

Phylogenetische Bedeutung der Chaetotaxie bei den Collembolen

Riozo Yosii

YOSHIDA COLLEGE, KYOTO UNIVERSITY
KYOTO, JAPAN

Die chaetotaxische Untersuchung der Höhlencollembolen Japans hat mir nunmehr ermöglicht die verschiedenen Collembolenfamilien nach ihrer Herkunft zu erörtern und ihren phylogenetischen Verhältnisse aufzuklären. Die nachfolgenden Auseinandersetzungen richten sich, also, auf diese Richtung der Collembolenforschung die noch weiter mit den exotischen Formen ergänzt sein müssen.

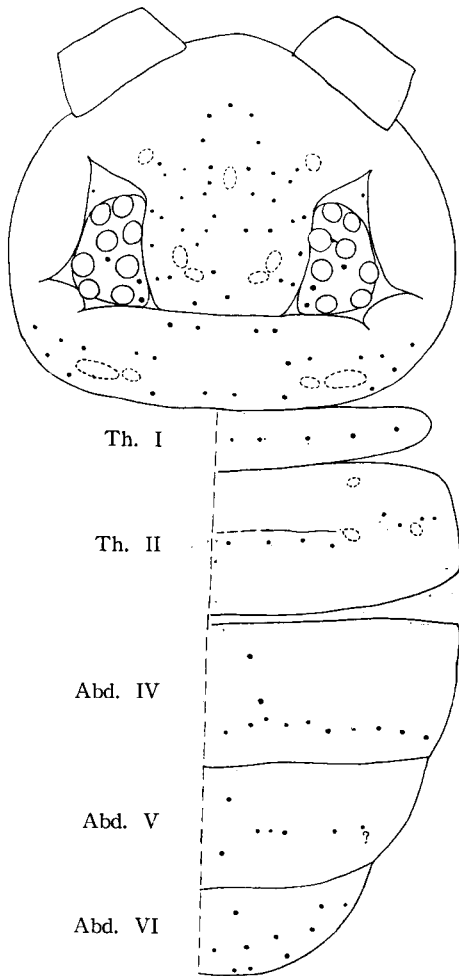
Zum Ausarbeiten der Borstenverteilung des Körpers ist natürlich die unpigmentierte Tiere am geeignetsten. Man kann jedoch das Exemplar gut erhellen indem man zuerst das Tierchen mit Milchsäure gewöhnlich handelt und durch leichtem Erwärmen genügend entfalten lässt und dann das Exemplar wieder ins KOH eintaucht. Das Tier schlägt bald seine Körperfarbe zu braun um, die gewissermassen wasserlöslich wird. Dann wird das Tierchen wieder im Glycerin montiert und zum Untersuchen angewendet. Die Färbung der Collembolen, welche in der alkalischen Lösung braun wird und in der säurigen Lösung wieder reversibel geschwärzt, bedeutet, wie Dr. M. KATO der KYOTO UNIVERSITÄT (Zoologie) mündlich mir erkundigte, dass sie nicht das Abkömmling von Tyrosin, wie es bei den meisten Tiermelanin der Fall ist, sondern ein Tryptophanderivat sein soll.

PODURIDAE

Es ist C. BÖRNER (1913) der die Familie folgenderweise charakterisierend von den anderen Familien der *Poduromorphen* scharf trennte.

“Kopf hypognath. Augen dem Kopfhinterrand genähert. Dens in der Horizontalebene gekrümmt und endwärts geringelt, über den Ventraltubus hinausreichend. Manubrium gestaltlich an dasjenige der *Symphypleona* erinnernd, mit einem besonderen medianen Tragstück der Dentes”.

Von dieser Diagnose ist das wesentliche nur “Kopf hypognath” und “Manubrium mit Tragstück der Dentes”. Nach meiner Untersuchung ist sein Augenfeld nicht besonders an dem Kopfhinterrand genähert (Abb. 1). Seine *Basis antennalis* ist nicht von *Area frontalis* gesondert. Diese ist mit vielen Borsten und Foveen versehen. *Area verticalis* ist mit *Area occipitalis* verbunden obgleich noch 2+2 Borsten darauf gut zu merken ist. *Area ocularis* ist mit 3 Borsten versehen. PaO ist, wie bekannt, ganz fehlend. Man findet jedoch

Abb. 1 *Podura aquatica* L.

eingelattetes Feldchen etwa wie bei den meisten *Lobella* Formen der Fall ist. Seine mandibulare Molarplatte ist sehr gut entwickelt. Das von BÖRNER citierte Verlängerung der Furka ist gewissermassen eine Anpassungsform zum Leben auf der Wasseroberfläche, wie man sie auch bei den Strandformen wie *Pseudanurida billitonensis* SCHÖTT etc. zu finden hat. Eine besondere Struktur des zu *Symphypleona* ähnlich gebauten Manubriums ist interessant. Es hat nämlich eine Medianfurche ventral an seiner distalen Hälfte, eine Struktur die man sonst nur bei den *Symphypleonen* zu finden hat. In der Beborstung des Körpers hat sie eine eigenartige Charakter. Alle Segmente sind nur mit einer Reihe von Borsten versehen. Man findet sie nur an der medianen Gruppe 3- oder 2-reihig angeordnet auf Abd. IV, V und VI, welche, jedoch, nur mit 1+1 Borste ausgebildet ist. Die Borsten sind winzig und kann 2-mal der Hautkörner erreichen. S. s. ist nicht zu unterscheiden. Unter diesen Umständen, muss man *Podura* so auffassen, dass sie zur Urform der Collembolen näher stehend und doch noch einige Anpassungsform bei sich hat. Als Charakteristisches kann man folgende Punkte auszeichnen. 1)

Kopf hypognath 2) PaO angedeutet 3) Keine promesonotale oder sonstige Subsegment des Körpers 4) Gleichmässige Granulierung des Dentes 5) Mediane Einschnitt des Manubriums 6) *Hypogastrura*-ähnliche Mundstücke mit gut entwickelter Molarplatte.

Seine Verwandtschaft zu *Hypogastruriden* ist sehr bedeutend. In der Kopfstellung und mediane Einschnitt des Manubriums hat sie doch gewisse Verwandtschaft zu *Symphypleonen*. In der Kopffelderung und Chaetotaxiereduktion hat sie gewisse Ähnlichkeit zu *Pseudachorutiden* und *Aphorommiden* (s. unten !.)

HYPOGASTRURIDAE

Die allgemeinen Charakter der Chaetotaxie dieser Familie ist schon im ersten Teil

des Werkes und auch anderswo (R. YOSII im Druck) ausführlich dargestellt. Es ist nur hier zu betonen dass die Familie allgemein eine deutliche Promesonotum bei sich hat und ihr Mandibel mit Molarplatte versehen hat.

1. Hypogastrurinae

PaO vorhanden. Beborstung auf *Area frontalis* wie Abb. 3. Ihre *Area verticalis* ist mit 2+2 oder mit 1+1 Borsten. Th. I mit 3+3 Borsten.

Hypogastrura: CF. R. YOSII loc cit.

Schafferia: Chaetotaxisch studierte Arten sind folgende:

S. Pouadensis DELAM. DEB. (DELAM. DEB. 1947) ... *S. s.* auf Th. II, III ist p_3 .

S. duodecimocellata BONET (BONET 1945) ... *Area verticalis* mit 2+2 Borsten. Th. I ist 3+3 beborstet.

Die Gattung *Schafferia* ist somit scheinbar, wie schon wiederholt bekündigt (BONET 1945, STACH 1949) zu *Ceratophysella* auch in der Chaetotaxie in sehr nahen Beziehung.

Speleogastrura: *S. guerrenense* BONET (BONET 1945) hat kein nennenswerter Unterschied zu *Ceratophysella* in der Chaetotaxie. Die Borsten auf Abd. I-III sind, nach seiner Beschreibung, unregelmässig verteilt.

Typhlogastrura: Die Chaetotaxie dieser blinden Höhlenform ist zuerst von BONET (1931) geschrieben. Nach seiner Beschreibung und Figur (s. 291) zu beurteilen, ist die Chaetotaxie von *T. mendizabali* BONET sehr eigenartig. Th. I hat nur 2+2 Borsten und zwar auf Tergit nur 1+1 und noch eins auf Subcoxa. Th. II, III mit 6+6 Borsten. Auf Abd. I-III nur 2+2 und auf Abd. IV 5+5 und wieder auf Abd. V nur 2+2. Scheibar ist hier nur die grösseren Borsten angezählt und solche kleineren Borsten wie er auf Fig. II, 1 (s. 292) als Seitenansicht von Abd. I angegeben ausgezählt zu sein. Noch klarer wird die Chaetotaxie studiert bei der französischen Höhlenform: *Typhlogastrura balazuci* DELAM. DEB. (DELAM. DEB. 1951). Hier ist die Borsten des Körpers sehr typisch verteilt für die *Hypogastrurinen*, ausser dass auf Abd. I-III s. s. vielleicht p_1 sein wird. Seine Fig. 2 beweist, dass sie am Abd. IV genau so beborstet ist wie *Ceratophysella armata* NICOLET, mit grösserer p_1 und kleineren p_2

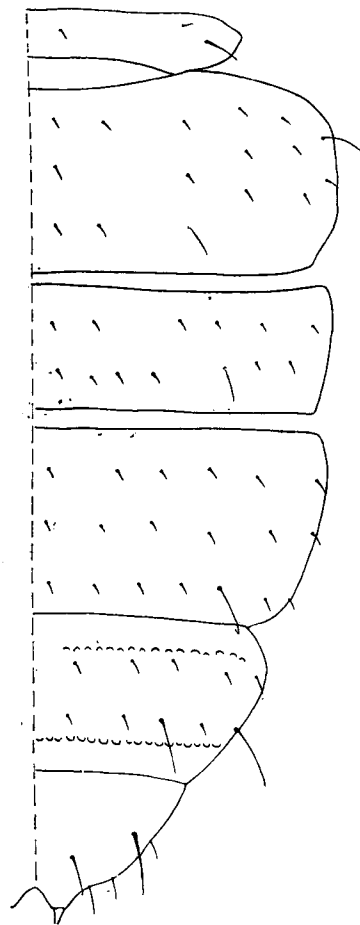


Abb. 2 *Schöttella ununguiculata* (TULLBERG)

und p_3 . Zweifellos handelt die Form um eine sehr stark abgewichene Höhlenform von *Ceratophysella* der *armata*-Gruppe.

Schöttella: Die Chaetotaxie dieser palaearktischen Gattung ist bis jetzt nicht erforscht. Einige Exemplare von *S. ununguiculata* (TULLBERG) aus Nordamerika (Kingston, New Hampshire, K. CHRISTIANSEN leg.) erwies sie wie auf Abb. 2 dargestellt. Die winzigen Borsten verteilen sich ähnlich zu *Ceratophysella*. Kopf normal beborstet wie diese. *Area verticalis* mit 2+2 Borsten. Th. I 3+3 beborstet. S. s. auf Th. II, III ist p_3 . Die auf Abd. I-III, IV und V ist p_{4-5} , p_5 und p_3 . Sie sind länger als die anderen Borsten. Ausser ihr eigenartiges PaO kann man chaetotaxisch die Gattung nicht von *Ceratophysella* unterscheiden.

