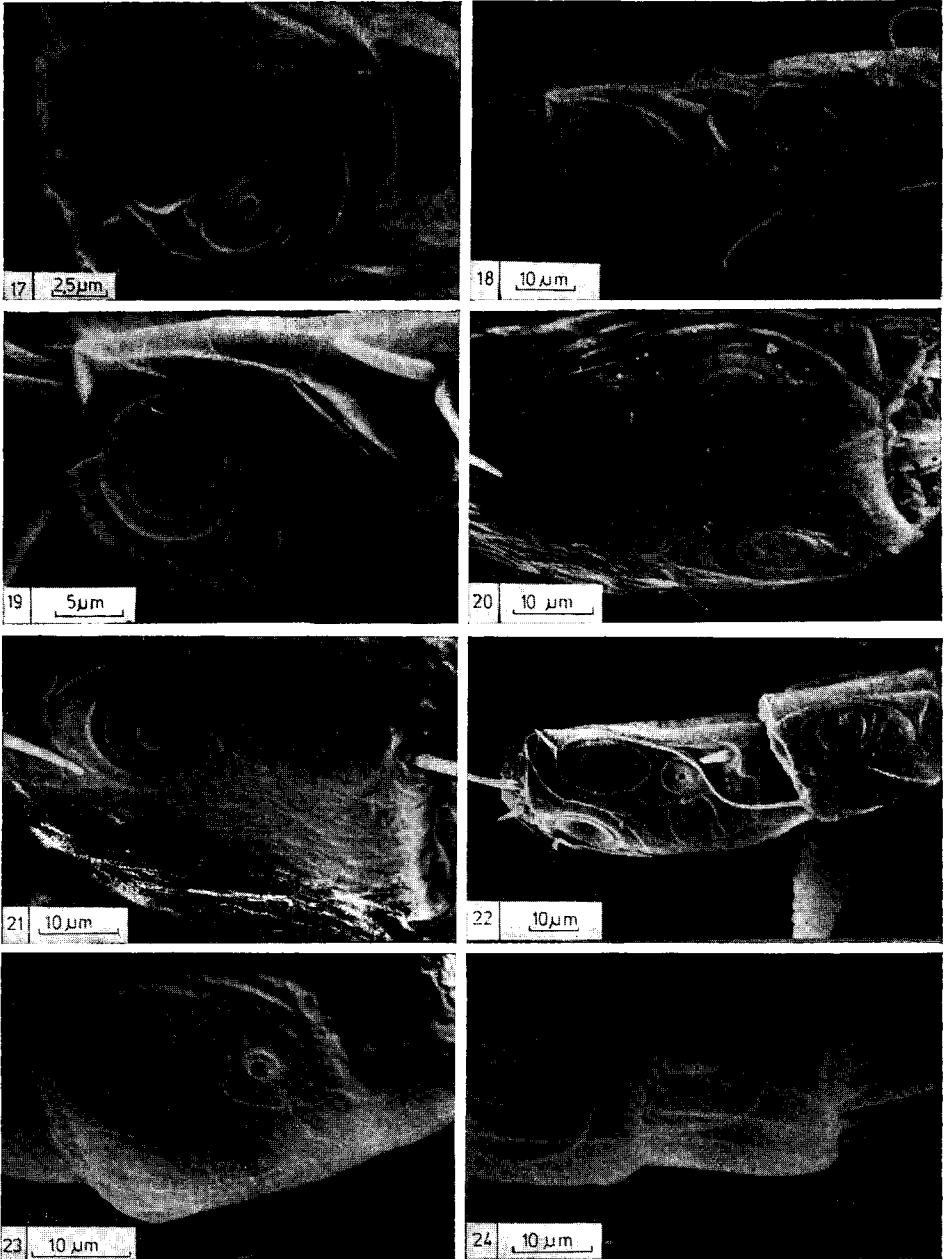


Abb. 17. *Kelerinirmus fulvus angustus* ♀, Sinnesorgane auf dem vorletzten Fühlerglied.
 Abb. 18. *Cuculotogaster heterographus heterographus* ♀, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.
 Abb. 19. *Cuculotogaster heterographus heterographus* ♀, Sinnesorgane (fragmentarisch) auf dem letzten Fühlerglied.
 Abb. 20. *Struthiolipeurus nandu* ♀, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.
 Abb. 21. *Struthiolipeurus nandu* ♀, Sinnesorgane auf dem vorletzten Fühlerglied.
 Abb. 22. *Reticulipeurus tetraonis tetraonis* ♀, Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern.
 Abb. 23. *Reticulipeurus tetraonis tetraonis* ♀, Sinnesorgane (fragmentarisch) auf dem letzten Fühlerglied.
 Abb. 24. *Aquanirmus colymbinus podicipis* ♀, Sinnesorgane auf beiden letzten Fühlergliedern.