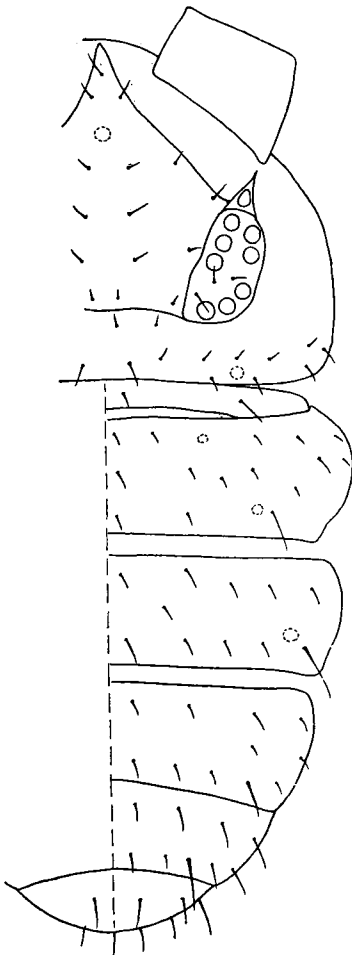


Abb. 3 *Choreutinula inermis*
(TULLBERG)

Mesachorutes: Die Chaetotaxie dieser Höhlenform ist nur einmal bei *M. marlieri* DEL. DEB. (DELAM. DEB. 1947) gegeben. Scheindar ist dabei ein abnorm beborsteter Exemplar gezeichnet, da die Beborstung rechts und links nicht symmetrisch angereiht ist, eine Erscheinung welche nicht selten bei den Höhlencollembolen zum Erscheinen kommt. Es kann jedoch daraus leicht einbezogen werden, dass die Chaetotaxie des Kopfes typisch für *Hypogastrurinen* und seine *Area verticalis* mit *Area occipitalis* verbunden und mit 2+2 Borsten versehen hat. S. s. auf Th. II, Abd. III, IV und V ist je p_2, p_4, p_5 und p_3 (ob immer ?) und seine Dental borste 6 im Zahl sind. Ihr PaO ist zwar gelappt, aber ähnlich zu *Schöttella* im Prinzip, da es dort von dem Zentralhöcker entbehrt. Die nahe Verwandtschaft der vorliegenden Art mit *Schöttella ununguiculata* (TULLBERG) ist wohl zu vermuten.

Choreutinula (= *Beckerella*) Die Gattung ist chaetotaxisch nur einmal von GOTO (1952) bei *Ch. libyca* (CAROLI) studiert. Ich habe sie bei den japanischen Exemplare von *Ch. inermis* (TULLBERG)* untersucht. Aus Fig. 3 ist zu schliessen, dass Kopf typisch für *Hypogastrurinen* und *Area verticalis* 2+2 beborstet ist. Th. I hat eigentümlicherweise nur mit 2+2 Borsten versehen. S. s. auf Th. II, III ist p_3 . Abd. V ist mit grobgranuliertem Gürtel. Die Borsten sind alle winzig ausser s. s. welche etwas länger entwickelt

* Die aus Japan beschriebene *Beckerella yanoi* KINOSHITA (1932) ist identisch mit diese.

sind. Von dieser Borstenanordnung, ist es noch schwer zu beurteilen an welcher Form die Gattung nahe Verwandtschaft hat. Wenn in der Gattung *Hypogastrura* solche Formen zu finden sind, die auf Th. I nur 2+2 Borsten bei sich hat, so wäre sie die Urform der Gattung darstellen. Dies ist vorläufig, aber, nicht bekannt.

Mesogastrura: Die Beborstung dieser Höhlenform ist bis jetzt nur einmal von YOSII (1956) bei *Mg. kuzuuensis* YOSII bekannt gegeben. Die Annahme dass *Mesogastrura* zu *Choreutinula* nahe Verwandtschaft haben müsse, ist durch oben angegebenen Daten bestätigt.

2. *Xenyllinae* subfam. nov.

Als zweite der *Hypogastruriden* möchte ich diese Unterfamilie aufstellen. Diese hat den allgemeinen Charakter das sie den PaO entbehrt, den Kopf mit gut gefelderten *Area verticalis* mit nur 1+1 Borste besitzt. Die Beborstung von *Area frontalis* ist sehr charakteristisch und ganz verschieden von die der *Hypogastrurinen* indem sd_1 weit vorgerückt ist als d_1 . Dieser Zustand ist später in der Gattung *Brachystomella* und *Friesea* zu treffen. Hierher gehören folgenden Gattungen.

Xenylla: Untersucht wurde hier die japanische Form von *Xenylla humicola* (O. FABRICIUS). Sie ist ein Ubiquist im Japan und, wenn voll erwachsen, erreicht die enorme Grösse von 2.5 mm. Oft werden die kleinen Analdornen und -papillen sehr unscheinlich wie man sie kaum von den normalen Körperborsten zu unterscheiden hat. Von Abb. 4 sehen wir, dass auf dem Kopf in *Area frontalis* die Borsten anders angeordnet sind. Zwar ist d-Reihe normal, ist sd-Reihe stark reduziert. Sd_1 ist mehr vorgerückt als d_1 und es gibt nur noch 4 Borsten. (vergleiche YOSII 1956 s. 9, Abb. 3). *Area ocularis* ist nicht von *Area occipitalis* getrennt und nur 1+1 beborstet, wie bei *Hypogastrura* (s. str.) der *nivicola*-Gruppe. *Area ocularis* hat nur 5+5 Ommen und 3+3 Borsten. Möglicherweise fehlt hier die Ommen D, G, H und was vorhanden sind A, B, C, E, F. Dementsprechend sind zwei Borsten oc_1 und oc_2 am Rande der *Area ocularis* inseriert. Th. I ist 3+3 beborstet. Ein Promesonotum sehr deutlich. Th. II, III hat drei Borstenreihe mit 2 s. s.

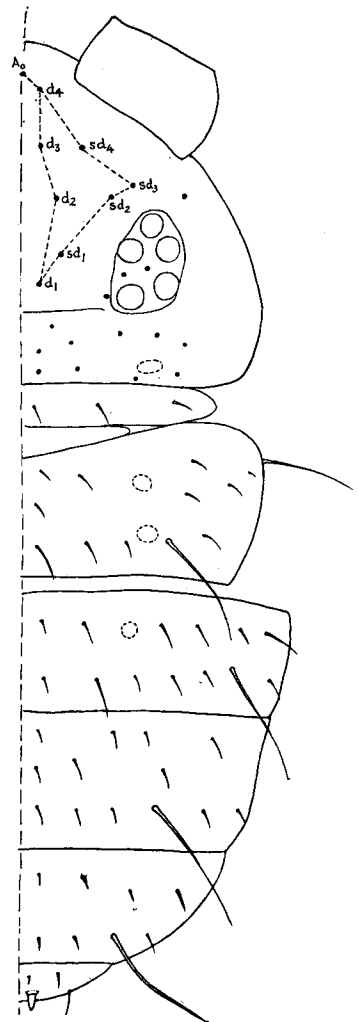


Abb. 4 *Xenylla humicola*
(O. FABR.)

Eins davon ist p_4 . Abd. I-III sind zweireihig beborstet mit einer s. s. auf der Lage von p_{5-6} . Abd. IV ist dreireihig beborstet und s. s. ist p_4 . Abd. V ist zweireihig und s. s. ist p_3 . Abd. VI ist zweireihig beborstet. Analdornen sind p_1 . Alle s. s. sind sehr schlank, zugespitzt und vielmal länger als die anderen Körperborsten.

Acherontides: Die Gattung enthält einige Höhlenformen aus Europa, Japan und Mexico. Zwei mexicanischen Arten, *Acherontides atoyacensis* BONET (BONET 1945) und *A. potosinus* BONET (BONET 1946) sind chaetotaxisch bekannt. Ferner wurde *A. vivax* YOSII (YOSII 1956) eingehend untersucht. Wenn man diese Beschreibungen vergleicht, so fällt es ein, dass da gewisse Unterschiede vorhaden sind. Zwar ist die Chaetotaxie des Kopfes von BONET in anderer Form beschrieben als in der YOSII'schen Darstellung und nicht leicht vergleichbar, hat sie jedoch deutliche Ähnlichkeit zu *Xenylla*, da man nur 1+1 Borsten auf *Area verticalis* und 3+3 Borsten auf *Area ocularis* zu finden hat. Th. I ist bei *Ach. vivax* 2+2 beborstet, während dies bei den mexicanischen Arten wie 4+4 beschrieben. Ferner sind Th. II und III bei *A. vivax* nur zweireihig beborstet und bietet gewisse Abweichung von der Gattung *Xenylla* und anderen Gattungsgenossen, dessen Th. II, III in drei Querreihen beborstet ist. Immerhin ist die nahe Beziehung der Gattung zu *Xenylla* nicht zu neinen und stellt zusammen mit der nächsten Gattung *Acherontiella* eine Komponente der *Xenyllinen* dar.

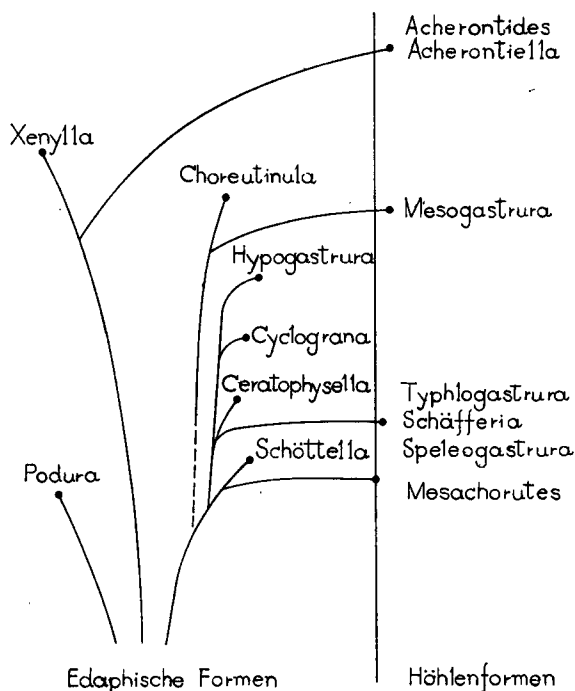


Abb. 5 Phylognese der Hypogastruridae

Acherontiella: Die Daten der Borstenordnung die wir haben, sind die von *A. sabina* BONET (BONET 1945), *A. variabilis* DELAM. DEB. (DELAM. DEB. 1948) und von *A. bougisi* CASSAGNAU et DELAM. DEB. (CASSAGNAU et DELAM. DEB. 1955). Die Chaetotaxie des Kopfes ist bei zwei von ihnen bekannt. Aber das Bild ist nicht für die Benennung einzelner Borsten bereift. Man muss nur daran denken, dass sie gewiss variabel sein wird, wie es bei *Acherontides vivax* der Fall gewesen ist. Th. I ist nach (BONET 1944) 4+4 beborstet bei *A. sabina*. Th. II, III ist bei diese Art in 3 Querreihen beborstet und seine s. s. ist leicht

länger als die anderen und legt sich an der Stelle von p. Abd. I-III ist bei ihr 2-reihig. Abd. IV bietet 3-reihige Borsten bei *A. sabina* und *A. bougisi*, während sie bei *A. variabilis* bloss zweireihig ist.

Mir blieb noch unerforscht die Gattungen wie *Willemia*, *Tafalla*, *Triacanthella* etc., welche vielleicht einen anderen selbständigen Zweig der Phylogenese der *Hypogastruriden* darstellen. Da aber die Mundwerkzeuge von *Willemia* reduziert ist, bleibt die Möglichkeit, dass sie in der *Pseudachorutiden* sein Platz findet.

Das Gesamtbild der Phylogenese in der Familie *Hypogastridae* ist ungefähr folgendes. Mann kann darin zwei Hauptzweige unterscheiden: *Hypogastrurinen* und *Xenyllinen*. Die jene ist wiederum mit vielen Aesten versehen. Dass fast alle diese Zweige die Höhlenformen bei sich haben, weist darauf hin, dass die Familie verhältnismässig altertümlich entstanden und seitdem in langer Zeit in der Erdgeschichte sein Vorhandensein behauptete ohne dabei ihre Körperstellung umändert. Das Bild ist ungefähr in Abb. 5 schematisiert.

PSEUDACHORUTIDAE

Pseudachorutidae + *Brachystomellidae* + *Anurida* (Pro parte)

Als die Familie von STACH (1949) neu aufgefasst wurde, hat er ihre Diagnose nicht deutlich angezeigt. So beschrieb er (s. 53) dass: "The genera grouped here in the family *Pseudachorutidae* show some details in the morphology of the body by which they differ from the representatives of other families, but this family is neither sharply delimited from the others, nor all the genera grouped into it can be considered as forms united together by the bonds of nearer relationship. So e. g. *Oudemansia* SCHÖTT differs pretty strongly from all other genera by having anal spines, a body mark unusual in this family, and *Pseudachoutides* BECKER by the very long furca. On the contrary many of the species and genera show, however, so numerous common body marks or resemblances that they were often united even into one genus, e. g. the genera resembling to *Ceratrimeria* BÖRNER."

Ein Zufall erliess mich, jedoch, die Vermutung zu hegen, ob solche Formen die bis jetzt in dieser Familie eingebürgert sind, an allen Körpersegmenten von Th. II-Abd. III eine deutliche Subsegmentierung zeigen, wie ich sie schon bei *Oudemansia esakii* (KINOSHITA) und *Conotelsa pacifica* YOSHII (YOSHII, 1957) angeschrieben habe. Wenn man dieses Merkmal

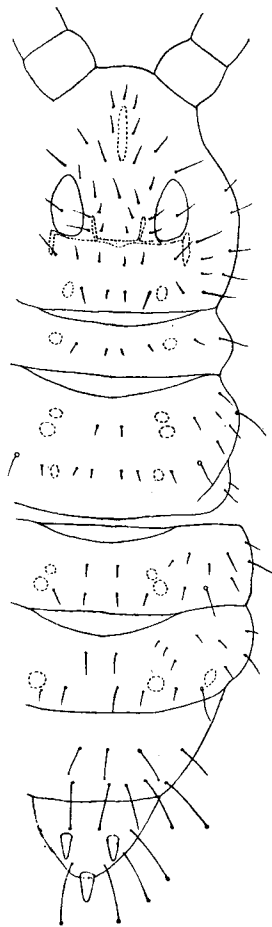


Abb. 6 *Friesia claviseta*
(AXELSON) aus
Belgium

als Zeichen der *Pseudachorutidae* aufnehme, so fallen zu dieser Familie nicht nur solche Gattungen wie *Pseudachorutes*, *Ceratrimeria*, sondern auch noch solche, die von STACH zur *Brachystomelliden* eingereiht sind, e. g. *Friesea*, *Odonthella* *Brachystomella* etc., also lauter solche Formen, dessen Mundwerkzeuge nicht mit Molarplatte versehen sind. Ferner fällt ein Teil von der Gattung *Anurida* (*maritima*-Gruppe) durch Subsegmentierung des Körpers in dieser Gruppe ein. Ob diese Massnahme richtig sein wird, wird die weitere Forschung zeigen.

Friesea: (Abb. 6) Die Gattung ist schon chaetotaxisch von DENIS (1932, s. 362, fig. II) auf *F. fagei* Dens, von STACH (1946, Pl. 27, fig. 4) auf *F. claviseta* (AXELSON) und schliesslich von mir (1956, s. 22, fig. 51) auf *F. japonica* YOSII untersucht. Einstimmig ist dabei, dass drei Analdornen auf Abd. VI a_1 und p_0 vertreten. Ferner sind die Borsten auf den Abdominalsegmenten zweireihig. Hier ist weiteres über die Chaetotaxie der europäischen *F. claviseta* AXELSON aus Lüttich (Belgium, F. CARPENTIER leg.) untersucht. Die Subsegmente der dorsalen Seite ist nicht nur auf Promesonotum beschränkt sondern vielfach bis auf Abd. IV an allen Tergiten vorhanden. *Area frontalis* ist etwas anders beborstet als meine Abbildung auf *F. japonica* YOSII. Die Medianfurche ist nicht so bedeutend wie bei *Odonthella* und erreicht nicht bis zur proximalen Ende des Kopfes. So kann man a_0 an seine Ende vorfinden. D_4 ist klein und legt sich seitlich von dieser Furche. Eine unpaare d_0 ist deutlich vorhanden. *Area ocularis* ist nicht ganz mit Augenfeld besetzt worden. Zwei Borsten (oc_1 , oc_2) legen sich Ausserhalb dieses Feldes an der dorsalen Seite von ihm. Th. I: mit 2+2 Borsten zwischen beiderseitigen Fovea und noch 2 an der Seitenpartie. Subcoxa hat daneben noch eine Borste. Th. II, III: 3+3 Borsten (a_1 , p_1 , p_2) bilden die dorsale Gruppe dar. Dann kommt einige Foveen, welche die Seitengruppe scheidet. S. s. ist vermutlich p_3 und noch eine aus der lateralen Partie. Abd. I-III: zweireihig. Eine Fovea zw. a_1 - a_2 und an p_4 , welche s. s. darstellt. Abd. IV ist unregelmässig zweireihig. S. s. ist p_4 . Abd. V zeigt die Chaetotaxie anders als bei *F.*

japonica YOSII, welche letztere nur 1+1 von der a-Reihe bei sich hat, während diese Form 2+2 Borsten daran hat. Die Borsten der p-Reihe sind, mit Ausnahme von p_3 , deutlich am Ende gekugelt.

Odonthella: Die Mundwerkzeuge dieser Gattung ist nur einmal von STACH 1949 (s. 315) geschrieben. "Mouth Parts strongly reduced, concealed in relatively long buccal cone; Mandible absent, maxilla with a weakly developed, claw-like head, which has no lamella and teeth." In der Tat, sind sie bei der japanischen *O. distincta* YOSII so gebaut wie er gezeichnet hat (Abb. 7). Die Mandibel erscheint zuerst im Ventralansicht des Mundkegels wie vorhanden, welche nicht anders als eine Verdickung des Chitinpanzers ist. Die Maxille



Abb. 7 *Odonthella distincta*
YOSII Maxillenkopf

ist sehr verlängert, stylettförmig zugespitzt, distal leicht geknickt und mit einer sehr undeutlichen, dünnen Zähnnchen versehen.

Die Chaetotaxie von *Odonthella* ist schon von mir (1956, s. 21 fig. 59, 62) bei den zwei japanischen Formen verarbeitet. Hier müssen sie folgenderweise ergänzt bzw. korrigiert sein: Das Subsegment ist nicht nur auf Promesonotum beschränkt sondern auf allen Tergiten von Th. II-Abd. III erkennbar. Es kann jedoch leicht versteckt sein, besonders wenn das Exemplar grob verdickt oder einschrumpft. Auf dem Kopf ist *Area frontalis* ähnlich beborstet wie *Xenylla*. *Area verticalis* ist nicht beborstet und überhaupt fehlend. Sehr eigenartig ist das Vorhandensein von zwei Borstenreihen auf Abd. VI proximal zur "Analdornen", die in dieser Gattung anscheinend die Umwandlung der Hautkörner sein mögen, im Gegensatz zur aus Borsten (p_1) umgeformten Analdornen der *Hypogastruriden*. So bildet diese Analdornen nicht das **homologe** sondern das **analoge** Organ dar. Die Gattung nimmt eine Sonderstellung binnen der Familie, doch ist seine Verwandtschaft zu *Xenylla* chaetotaxisch möglich.

Brachystomella: Die Gattung ist chaetotaxisch nur einmal von mir (1956, s. 20 fig. 52) auf *B. hiemalis* YosU studiert. Das Subsegment ist nicht nur auf Promesonotum beschränkt, sondern auch auf allen Tergiten zw. Th. II-Abd. III zu merken, obwohl sie sehr undeutlich und leicht übersehen werden kann.

Pseudachorutes: Nichts kennen wir über die Chaetotaxie der Gattung, ausser dass Abd. IV-VI von *Ps. boernerii* SCHÖTT von STACH (1949, pl. 15, fig. 6) dargestellt wird. Die meisten Formen sind so winzig beborstet und nicht zum Zweck der Chaetotaxiestudie verwendbar. Eine neue Art beschreibe ich, also, dessen sehr verlängerte Börste den Studium begünstigt.

***Pseudachorutes longisetis* sp. n. (Abb. 8, 9)**

Körperlänge bis 1.5 mm. Rumpf spindelförmig und nicht abgeflacht. Ant/Kopf wie 1:1. Antennen verlängert und im Verhältnis wie 20:18:12. Ant. III und IV ist dorsal verwachsen. Ant. IV hat distal dreiteiligen Endkolben nebst mehreren winzigen und stacheligen Nagelborsten an der ventralen Seite. Dorsale Seite hat einigen (bis 8) etwas verdickten und schön verlängerten Sinnesborsten. Ant. III hat den Antennalorgan aus 2 plumpen, an einer Seite geneigten Borsten in einer leichten Furche bestehend. Zwei Sinnesborsten von gleicher Grösse sind da-



Abb. 8 *Pseudachorutes longisetis* sp. n.
A : Antennenspitze B : Mundapparate
C : Vordere Klaue D : Dens mit Mucro

neben an den betreffenden Segment isoliert vorhanden. Ant. II und I ist nur einreihig beborstet. PaO besteht aus ca 10 eiförmigen Elementen in einem länglichen Kreis,

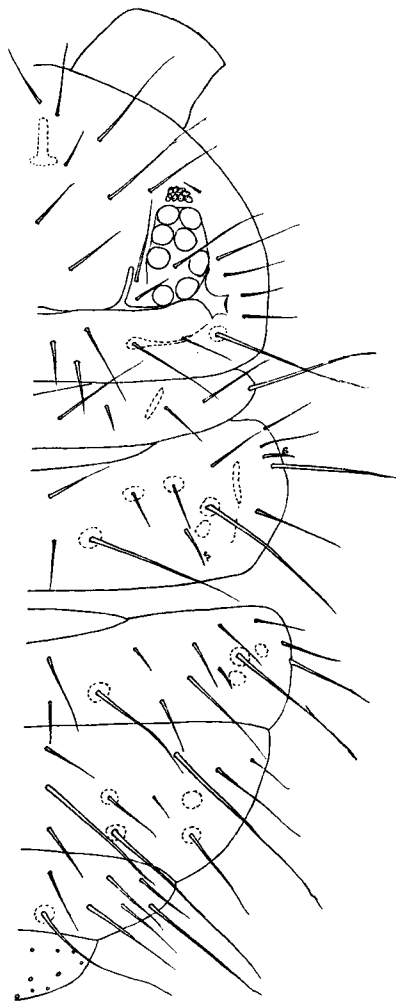


Abb. 9 *Pseudachorutes longisetis*
sp. n.

dessen Durchmesser so gross wie eine Omma ist. Ommen 8+8, auf einem gemeinsamen Flecke und tief geschwärzt. Mundkegel ist stark vorgestosen. Mandibel schwach entwickelt und am Ende dreispitzig. Maxillen stylettförmig zugespitzt. An der Beine ist die Klaue sehr schmal und lang, dorsal gekielt und ventral mit einem scharfen Innenzahn an der Mitte. Ein paariger Dorsalzahn ist proximal gelegen, aber oft unsichtbar. Keulenhaar ist nicht differenziert. Doch können 2-3 längeren Borsten der dorsalen Seite am Ende undeutlich gekugelt sein. Tibiotarsen sind an ihrer distalen Hälfte deutlich geringelt und beborstet. Ventraltubus hat 3+3 Borsten. Tenaculum ist mit 3-zähigem Rami und ohne Basalborste und Granulierung. Furka ist gut entwickelt. Ma : D : Mu wie 35 : 20 : 13. Dens ist dorsal sehr rauh granuliert und mit 6 Borsten in zwei Längsreihen. Mucro ist sehr eigenartig gebaut. Im Profil ist sie distal bogenartig aufgeschlagen. Die beiden dorsalen Randlamellen beginnen kurz vor der distalen Ende und verlaufen bis zur Mucrobasis. Innenlamelle ist ziemlich breit, aber dünnhäutig. Aussenlamelle ist dagegen schmaler, doch verdickter und besitzt einen rundlichen, lappigen und ohrenförmigen Wölbung nahe an der Basis. Körperfarbe ist grauviolett auf der dorsalen Seite. Antennen sind tief gefärbt. Blass bleibt die ventrale Seite des Rumpfes und die Extremitäten. Diese Farbe beruht auf die Färbung einzelner

Hautgranula wie bei *Odonthella*, welche regelmässig die Hautoberfläche bedecken. Alle Borstenansatzstellen, sowie die Furchen und Foveen bleiben blass. Borsten des Körpers sind auffallend lang und glatt. Manche von ihnen können die Segmentlänge weit überschreiten. Ihre Anordnung auf dem Körper ist wie in Abb. 9 angegeben. Auffallend ist dabei dass die Borstenanordnug auf *Area frontalis* des Kopfes genau so beborstet ist wie die von *Friesea claviseta*, d. h. mit einer medianen d_0 etc. Th. I ist 5+5 beborstet und mit einer blassen Furche zw. m_2 - m_3 . M_1 ist gross. Th. II, III : zweireihig. $p_2 > p_1$. P_3 ist eine kleine s. s. Noch eine andere s. s. ist seitlich gelegen. Abd. I-III : Zweireihig. $p_2 > p_1$.