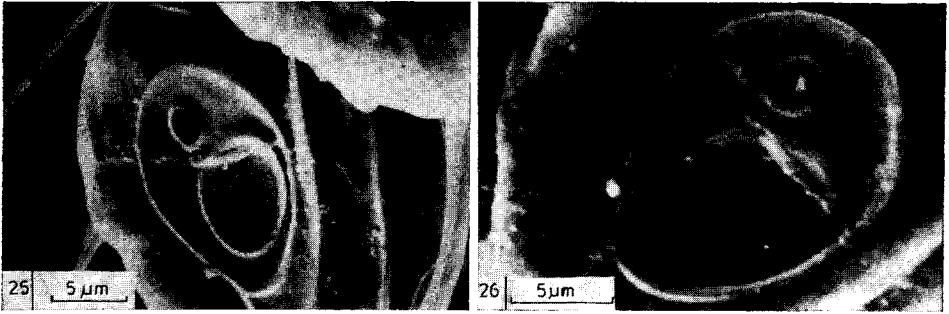


Abb. 25. *Aquanirmus colymbinus podicipis* ♀, Sinnesorgane auf dem vorletzten Fühlerglied.

Abb. 26. *Aquanirmus colymbinus podicipis* ♀, Grubenkegel mit sichtbarem? Kegel in der Öffnung.

Gruppe F. Hauptmerkmal: Das Porenorgan auf dem IV. Fühlerglied wächst aus einer großen Platte des Grubenkegels heraus (Abb. 24, 25). Ein derart eigentümliches Merkmal wurde von uns nur bei *Aquanirmus colymbinus podicipis* (Esthiopteridae, Aquanirminae) festgestellt.

Diagnose. Die Skulptur der Falten auf der Fläche der beiden letzten Fühlerglieder und die Umrisse der plattenförmigen Sinnesorgane sind sehr plastisch sichtbar. Fast alle der nicht zahlreichen Chitinfalten laufen vertikal, einzelne neben den Sinnesplatten mehr oder weniger schräg. Die plattenförmigen Sinnesorgane, besonders die leicht ovalen Porenorgane, sind becherförmig vertieft. Die Öffnung im Grubenkegel auf dem IV. Fühlerglied ist ziemlich groß und deutlich von einer gewölbten Kante umrandet. Die Lage dieser Öffnung ist asymmetrisch. Auf einem Präparat (Abb. 26) ist ein weißlicher Fleck sichtbar, der wie ein Sinneskonus erscheint.

Die Gruppierung der von uns nach den Fühlersinnesorganen untersuchten Mallophagenarten ergibt in der systematischen Stellung (nach EICHLER, 1963) folgende Übersicht:

- Überfamilie: Gonioidoidea
- Familie: Gonioididae
- (A)*) *Zlotoryzckella bituberculata*
- (A) *Oulocrepis dissimilis*
- (A) *Coloceras damicornis fahrenheitzi*
- Überfamilie: Philopteroidea
- Familie: Meinertzhageniellidae
- (E) *Struthiolipeurus nandu*
- Familie: Lipeuridae
- (E) *Reticulipeurus tetraonis tetraonis*
- (D) *Cuclogaster heterographus heterographus*
- Familie: Degeeriellidae
- (D) *Kelerinirmus fulvus angustus*
- Familie: Pseudonirmidae
- (C) *Philichthyophaga gyricornis*
- Familie: Esthiopteridae
- (B) *Carduceps scalaris*
- (F) *Aquanirmus colymbinus podicipis*
- Familie: Rallicolidae
- (B) *Saemundssonina platygaster frater*
- (B) *Koeniginirmus (Laminonirmus) sellatus sellatus*
- Familie: Philopteridae
- (D) *Craspedorrhynchus platystomus*
- (A) *Philopterus atratus*

*) Die großen Buchstaben in Klammern bedeuten unsere Mallophagengruppen.

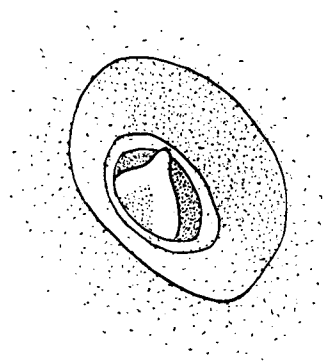


Abb. 27. Typischer Grubenkegel am Hypopharynx bei *Periplaneta americana*. Gezeichnet nach PETRYSAK (1978, Fig. 3, 13340×).