Abd. IV : dreireihig, $a_1 = p_1 < m_1 < p_2$. Abd. V : Alle Borsten sehr lang, so lang wie p_1 von Abd. IV. Das Segment kann sich nach hinten verlängern. Anandornen sind fehlend.

Typus: Ein Männchen aus Nara (20. X 1952 R. YOSII leg.)

Weitere Fundstelle: Kitasirakawa, Kyoto (1 Expl. 10. XII 1952 S. Uéno leg.)...Yamasina, Kyoto (1 Expl. 5. XII 1955 R. YOSII leg.)

Nächst verwandte Art ist europäische *Ps. corticicolus* (SCHÄFFER), von welcher sie durch eigenartigem Mucro sofort zu trennen ist.

Von diesem einzigen Beispiel die allgemeinen Tendenz der Chaetotaxie von *Pseudachorutes* vorzustellen ist natürlich allzu gewagt. Man kann nur verstehen, dass die zweireihig beborstete Segmente normal für die Familie sein wird.

APHOROMMIDAE (= ANURIDAE) nom. nov

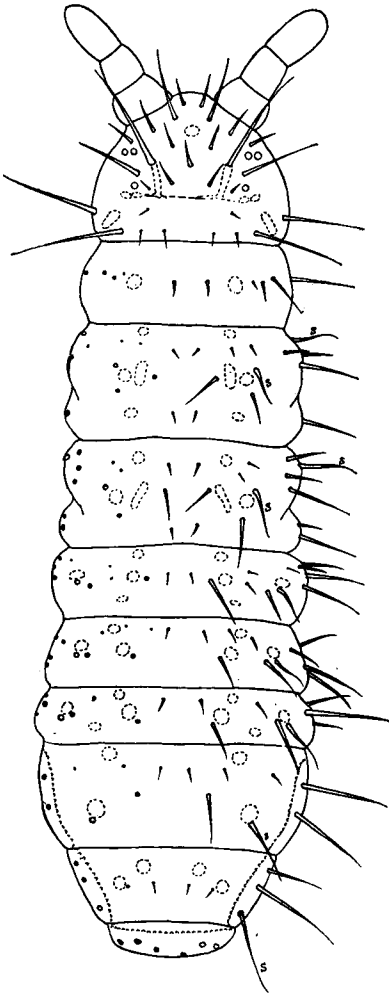
Als die Familie *Anuridae* zuerst von STACH 1949 aufgestellt wird, gab er gar keine besondere Diagnose, mit welcher man die Familie von den benachbarten Gruppen wie *Pseudachorutidae* und *Neanuridae* abzugrenzen. Alle Formen, die ich hierbei zu dieser Familie angehören lasse, haben die allgemeinen Charakter, dass sie kein Subsegment auf allen Tergiten bei sich haben. Dieser Charakter ist gemein mit *Poduriden*. Aber die Familie hat keine Reibplatte auf der Mandibel und dadurch scharf zu unterscheiden. Von den *Neanuriden* kann man die Familie nur durch untuberkulierte Körperfläche trennen.

Anurida: Die bis jetzt chaetotaxisch untersuchte Formen sind folgende: *A. banylensis* DENIS (DENIS 1947), *A. pseudogranaria*, *ellipsoideus* (STACH 1949). *A. comellini* GISIN (GISIN 1946,) *A. remyi* DENIS (DENIS 1947), *A. trioculata* (KINOSHITA), *A. nuda*, *desnuda*, *diabolica*, *setosa*, *speohia*, *vicaria*, *assimilis* YOSII (YOSII 1956).

Alle diese Arten haben die Beborstung zweireihig auf allen Körpersegmenten und keinen Subsegment darauf. Eine einzige Ausnahme bietet die japanische *A. trioculata* KINOSHITA, welche, wie angegeben (YOSII, 1956, s. 23), dreireihig beborstet ist. Nach IMMS (1906, p1, fig. 1) ist das Genotypus der Gattung: *Anurida maritima* (GUÉR.) an vielen Körpersegmenten deutlich subsegmentiert. Seine Borstenreihen sind nach STACH (1949, s. 18) ungefähr in 4- bis 6 Querreihen. Falls dies tatsächlich der Fall sein wird, welche mir sehr wahrscheinlich zu sein scheint, so muss die heutige Gattung *Anurida* zu zwei Gattungen *Anurida* (s. str.) und *Aphoromma* getrennt und jene zur *Pseudachorutidae* und diese zur neuen *Aphorommidae* (nom. nov.) angehören lassen.*

Paranura: Ein einziger, mir bakannter Vertreter der Gattung: *Paranura s-uénoi* YOSII hat folgende Chaetotaxie bei sich (Abb. 10). Subsegment auf allen Körpersegmenten fehlend. Kopf mit *Area frontalis* sehr deutlich begrenzt. D_0 vorhanden. Sd_1 sehr lang. A_0 fehlend. *Area ocularis* mit 2 Borsten. Von der *Area occipitalis* ist c_1 und c_2 klein,

* Untersuchung von *A. maritima* GUÉR. aus Kapstadt hat mir ermögeicht die Tatsache zu bestätigen. Körpersegmente sind subsegmentiert und die Borsten sind plurichaetotisch.

Abb. 10 *Paramura s-uenoi* YOSII

während c_3 lang ist. Auf Th. I sind 4+4 Borsten in einer Reihe. Eine *Fovea* zw. m_1 - m_2 . M_3 und m_2 nahe stehend. Auf Th. II, III sind die Borsten in drei Reihen. $m_2 > a_1 = p_1$. Zwei *Foveen* lateral von m_1 . S. s. (p_3 ?) legt sich nicht seitlich, sondern vorne von p_2 und deswegen scheinbar an der Stellung von m_2 . Noch eine mit einer s. s. begleitete 4-5 beborstete Wölbung an der seitlichen Lage. Auf Abd. I-III sind die Borsten zweireihig. A_1 klein. P_1 gross. S. s. nimmt die Stellung von p_3 (oder p_4). Auf Abd. IV sind die Borsten zweireihig angeordnet. $p_1 > a_1$. S. s. ist p_2 und legt sich direkt hinter der auffallenden *Fovea*. Seitlichen Borsten gross. Auf Abd. V sind die Borsten zweireihig. Dorsal gelenes, glattes Teil hat nur noch 2+2 (a_1 und p_1 ?) kleinen Borsten. Seitliches, stark granuliertes Teil hat hinten einen grossen s. s. und vorne 2-3 langen Borsten. Abd. VI ist gleichmässig granuliert und mit vielen starken Borsten besetzt. Ob diese ostasiatische Form mit der nordeuropäischen *Paranura sexpunctata* (AXELSON) in gleicher Gattung angesetzt werden kann, ist fraglich aber vorläufig nicht zu bestätigen. Von der Abbildung LINNANIEMI'S (1912, Taf. I fig. 6) erfahren wir, dass *Paranura sexpunctata* nicht an allen Segmenten eine Subsegment hat, während *Micranurida papillosa* dies bei sich besitzt. So lege ich provisorisch die Gattung *Paranura* in die *Aphorommidae* und *Micranurida* zu *Pseudachorutidae*.

NEANURIDAE

Seitdem BÖRNER im 1906 die Verteilung von Segmenttuberkeln und s. s. darauf ganz richtig beschrieben hat, sind die Chaeto- bzw. Tuberkeltaxie der Familie verhältnismässig reichlich studiert. Tabellarisch kann man die bis jetzt aufgeklärte Arten folgenderweise summieren.

CAROLI, E.	1912	<i>Protanura monticelli</i> CAROLI	<i>Achorutes longisetis</i> CAROLI
		<i>Achorutes phlegraeus</i> CAROLI	<i>Achorutes aurantiacus</i> CAROLI
		<i>Achorutes muscorum</i> TEMPLETON	
DENIS, J. R.	1923	<i>Neanura grassei</i> DENIS	

- DENIS, J. R. 1933 *Neanura macgillivrayi* DENIS *Neanura banksi* DENIS
- DENIS, J. R. 1947 *Neanura corsica* DENIS *Neanura ludovicae* DENIS
- DENIS, J. R. 1948 *Womersleya dawydoffi* DENIS *Womersleya vicina* (DENIS)
Lobella perfusa DENIS *Neanura hirtella* (BÖRNER)
Neanura separata (DENIS)
- DELAM.-DEB. 1948 *Phylliomeria africana* DELAM.-DEB.
- STACH, J. 1951 *Neanura muscorum* (TEMPLETON) *Neanura parva* STACH
Neanura caucasiaca STACH *Neanura alticola* STACH
Neanura tetrophthalma STACH *Neanura tatrica* STACH
Neanura transcaucasica STACH *Neanura incolorata* STACH
Thaumanura carolii (STACH) *Lathriopyga conjuncta* (STACH)
Lathriopyga phlegraea (CAROLI) *Lathriopyga franzi* STACH
- HAMMER, M. 1953 *Morulina thulensis* HAMMER
- DELAM.-DEB. 1954 *Pronura kiliman jarica* DELAM.-DEBOUTTEVILLE
- CASSAGNAU, P. 1954 *Neanura gladiolifer* CASSAGNAU CASSAGNAU
- CASSAGNAU, P. et DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, CL. 1955 *Protanura papillata*
CASS. et DELAM. DEB. *Neanura granulata* CASS. et DELAM. DEB.
- YOSII, R. 1956 *Lobella sauteri* BÖRNER *Lobella uozumii* YOSII
Lobella mizunashiana YOSII
- YOSII, R. 1956 *Coecoloba lobella* (YOSII) *Coecoloba hidana* YOSII
Coecoloba odai YOSII *Coecoloba wakasana* YOSII
Crossodonthina nipponica YOSII *Yuukianura aphoruroides* YOSII
Yuukianura nomurai YOSII *Neanura fodinarum* YOSII
Metanura sebastiani YOSII *Propeanura mandarina* YOSII

Die in allen diesen Beschreibungen allgemeinen Charakteren sind folgende:

1. Tuberkelverteilung des Kopfes lässt sich von einem Prototypus aus erklärbar. Auf der Frontaltuberkel ist ein unpaarer d_0 bald vorhanden (*Neanura* s. str.) und bald fehlend (*Lobella*).
2. Th. I hat höchstens 3+3 Tuberkeln oder Borstengruppe.
3. Th. II, III hat höchstens 4+4 Tuberkeln im dorsalen Ansicht. Eins davon ist auf der Subcoxa gelegen. S. s. legt sich je eins auf dem Subdorsaltuberkel an der medianen Seite und dann noch eins auf der Sublateraltuberkel.
4. Abd. I-IV hat höchstens je 4+4 Tuberkeln. S. s. legt sich nur auf der Subdorsaltuberkel und zwar an der lateralen Seite darauf.
5. Abd. V ist nach Arten verschieden tuberkuliert und beborstet. S. s. ist p_2 und auf der seitlich gelegenen Tuberkel.
6. Mit paarig angeordneten Tuberkel versehen ist Abd. VI. Ob die unpaarig tuberkulierte Form vorhanden sein wird, ist strittig.

Die Familie ist bekannterweise durch seine ins zwei gelappten Abd. VI gekennzeichnet.

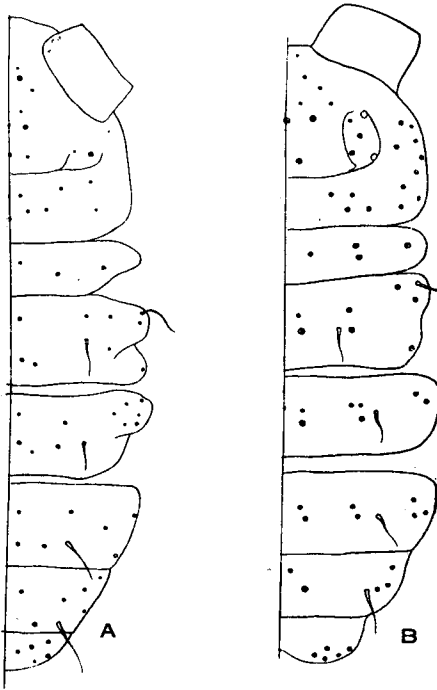


Abb. 11.
Chaetotaxie von *Aphoromma diabolica* Yosii
(A) im Vergleich zu *Neanura fodinarum* Yosii,
dessen Tuberkulierung entnommen wird
(B).

Dabei ist aber nicht bedeutend ob das Segment wirklich zweilappig ist oder nicht. Der Grund zum Zweilappigwerden des Abd. VI beruht auf die Tatsache ob das Tierchen an der betreffenden Stellen paarige Tubekel bei sich hat oder nicht. Wenn man, also, von einem gewöhnlichen *Neanura*-Art seine Segmenttuberkeln entnimmt, (Abb. 11), so bekommt man ungefähr dasselbe Bild wie man bei den *Aphoromma*-Arten zu treffen hat. Es ist prinzipiell zweireihig beborstet auf allen Segmenten Th. II-Abd. V und die Lage von s. s. ist ungefähr die von *Aphoromma* übereinstimmend. Die mit vielen Borsten versehenen *Morulina gigantea* (TULLBERG) ist eine polychaetotisch entstandene Art. Alle bis jetzt bekannte Form der Familie hat keine Subsegmentierung auf allen Segmenten wie bei *Aphorommiden*. Die *Neanuridae* ist also scheinbar eine nur durch Tuberkelbildung von *Aphorommiden* trennende und sehr zu ihr nahestehende Gruppe dar. Man kann, deshalb die *Aphorommiden* als eine Unterfamilie von *Neanuridae* auffassen.

Die phylogenetische Entwicklung der Familie *Neanuridae* ist bis jetzt nur gelegentlich behandelt worden. Als die Gattung *Lobella* von BÖRNER 1906 aufgestellt wird, legte er den Hauptgewicht auf die dreipaarige Tuberkelbildung von Abd. V und machte darüber klar, dass die Stellung von s. s. auf dem betreffenden Segment artspezifisch verschieden sei. Der Versuch, die *Neanuriden*-formen nach ihrer Tuberkelverteilung sich zu orientieren scheitert aber vollkommen, insofern aus den japanischen Höhlen sehr verschiedenartig tuberkulierte Formen von *Lobella* und *Coecoloba* hervorgetreten sind (YOSII 1954, 1956). Nachher gab DENIS 1948 die Meinung beim Untersuchen der Annamischen Collembolen, dass die Mundapparate auf das Systematik noch wichtigere Werte haben wird und stellte, dementsprechend, die Gattung *Womersleya* auf, in der er zwei ganz im Aussehen verschiedenen Formen (*W. dawydoffi* und *W. vicina*) unterstellte. Ich selber habe später (1954) zu der Linie folgend, die Gattungen wie *Crossodonthina* und *Uchidanura* vorgeschlagen. Das Verfahren gilt, wenn es um den bisher gut bekannten Arten aus Japan betrifft, aber gewiss nicht, wenn wir die Gattungen wie *Protanura*, *Morulina* zusammenziehen, da man hierbei die ganz sich isolierten Gattungen wie *Morulina*, *Protanura* und *Lobella* in einer Gruppe legen muss. Ferner müssen die Formen wie *Achorutes pterothryx* BÖREER (YOSII

1956) und *Neanura mandarina* Yosii (Yosii 1956) zu einer einzigen Gruppe *Propeanura* untergestellt und zu *Neanura* (s. str.) nahe stehende Stellung anbieten, nur weil ihre Mandibel zu dreizähligem Schaft zurückgebildet ist, was natürlich ein Kunstsystematik ist.

Hier möchte ich eine andere Auffassung der Familie vorschlagen in der die Struktur oder die Beschaffenheit der diese Gruppe auszeichnenden Körpertuberkeln massgebend ist. Die Gattung *Morulina* nimmt hierbei eine besondere und beispielhafte Stellung durch den Besitz ihr auszeichnenden zusammengesetzten Postantennalorgan im Anspruch. Hier ist ausserdem die Furka noch bis zum Dens als paarige Stummel mit vielen winzigen Borsten wahrzunehmen. Diese Funde kann die eigenartig isolierte Stellung der Gattung anweisen, da bei den anderen Formen der Familie, die Furka nur als ein undeutliches, unpaares Feldchen zum Vorschein kommt. Ein Tribus **Morulini** tr. nov. muss, also, unbedingt aufgestellt sein. Für die anderen Gattungen finde ich zwei grosse Zweige, je nachdem ob die Tuberkel scharf gefeldert und grob granuliert oder nicht. Die erste Gruppe, die nunmehr wie **Neanurini** tr. nov. aufgetaucht sein soll, enthält die Gattungen welche, nach der Reduzierungszustand der Mundapparate, zur *Protanura-Neanura* Serien angereicht werden kann. Hierher gehören auch noch *Taumanura* und *Metanura* mit besonderer Tuberkelverteilung. Die zweite Gruppe, dessen Körpertuberkel überhaupt nicht oder andeutend gefeldert und, aber, schön gerundet und granuliert ist, ist als Tribus **Lobellini** tr. nov. auffassbar, die wiederum nach der Beschaffenheit der Mundapparate serienhaft zu *Womersleya*, *Crossodonthina*, *Lobella* und *Propeanura* unterteilt sein kann. Sie alle haben, an Stelle der Postantennalorgan, ein nacktes Feldchen bei sich. In **Lobellini** ist der ganze Körper immer einfarbig entweder rot, gelb oder weiss und entfärbt gänzlich im Alkohol, d. h. nur die Körperflüssigkeit ist gefärbt und dagegen die Epithel nicht, während in fast allen *Neanurini* die Epitheldecke irgendwie stellenweise befleckt und nicht im Alkohol entfärbt. Eine Zwischenstellung bietet die Gattung *Bilobella* CAROLI. Die Gattung ist in

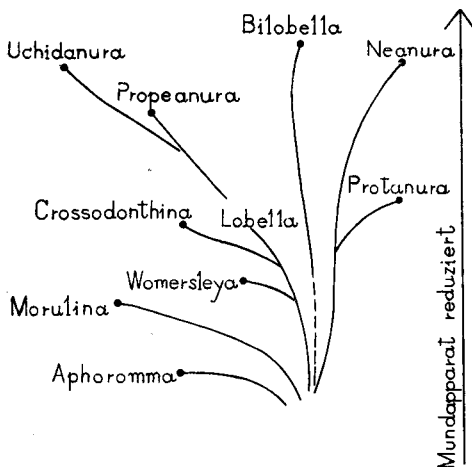


Abb. 12 Phylogenese der Neanuridae

Europa durch zwei Formen *B. aurantiaca* CAROLI und *grassei* DENIS vertreten und sie haben, nach der Abbildung STACH's (1951), anders geformte Tuberkel bei sich. Zwar sind die Tuberkeln schön gefeldert, aber doch nicht so deutlich mit Furchen versehen wie bei *Neanura muscorum*. Ausserdem sind die Granulierung, welche die Tuberkel zusammensetzen, so stark vielhöckrig und hoherhoben. Das Bild ist ungefähr so wie ich bei der japanischen *Neanura mandarina* Yosii (ef. R. Yosii 1954 s. 796 Abb. 15, B.G) und bei der malayischen *B. singaporiensis* Yosii 1959

angetroffen habe. Sie haben keinen Feldchen vor den Augen. Tuberkelverteilung des Körper ist bei den europäischen Arten vereinfacht und bei den asiatischen Formen den ursprünglichen Zustand aufbewahrt. Die ganze Auffassung der *Neanuriden* kann, somit, ungefähr wie Abb. 12 dargestellt werden.

Die Phylogenese der oben genannten drei Familien: *Pseudachorutiden*, *Anuriden* und *Neanuriden* ist eine der interessanten Hauptprobleme in den systematischen Untersuchungen der Collembolen überhaupt. So ist z. B. P. CASSAGNAU (1955) der Meinung, dass alle diese Formen zu einer einzigen Familie *Pseudachorutidae* vereinigt sein muss und dass aus einer mit 8+8 Ommen versehenen und mit gut entwickeltem Mundverzeug bewaffneter Urform etwa wie *Pseudachorudina*, durch Reduktion der Augen und des Mundapparates, sowie durch das Entstehen von Segmenttuberkeln, viele Gattungen entstanden sind. Ich stimme ihrer Meinung ganz bei dass die hier einbezogenen Formen sich in enger Beziehung stehen, aber doch nicht zur Gruppierung dieser Gattungen in zwei Gruppen je nachdem, ob die Mundapparate reduziert (Gruppe II) oder nicht (Gruppe I).

Nach meiner Meinung soll vielmehr zuerst eine Urform der Familie vorgestellt sein, welche gewiss mit gut entwickeltem Augenfeld und Mundverzeuge versehen sei soll. Nur die Reibplatte des Mandibels muss gefehlt gewesen sein, etwa wie bei der fossilen Form: *Rhyniella precursor* HIRST et MAULIK (TILLYARD, 1928, s. 66, fig. 1) der Fall ist. Ob sie Subsegment an den gewissen Tergiten gehabt haben oder nicht, kann ich nicht mit Sicherheit behaupten lassen. Wenn dies gefehlt ist, so ist der Körperbau ungefähr wie

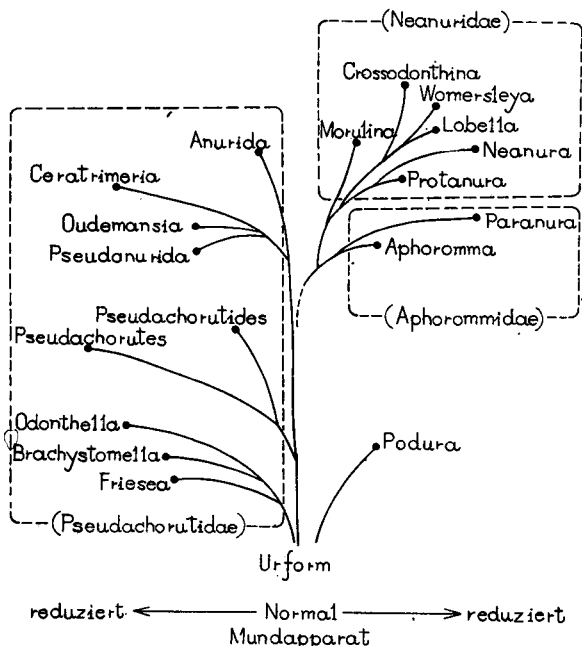


Abb. 13 Phylogenese der Pseudachorutiden etc.