Alle Arten der Gruppe „A“ sind plump und ohne die Fähigkeit zu schneller Bewegung. Die Wirtsarten sind nicht mit Gewässern verbunden. Eine enge Verbindung mit Gewässern zeigen die Wirte der Mallophagenarten aus den Gruppen „B“ und „C“, obwohl Körperform und Anpassung an die Bewegung bei den einzelnen Arten unterschiedlich sind. In der Gruppe „D“ leben *C. platystomus* und *K. f. angustus* auf der gleichen Wirtsart (*Buteo buteo*). *C. h. heterographus* und *K. f. angustus* gehören dagegen zu nahe verwandten Familien. Auch die Vertreter der Gruppe „E“ gehören zu in der Klassifikation der Mallophagenfamilien nicht weit auseinander stehenden Gruppen. Bei *Aquanirmus colymbinus podicipis* (Gruppe „F“) sind die plattenförmigen Sinnesorgane, besonders auf dem IV. Fühlerglied, eigentümlich gebaut, ganz anders als bei anderen Vertretern der Esthiopteridae. Diese Art gehört jedoch zur Unterfamilie Aquanirminae, welche mindestens am Rande der Esthiopteridae steht.

Diskussion. Die Grubenkegel bei den Ischnozeren weichen nach der Literatur und unseren Ergebnisse stark vom typisches Bild bei anderen Insekten ab, wo vor allem der Sinneskegel gut entwickelt und in der zentralen Öffnung gut sichtbar ist (Abb. 27). Ein solcher Sinneskegel wurde bei Ischnozeren nie mit Sicherheit festgestellt. Nur SLIFER (1976) schreibt über einen Sinneskegel in der Öffnung eines Grubenkegels im Fühler einer Mallophagenart, aber nach einem sehr schlecht gereinigten Präparat. Die Proportionen zwischen der relativ großen, konvexen oder flachen Platte und der kleinen Öffnung bei Ischnozeren sind umgekehrt im Vergleich mit manchen anderen Insekten, bei denen die Grubenkegel charakterisiert sind durch einen dicken Konus mit enger und konkaver Umrandung. Die Porenorgane kommen bei Insekten sehr selten vor. Sie sind aber z. B. als Fühler-Sinnesorgane von einigen Läusen bekannt (SZCZESNA 1985) und auch bei Bienen (ÅGREN 1975) vorhanden. Normalerweise ist die radiale Skulptur funktionell mit einer zentral vorhandenen Öffnung verbunden, welche zum Austritt eines Sekretes dient. Bei Ischnozeren ist aber eine solche Öffnung nicht vorhanden (oder reduziert?). Nach KIM & LUDWIG (1982) stammen die Porenorgane der Ischnozeren entwicklungsgeschichtlich von „sensilla basiconica“ ab, die in typischer Form noch bei einigen Läuse-Arten und der Elefantenlaus vorhanden sind. Die Sinneshärechen auf dem Fühler der Ischnozeren sind relativ nicht zahlreich, wie z. B. auch bei der Pharaoameise (BERNDT & FISCHER 1983, Abb. 9), aber durch die Verschiedenheit ihrer Größe stark modifiziert. Bei freilebenden Insekten ist die Anzahl der Sinneshärechen auf den Fühlern in der Regel viel größer, doch sind die Größenunterschiede bedeutend geringer.

Die Eigentümlichkeiten in Bau und Topographie der verschiedenen Fühler-Sinnesorganen bei den ischnozeren Mallophagen weisen auf die phylogenetische Spezialisierung, die Verwandtschaftsbeziehungen und auf Anpassungen zur parasitischen Lebensweise hin. Die Unterschiede der Fühlersinnesorgane der Ischnocera in unserer Arten-Gruppierung sind teilweise so beträchtlich, daß wir annehmen müssen, daß diese Morphologie zweifellos auch unterschiedliche Lebensbedürfnisse der verschiedenen Parasiten widerspiegelt.

Zusammenfassung. Es werden auf rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen die Sinnesorgane auf den beiden letzten Fühlergliedern bei folgenden Mallophagen-Arten gezeigt: *Aquanirmus colymbinus podicipis*, *Carduiceps scalaris*, *Coloceras damicornis fahrenheitzi*, *Craspedorrhynchus platystomus*, *Cuculotogaster h. heterographus*, *Kelerinirmus fulvus angustus*, *Koeniginirmus (L.) s. sellatus*, *Oulocrepis dissimilis*, *Philichthyophaga gyricornis*, *Phlopterus atratus*, *Reticulipeurus t. tetraonis*, *Saemundssonina platygaster frater*, *Struthiolipeurus nandu* und *Zlotorzycella bituberculata*. Die morphologischen Kennzeichen der untersuchten Sensillen erlaubten eine Gruppierung der erwählten Arten in 6 Gruppen. Außerdem wurde nach den diagnostischen Merkmalen der Fühlersinnesorgane für jede untersuchte Art eine ergänzende Beschreibung ausgearbeitet. Es wird geschlußfolgert, daß die Morphologie der Fühlersinnesorgane bei den ischnozeren Federlingen sowohl für die Systematik dieser Parasiten als auch für ihre speziellen sinnesphysiologischen Besonderheiten ausgewertet werden kann.