Podura, obgleich diese gut entwickelte Reibplatte des Mandibels bei sich hat. Wenn sie nicht vorhanden, so ist die Form ähnlich zu *Pseudachorudina* etc. Jedenfalls sind aus dieser Urform zwei Entwicklungszweige entstanden. Eins davon ist mit Subsegment und stellt die *Pseudachorutiden* dar, während der andere ohne solche und enthält *Aphorommiidae* und mit Segmenttuberkel versehene *Neanuridae* in ihm. Die Reduktion und Modifizierung der Mundverzeuge soll in allen diesen Zweigen selbständig und vereinzelt hervorgetreten sein und muss als Konvergenz- oder Parallelerscheinung verstanden sein. In diesem Sinne habe ich die ganze Schema der Entwicke-

lung wie Abb. 13 vorgestellt.

ONYCHIURIDAE

Die durch den Besitz eigenartiger Psudocellen ausgezeichnete Familie muss noch ausführlicher chaetotaxisch bearbeitet sein. Sie zerfällt in einigen Unterfamilien. **Lophognathellinae** ist vorläufig monotypisch und *L. choreutes* BÖRNER weist rechtlich die *Plurichaetose* (YOSH 1957). **Tetrodontophorinae** enthält zwei monotypischen Gattungen: *Tetrodontophora bielanensis* WAGA und *Homaloproctus sauteri* BÖRNER, welche beide polychaetotisch beborstet sind (YOSH 1. c.). Eine andere südamerikanische Form: **Pachytullbergiinae** (*Pachytullbergia scabra* BONET) ist chaetotaxisch gut bekannt (BONET, 1947 s. 407, fig. 1). Ihr Kopf ist ungefähr so beborstet wie *Hypogastrura* und besitzt an Stelle von *Area verticalis* nur 1+1 Borste. Th. I ist einreihig, 5+5 beborstet. Promesonotum ist scheinbar fehlend. Th. II, III sind ungefähr 3-reihig mit gleichgrossen Borsten besetzt. Abd. I-III sind zweireihig beborstet und hat je eine paarige Wölbung an der Seite. Abd. IV ist wieder 3-reihig beborstet und hat 2+2 Wölbung. Abd. V hat eine mediane

und 1+1 laterale Wölbung, welche nur spärlich beborstet zu sein scheint. Abd. VI ist distal verlängert und granuliert. Ohne Zweifel stellt sie eine Übergangsform zwischen *Onychiuriden* und *Hypogastruriden* und ich möchte sie lieber in der letztgenannten Familie unterstellen als in der jenen.

Tullbergiinae: Es wurde bis jetzt viele Formen dieser Gruppe chaetotaxisch untersucht. Leider sind alle Ergebnisse nur auf den hinteren Abdominalsegmenten beschränkt. Da die Gruppe noch nicht aus Japan bekannt ist, muss ich mein Ergebnis mit einer europäischen Art: *Tullbergia (Mesaphorura) krausbaueri* BÖRNER (2 Expl. aus Lüttich, Belgium F. CARPENTIER leg.) darstellen (Abb. 14).

Auf dem Kopf ist *Basis antennalis* nicht differenziert und mit einem Pso. Kopfhinterrand hat einen Pso zw. p_3 - p_4 , auf dem glatten Teil des Segmentrandes. Um n_2 ist eine längere Borste vorhanden. Kopfschild ist nicht gefurcht und zum Vergleichen mit anderen Formen ungünstig. Th. I mit 4+4 Borsten in einer Reihe. Promesonotum sehr deutlich. Th. II, III haben drei Borstenreihe. P_2 ist länger. P_3 ist s. s. und leicht verdickt. Eine Pso. ist neben ihr. Abd. I-III sind zweireihig beborstet. $a_2 < a_1$, $p_3 > p_1 = p_2$. S. s. ist p_4 . Ein Pseud-

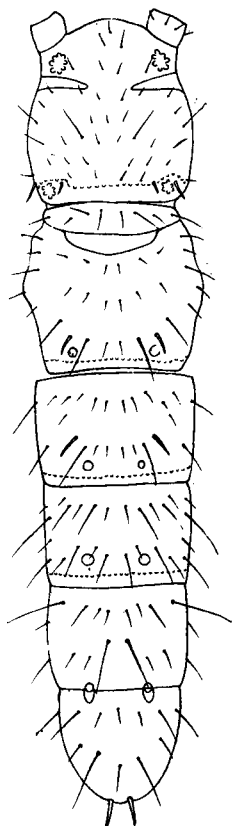


Abb. 14 *Tullbergia krausbaueri*
BÖRNER aus Belgium

ocellus distal von p_3 ist bald vorhanden und bald fehlend. Abd. IV ist zweireihig beborstet. A_2 , p_1 und p_3 sind gross. Ein Pso. zw. p_2 - p_3 . S.s. nicht zu merken. Abd. V ist zweireihig beborstet. $a_1 = a_2 < a_3$. P_1 ist sehr lang und etwas vorgerückt lokalisiert. P_2 ist s. s., hinter welche ein Pso. halb versteckt am Segmentrand vorhanden. Abd. VI hat a_0 und p_0 . $a_1 = a_0 < a_2$ und $p_1 < p_0$. (Abb. 13)

Ausser dieser Darstellung, haben wir noch folgenden Daten über die Borstenbeschaffenheit der *Tullbergiinen*:

ABSOLON, K.	1900	<i>Stanaphorura japygiformis</i> ABSOLON
AXELSON, W.	1906	<i>Tullbergia quadrispina</i> (BÖRNER)
STACH, J.	1922	<i>Tullbergia krausbaueri</i> BÖRNER
DENIS, J.	1932	<i>Tullbergia duboscqui</i> DENIS
WOMERSLEY, H.	1939	<i>Dinaphorura diversispina</i> WOMERSLEY
DENIS, J. R.	1943	<i>Tullbergia parisi</i> DENIS
BONET, F.	1944	<i>Mesaphorura iowensts</i> (MILLS)
CASSAGNAU, P.	1952	<i>Tullbergia callipygos</i> BÖRNER
DELAM-DEB. Cl.	1954	<i>Mesaphorura kilimanjarica</i> DELAM. DEB. <i>Mesaphorura salti</i> DELAM. -DEB.
STACH, J.	1954	<i>Stenaphorura quadrispina</i> BÖRNER <i>Mesaphorura krausbaueri</i> (BÖRNER) <i>Metaphorura bipartita</i> (HANDSCHIN)

Alle diese Angaben zeigen darauf hin, dass die Formen nie in plurichaetotischer Weise beborstet und dass die Chaetotaxie gut zum Diagnostizieren der einzelnen Formen taugt. Dass *Tullbergiinae* und *Onychiurinae* gut entwickelte Promesonotum hat, beweist ihre nahe Verwandtschaft zu *Hypogastruriden* von welcher sie schon früher abstammt hat. **Onychiurinae**: Fast alle *Onychiurus* Arten sind durch plurichaetotischen Chaetotaxie ausgezeichnet. Man findet inzwischen eine relativ kleine Anzahl von solchen Formen die sehr spärlich beborstet sind. Sie sind:

- Onychiurus argus* DENIS 1924
- Onychiurus paucisetosus* HAMMER 1953
- Onychiurus carpathicus* STACH 1954
- Onychiurus carpenteri* STACH 1919 (1954)
- Onychiurus paxi* STACH 1939 (1954)
- Onychiurus longisetosus* STACH 1954

Sie haben alle fast zweireihige Beborstung auf allen Tergiten des Rumpfes und nur 1+1 (*O. carpenteri*) oder 2+2 (*O. paxi*) Borsten auf Th. I. Inzwischen fand ich in der reichen Sammlung von *Onychiurus folsomi* (SCHÄFFER) aus Japan, welche oft in grosser Masse auftritt, solche Exemplare, die nur 0.8 mm Körperlänge bei sich haben und scheinbar die Jugendform derselben darstellen. Die chaetotaxische Studie solcher Exemplare

erwies sich überraschenderweise die ganz vereinfachten und deswegen von der Adultform entscheidend verschiedenen Charakteren. Wie Abb. 15 darbietet, ist sie auf dem Kopf nicht sehr verschieden von dem Ausgewachsenen (vgl. R. YOSII 1956 Taf. 28 fig. 163-164, Taf. 29 fig. 165), doch bieten sie nur zweireihig angeordneten Borsten auf allen Körpertergiten und Th. I hat nur 1+1 Borste. Die Stellung von Pso. ist ähnlich zum Ausgewachsenen, ist doch ihr Zahl stark reduziert. Was von diesem Ergebnis hervorkommt ist dass wenigstens einige der oben genannten *Onychiurus* Arten sich um ein Jugendzustand anderer Formen handelt. Ferner bin ich in der Vermutung dass die naturtreue Aufsplitterung dieser artenreichen Gattung dann gelingen wird, wenn die Borstenanordnung der jugendlichen Stadien untersucht und berücksichtigt wird.

Neulich wurde durch H. GISIN (1952, 1954, 1956 etc.) die europäischen Arten von *Onychiurus armatus* TULLBERG, *O. fimetarius* L. und *O. ambulans* (L.) durch

eingehenden und mühevollen Untersuchungen an ihrer Borsten- bzw. Pseudocellenverteilung zu vielen Arten pulverisiert. Ich bin vorläufig nicht im Stande dafür Kritik anzubieten, da mir das Material fehlt. Solange, aber, ich mit der in meiner Sammlung befindlichen Stücken von *O. armatus* (s. lat) studiert habe, gibt es keinen wesentlichen Unterschied zwischen diesen Formen. So sind *O. cf. quadriocellatus* GISIN aus Lüttich Belgium, *O. cf. campatus* GISIN aus Lanjaron (Spanien) und *O. cf. austriacus* BUTSCHEK aus Ötztal (Tirol) nur dort verschieden, wo GISIN notiert hatte. Die Felderung des Körpers und Furkarest sowie die meisten Borstenverteilung des Körpers sind in allen diesen Formen gleich. Unter diesen Umständen wäre es nicht vernünftiger, die GISIN'schen Kleinarten als Subspecies anzuerkennen, wie es bei den Ameisenarten mit Recht gemacht wird, solange sie in anderen Artmerkmalen gleich sind?

Ein Überblick der ganzen *Poduromorphen* in ihrer Borstenverteilung auf den Körpersegmente lässt uns somit nicht nur die phylogenetischen Verhältnisse einzelner Gruppen anerkennen, welche in jeder Gruppe ihre Urform oder Grundprinzip ausprägt, wie z. B. die

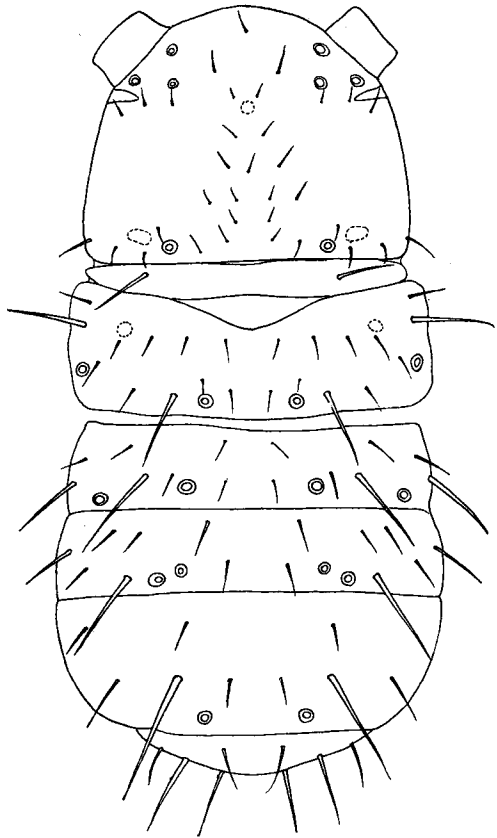


Abb. 15 *Onychiurus folsomi* (SCHÄFFER)
juvenil

Dreireihigkeit bei den *Hypogastrurinen* und Zweireihigkeit der *Pseudachorutiden*, sondern auch noch die Neigung ihrer Veränderbarkeit.

Das Vorkommen von solcher Pilosität wie *Ceratophylla pilosa* YOSII (R. YOSII 1956) in den *Hypogastruriden*, *Aphoromma speobia* (YOSII) (R. YOSII 1956) unter *Aphorommiden* lässt uns schliessen, dass solche Neigung in jeder Collembolengruppe inne gehalten und oft zum erscheinen kommt. Zu dieser Neigung kann der Name **Polychaetosis** angegeben werden.

Es gibt, jedoch, auch noch andere ähnliche, aber doch im Prinzip anders auffassbare Neigung, in der, wie bei den meisten *Onychiurus*-Arten und einigen *Ceratophysella* (*Cyclograna*)-Arten, bei welchen die Borsten zwar vermehrt, aber die Grössenunterschied einzelner Borsten noch beibehalten bleibt. Solche Erscheinung nenne ich **Plurichaetosis** und diese zwei kommt in der *Poduromorpha* vereinzelt zur Erscheinung.

ISOTOMIDAE

Anurophorinae: Die Vertreter der drei Gattungen: *Anurophorus*, *Uzelia* und *Tetracanthella* sind in meinem Besitz und chaetotaxisch untersucht. Bei *Anurophorus laricis*

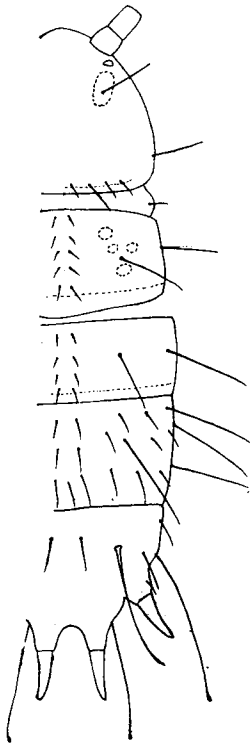


Abb. 16 *Tetracanthella sylvatica*
YOSII

NICOLET f. *clavipila* STACH aus Japan,* ist die Beborstung folgendermassen. Das Tier zeigt typische *Polychaetose* wie überhaupt die allen *Isotomiden* zeigen. Ausserdem sind die längeren Borsten bald mit geknöpftem Ende folgenderweise verteilt. Th. I: borstenfrei. Th. II, III: Seitlich 1+1. Abd. I-III: Nur mit kleinen Borsten. Abd. IV: mit 2+2 längeren Borsten. Abd. V+VI: Mit 3+3 solchen Borsten. Daneben hat die Precoxa I eine solche. Bei *Tetracanthella sylvatica* YOSII, welche zur europäischen *Tetr. pilosa* SCHÖTT nahe stehend und jedoch durch den Besitz von 4-zähligem Rami tenaculi von ihr abweicht, ist auch polychaetotisch beborstet. Die längeren Körperborsten sind folgenderweise verteilt. Kopf mit 1+1 längeren Borsten mitten im Augenfleck (cf. *T. carpathica* STACH, 1947 Pl. 5 fig. 1). Noch eine längere Borste ist ihr seitlich gelegen. Th. II, III haben ca 6-reihigen, kleinen Borsten und 2+2 längeren. So sind auch Abd. I-III, wo die kleinen Borsten ca 4-reihig sind. Abd. IV ist sehr grob beborstet und einzelne Borste ist länger als sonst. Längere Borsten sind 3+3 im Zahl wie auf Abb. 16 gezeigt wird. Noch eine andere liegt

* Neu für unsere Fauna (10 Expl. aus Katata Kr. Shiga, J. YUUKI leg.)

an der ventralen Seite. Das letzte Abdominalsegment ist in dieser Gattung als Abd. V+VI anerkannt, obgleich das Segment selber sehr einfach beborstet und nur schwer seine zweigliedrige Ursprung vermuten lässt. Möglicherweise ist das Abd. VI zur hinteren Analdornen und die Bezirke um den Anus beschränkt. Der Fall gilt auch bei der nächsten Gattung *Uzelia*, bei der die eigenartig nach hinten gestülpte, unpaarige Ansatz mit paarigen Analdornen stark seine segmentale Ursprung vermuten lässt. Dass das hintere Dornenpaar von *Tetracanthella* mit diese Struktur von *Uzelia* homolog sein wird ist wohl zu vermuten. Chaetotaxisch ist das betreffende Segment schon manchmal untersucht (u. A. STACH 1947). Bei *T. sylvatica* YOSII ist sein a_1 nicht auf der Hauterhebung, A_2 und die anderen seitlich und distal gelagerten Borsten (3+3) sind lang und am Ende geknöpft. Hautoberfläche ist so grob pflasterartig granuliert wie bei *T. pilosa* SCHÖTT, den Hinterrand des Segmentes frei lassend.

Bei *Uzelia setifera japonica* ssp. n.* aus Japan, ist der ganze Körper viel weniger beborstet als diese zwei. Auf dem Kopf ist ein längliches Haar mitten im Augengebiet. Noch ein langes Haar seitlich am Wange. Th. II ist 4-reihig beborstet, während Th. III nur ca 3-reihig beborstet ist. Abd. I-III sind mit ca in 2-reihiger Borstenanordnung. Am Abd. IV sind die länger gewordene Borste in 3 Reihen. Das letzte Segment ist nicht viel beborstet und 6+6 von ihnen sind auffallend lang, distal ausgezogen und am Ende gekugelt. Solche längere Borste sind wie Abb. 17 lokalisiert und zwar in Verbindung mit einer sehr winzigen, s. s. ähnlichen Borste. Ob das Tier nicht polychaetotisch sei ist wohl möglich. Längere Borste findet man auch am jeden Femur je 1 und ferner auf Precoxa der vorderen Beine.

Proisotominae, Isotominae: Vertreter dieser Gruppen zeigen ausnahmslos die *Polychaetose* an. Ein typischer Fall ist die der Gattung *Folsomia*, wo alle Segmente gleichmässig viel beborstet sind. Man findet jedoch

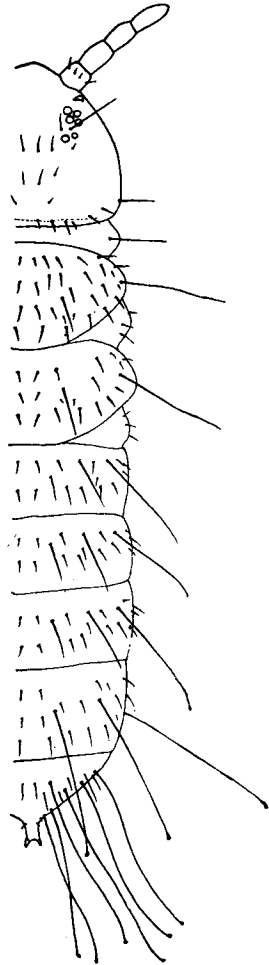


Abb. 17 *Uzelia setifera japonica* ssp. n.

* *Uzelia setifera japonica* ssp. n. Körperlänge ca 1.3 mm. Farbe wie *Anurophorus laricis* STACH. Kopf und Abd. V+VI leicht vergilbt. Furca fehlend. Alle Körpermerkmale wie bei der Hauptart (s. STACH 1957 s. 67,) doch unterscheidet sie sich von ihr durch folgenden Punkten. Augen 6+6, da G. und H fehlend sind. Das analdornentragende Fortsatz des letzten Abdominalsegmentes ist länger als der Hauptform. Längere Boste des Körpers sind ausnahmslos am Ende gekugelt. Typus: Ein Männchen aus Hongusan, Kr. Aichi (21. VII 1954 R. YOSII et G. IMADATE leg.). Es sind 5 Expl. dort erbeutet.

auch hier einige Längenunterschied zwischen ihnen. Die längeren Borsten sind bald aufrechtstehend, obgleich sie keine morphologische Besonderheit aufweist. Die Neigung, dass einmal durch *Polychaetose* fast gleichförmig gewordenen Beborstung wieder zur kleineren und grösseren Borsten sich zu differenzieren, schreiten in der *Isotominae* langsam weiter bis man z. B. bei *Isotoma viridis* BOURLET das ganze Körper durch dickeren und dünneren Borsten bedeckt und noch mit auffallend langen, einseitig gefiederten Borsten wie 3, 3/3, 3, 3, 4, 4, 7 (nach STACH 1947) versehen merkt. Ob diese Verteilung der gefiederten Borsten spezifisch sind oder ob sie bei den anderen Formen der *Isotoma* anders sich verhält muss noch erforscht sein. Jedenfalls sieht man hier ein neuer Tendenz der Chaetotaxie, dass einmal gleichmässig gewordene Borstendecke wieder Heteromorphismus aufnimmt. Zu dieser Neigung möchte ich den Name **Heterochaetosis** vorschlagen.

Wie bei der Gattung *Onychiurus*, so habe ich auch bei einer ganz kleinen Exemplar von *Folsomia octoculata* HANDSCHIN die Borsten viel einfacher verteilt beobachtet. Zwar ist die des Kopfes noch zahlreich und nicht gut auffassbar, doch sind Th. II, III nur in 3-Reihen und Abd. I-III je in 2 Reihen beborstet. Es gibt somit die Möglichkeit bei gewissen polychaetotisch bzw. plurichaetotisch beborsteten Gattungen die Jugendstadien im Borstenzahl den ursprünglichen Verteilung aufweist.

Aus welcher Form die Familie *Isotomidae* entstanden hat, ist nicht bekannt. *Anurophorinen* sind gewissermassen scheinbar altertümlicher als *Proisotominen* und *Isotominen*. Doch haben wir keinen Anhaltspunkt für die Probleme, weil alle Formen schon *polychaetotisch* beborstet sind. Wir kennen auch noch in der *Proisotominen* eine archaische Gattung *Guthriella*, welche am Th. I noch einige Borste hat und dessen Chaetotaxie vielleicht plurichaetotisch sein wird. (FOLSOM 1937 pl. 11, fig. 107). Wir können nur behaupten, dass ihr Urform auf dem Mandibel typische Molarplatte hat, nicht an allen Tergiten subsegmentiert und mit vereinfachtem Postantennalorgan versehen ist. Das Bild ist dann ungefähr so wie *Podura*, obwohl diese das Postannalorgan nur andeutungsweise besitzt.

TOMOCERIDAE

Die chaetotaxische Untersuchung ist von H. MILLS (1948) und von R. YOSII (1956) vorgenommen. Dass das Tier im Jugendstadium Postantennalorgan bei sich hat (STACH 1947, GOTO 1956) und dass auf Th. II, III einige s. s. zu finden sind, zeigt einen vollkommen andersartigen Herkunft der Familie in Vergleich zu *Entomobryiden* etc. Der Besitz von Postantennalorgan und das Fehlen von Trochanteralorgan zeigen gewisse nahe Verwandtschaft der Familie zur *Isotomidae*.

ENTOMOBRYIDAE

Die bisher vielfach unternommenen Versuche, die einzelnen *Entomobryiden*-arten nicht

nach ihrer Körperfarbe, die ja manchmal bei den Collembolen sich veränderlich verhalten, sondern durch irgendeinigen morphologischen Strukturen sich zu unterscheiden, gelingt heute noch nicht ganz. DENIS et al behauptet die Längenverhältnis gewisser Körperteilen dazu behilflich, die nach K. CHRISTIANSEN 1954 nicht immer der Fall sein wird. Wenn wir die Tatsache berücksichtigen, dass die Körperfarbe bei *Isotoma*, *Proisotoma*, *Isotomurus* und *Sminthurus* etc. vormalig als Artmerkmal sehr hochgeschätzt und dann zum Rang der Varietäten bzw. Formen niedergelegt wird, so muss, aller Wahrscheinlichkeit nach, auf die *Entomobryiden* das Gleiche geschehen. Da, aber, die bisher beschriebenen Formen an ihrer Chaetotaxiestudie entbehrt sind, müssen wir wohl gestatten, die neu gefundenen Formen zuerst als neue Art antragen um später ihre Zugehörigkeit zu diskutieren. Jedenfalls ist die Familie durch den Besitz von Trochanteralorgan ausgezeichnet, S. s. zählt sich gewöhnlich wie 2, 3, 2 auf Abd. II-IV.