Резюме. Шпорфологические исследования органов чувств щупальцев шиноцеро-вых маллофагов птиц. — На rasterно-электронномикроскопических снимках показыва-ются органы чувств на последних двух члениках щупальцев у следующих видов: *Aquanirmus colymbinus podicipis*, *Carduiceps scalaris*, *Coloceras damicornis fahrenheitzi*, *Craspedorrhynchus platystomus*, *Cuculotogaster h. heterographus*, *Kelerinirmus fulvus angustus*, *Koeniginirmus (L.) s. sellatus*, *Oulocrepis dissimilis*, *Philichthyophaga gyricornis*, *Phlopterus atratus*, *Reticulipeurus t. tetraonis*, *Saemundssonina platygaster frater*, *Struthiolipeurus nandu* и *Zlotorzycella bituberculata*. Шпорфологические признаки исследованных сензил позволяют разделить указанные виды маллофага на 6 групп. Кроме того по диагностическим признакам органов чувств щупальцев для каждого вида исследованных маллофагов было разработано дополнительное описание вида. Был сделан вывод, что морфология органов чувств щупальцев у шиноцеро-вых пухоедов может быть использована как для систематики этих паразитов так и для определения их специфической физиологии органов чувств.

Summary. Morphological investigations of the sense organs on antennae in Mallophaga Ischnocera of birds. — The sense organs on the last two antennal segments in the following mallophagan species are shown by SEM photos: *Aquanirmus colymbinus podicipis*, *Carduiceps scalaris*, *Coloceras damicornis fahrenheitzi*, *Craspedorrhynchus platystomus*, *Cuculotogaster h. heterographus*, *Kelerinirmus fulvus angustus*, *Koeniginirmus (L.) s. sellatus*, *Oulocrepis dissimilis*, *Philichthyophaga gyricornis*, *Phlopterus atratus*, *Reticulipeurus t. tetraonis*, *Saemundssonina platygaster frater*, *Struthiolipeurus nandu* und *Zlotorzycella bituberculata*. A distribution of these species to 6 groups was possible using the morphological features of the sensillae investigated. Besides a supplementing description was elaborated for each species investigated after the features of the antennal sense organs. It is concluded that the morphology of the antennal sense organs can be used not only for the systematics but also for the special sense physiological peculiarities of these parasites.

Literatur

- ÅGREN, L. (1975): Comparison between air drying and critical point drying for SEM studies of the antennae of *Apis mellifera* L. — *Zoonomia* **3**: 155—158.
- BERNDT, K.-P.; FISCHER, E. (1983): Zur Mikromorphologie der Chitinstrukturen bei der Pharaoameise *Monomorium pharaonis* (L.) (Hymenoptera, Formicidae). — *Biol. Rdsch.* **21**: 277—291.
- CLAY, T. C. (1970): The Amblycera (Phthiraptera: Insecta). — *Bull. Brit. Mus. natur. Hist. (Entomol.)* **25**: 74—98 + 5 Pl.
- EICHLER, W.D. (1963): Mallophaga. — *Bronns Kl. Ord. (Leipzig)*, Fünfter Bd., III. Abt., 7. Buch, Teil b) Phthiraptera.
- EICHLER, W.D.; SIXL, W.: GÜNTHER, K. K. (1976): Rasterelektronenmikroskopische Bilder des Taubenfederlings. — *Angew. Parasitol.* **17**: 218—221.
- KASSNER, J.; ZŁOTORZYCKA, J. (im Druck): Problemy preparatyki sensilli czulkowych owadów w badaniach skaningowych. — *Wiad. Parazytol.* **33**.
- KIM, K. C.; LUDWIG, H. W. (1982): Parallel Evolution, Cladistics, and Classification of Parasitic Psocodea. — *Annals entomol. Soc. Amer.* **75**: 537—548.
- PETRYSZAK, A. (1978): The sensory peripheral nervous system in *Periplaneta americana* (L.) (Blattoidea). IV. Scanning microscope research on hypopharynx. — *Acta Biol. Cracov., Ser.: Zoologia* **21**: 189—191 + 2 Pl.
- SLIFER, E. H. (1976): Sense Organs on the Antennal Flagellum of a Bird Louse (Mallophaga). — *J. New York entomol. Soc.* **84**: 159—165.
- SZCZĘSNA, Z. (1985): The sense organs on antennae of *Pediculus humanus humanus* (L.) (Anoplura, Pediculidae) in post-embryonic development stages. — *Acta parasitol. polon.* **29**: 395—404.

Anschrift des federführenden Verfassers: Prof. Dr. hab. J. ZŁOTORZYCKA, Zakład Parazytologii Ogólnej Inst. Mikrobiol., Przybyszewskiego 63/77, PL - 51-148 Wrocław (VR Polen).