Die bisher unternommene Chaetotaxiestudie beschränkt sich auf folgenden Daten:

DENIS, J. R.	1924	<i>Willowsia nigromaculata</i> (LUBBOCK)
		<i>Seira domestica</i> (LUBBOCK)
		<i>Seira dolfusi</i> (CARL)
		<i>Pseudosinella cavernarum</i> (MONIEZ)
HANDSCHIN, E.	1929	<i>Seira</i> (= <i>Lepidocyrtinus</i>) <i>annulipes</i> HANDSCHIN
BONET, F.	1930	<i>Orchesellides boraai</i> BONET
.....	1934	<i>Entomobrya longipes</i> BONET
AGRELL, I.	1939	<i>Sinella pulcherrima</i> AGRELL
BONET, F.	1844	<i>Metasinella topotypica</i> BONET
DELAM.-DEBOUTTEVILLE, Cl.	1947	
		<i>Entomobrya inquilina</i> DELAM.-DEB.
.....	1948	<i>Lepidoregia termitophila</i> DELAM.-DEB.
YOSII, R.	1956	<i>SINELLA</i> spp.
		<i>Homidia</i> spp.
		<i>Willowsia</i> spp.
		<i>Lepidocyrtus</i> sp.
		<i>Pseudosinella</i> sp.
		<i>Handschinphysa</i> sp.
		<i>Salina</i> sp.

Alle diese Daten geben nur den ungefähren Umriss der Chaetotaxie dieser artenreichen Familie und bietet nur den Anhaltspunkt für die weiteren Forschungen.

Die Familie zerfällt in vier Unterfamilien wie : *Entomobryinae*, *Seirinae*, *Orchesellinae* und *Paronellinae*. Da *Lepidophorellinae* chaetotaxisch noch nicht bekannt ist, muss ihre Stellung in der Systematik noch bestritten sein.

ENTOMOBRYINAE (sens. str.)

Zu dieser Unterfamilie sind *Willowsia*, *Sinella*, *Entomobrya* und ihre Abkömmlinge untergestellt. Das allgemeine Charakteristikum der *Entomobryinen* liegt darin, dass sie an den Ansatzstellen ihrer s. s. keinen besonders differenzierten Begleitborstchen bzw. -schuppen bei sich haben.

Entomobrya : Die Beborstung der Gattung ist schwer zu studieren, weil sie ausnahmslos zahlreich beborstet und schwach chitinisiert ist. So sind alle in meinem Besitz sich befindlichen

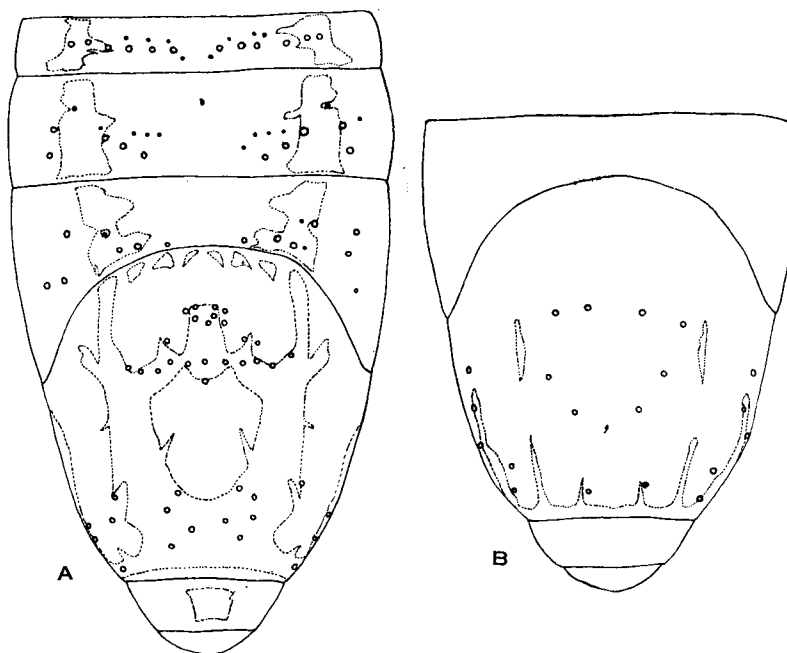


Abb. 18 A : *Entomobrya muscorum* (NICOLET)
B : *Entomobrya obscurella* BROWN

Exemplare von *Entomobrya nivalis* L. für den Zweck nicht verwendbar. Ich füge hierher die etwas näher festgestellte Borstenanordnung von *E. muscorum* Nic. aus München (R. Yosii leg.) (Abb. 18A). Abd. I hat bei dieser Art, eine Reihe von ca. 6+6 grösseren Borsten, begleitet von ca. 3+3 kleineren Borsten. Am Abd. II sind 3+3 grösseren Borsten an beider Seite der Medianlinie und noch 2+2 lateral. Abd. III hat dorsal ca. 3+3 Borsten und weit lateral noch 3+3. Am Abd. IV sind die Borsten zur vorderen und hinteren Gruppen aufgeteilt. Vordere Gruppe besteht aus einer Querreihe von ca. 6+6 paarigen und ca. 8 unpaaren, median vorne vor dieser Querreihe regellos ansammelnden Borsten. Hintere Gruppe besteht aus ca. 5+5 Borsten, dessen Anordnung stark variabel und nicht symmetrisch ist. Ganz anders verhält sich die Beborstung von *Ent. obscurella* BROWN aus Afghanistan (T. UMESAO leg.) (Abb. 18 B) dessen Abd. IV dorsal mit 5+5 symmetrisch

angeordneten Borsten versehen hat. Weitere Untersuchungen sind unbedingt nötig.

Homidia : Alle Formen dieser Gattung sind ziemlich gut sichtbar an ihrer Borstenverteilung. Nach meiner bisherigen Ergebnisse sind alle Formen mit eigener Farbmustern sind gleich beborstet. Keine spezifische Unterschiede sind zu finden.

Sinella : Der Fall ist auch gleich wie bei der vorigen Gattung *Homidia*. Kaum ein nennenswerter Unterschied der Beborstung lässt sich zwischen augenlosen *S. höfti* SCHÄFFER und 2+2-äugigen *S. curviseta* Brook aufgefunden werden. Nur die *Coecobrya* spp. (= ? *Parasinella*) hat Abd. IV verschiedentlich beborstet (cf. R. YOSII 1956 s. 68).

Willowsia : Die Gattung ist sehr schwer zu untersuchen an ihrer Chaetotaxie und deshalb noch nicht näher studiert.

Entomobryinen sind, also, im Allgemein sehr zahlreich mit Fieder-oder Bürstenbaaren bekleidet und, dementsprechend, nicht gut geeignet einzelnen Formen nach der Chaetotaxie zu unterscheiden. In *Homidia* und *Sinella* sind die Chaetotaxie nicht *artspezifisch* sondern *gattungsspezifisch*.

SEIRINAE subfam. nov.

Die neue Unterfamilie ist durch den Besitz von besonderen Borsten oder Schuppen an den Ansatzstellen der s. s. ausgeprägt. Hierher gehören *Seira*, *Lepidosira*, *Lepidocyrtoides*, *Lepidocyrtus*, *Pseudosinella* und ihre Verwandten.

Seira u. **Lepidosira** : Die beiden Gattungen sind, wie bekannt, mit grob gestrichenen Rund- und Spitzschuppen bekleidet, und stellt eine Zwischenstufe von *Willowsia* und *Lepidocyrtus* dar. Chaetotaxisch stellen sie auch eine Zwischenstufe beider Gattungen dar und die grösseren Fiederborsten sind viel weniger als bei den *Entomobryinen*. Dazu noch sind ihre Verteilung auf jedem Körpersegment streng artspezifisch, etwa wie ich mit den südafrikanischen *Seira*-arten festgestellt habe (R. YOSII 1959). Eine Tatsache, die zur Taxonomie dieser Gruppen eine grundlegende Anhaltspunkt anbietet. Diese Neigung, die Verminderung und Spezifizierung der Borstenverteilung nenne ich **Oligochaetosis**.

Lepidocyrtoides : Diese südpazifische Gattung ist dadurch ausgezehntet dass sie *Seira*-ähnliche Schuppen hat und, aber, keine grössere Körperborste trägt. Mesonotum ist vorne stark vorgestossen. Sie stellt somit eine Zwischenstufe zwischen *Lepidosira* und *Lepidocyrtus*.

Lepidocyrtus u. **Pseudosinella** : Die beiden Gattungen haben gar keinen grösseren Körperborsten mit Ausnahme der Borstenkranz, welche den Vorderrand des Mesonotums umsäumt. Dieser Zustand nenne ich **Achaetosis** und die taxonomisch wichtigen Merkmalen einzler Arten sind auf die Chaetotaxie von Antennen, Ventraltubus und Furka, also lauter zur Extremitäten geschoben (R. YOSII 1959). Dass die *Oligochaetose* und *Achaetose* Hand in Hand mit *Lepidose* fortschreiten, ist interessant.

Orchesellinae

Die durch Subsegmentierung der Antennenglieder arsprägte Unterfamilie ist leider noch chaetotaxisch wenig untersucht.

Orchesella : Die durch den Besitz von JONESCO'schem Organ auf dem männlichen Manurium ausgezeichnete Gattung ist sehr zahlreich beborstet, etwa wie bei den *Entomobryinen*. Da sie nur in Europa und Nordamerika vorkommt, ist meine Beobachtung nur auf *O. villosa* (GEOFF.) aus Belgien (F. CARPENTIER leg.) beschränkt.

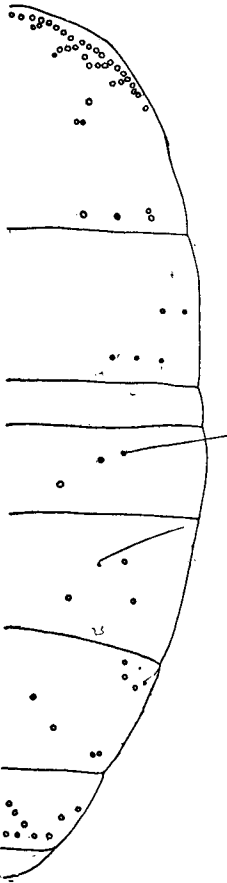


Abb. 19 *Heteromurus nitidus*
(TEMPL.)

Heteromurus : Die von mir chaetotaxisch untersuchte *H. nitidus* TEMPL. aus Belgien (F. CARPENTIER leg.) und *H. major* MONIEZ aus Spanien (R. YOSII leg.) sind stark oligochaetotisch (Abb: 19). Beschuppung ist etwa wie bei *Seira*. Da die Schuppen und Borsten nicht gut chitinisiert sind, ist das Untersuchen sehr erschwert.

Dicranocentrus u. **Alloscopus** : Die auf dem Dentes mit Dornen versehenen Gattungen sind typisch *oligochaetotisch*. Die Verteilung dieser Borsten sind artspezifisch und taxonomisch wichtig. (R. YOSII 1959).

Paronellinae

Die durch das Fehlen von Ringelung des Dentes (Ausn. *Akabosia*) und zweireihige Anordnung der Ocellen (Ausn. *Handschinella*) ausgezeichnete Unterfamilie ist auch chaetotaxisch sehr interessant.

Salina : Alle ostasiatische Formen sind *oligochaetotisch*, obgleich sie gar nicht beschuppt sind. Besonders wenig beborstet sind die Formen wie *Salina celebensis* (SCHÄFFER) (R. YOSII 1959) und *S. bicincta* (BÖRNER), welche letztere überhaupt keine grössere Fiederborsten bei sich hat. Die Borstenverteilung ist artspezifisch und lässt die sonst nur durch Farbleid zu unterscheidende Art schön aufteilen (R. YOSII 1959 etc.)

Paronella, **Callyntrura**, **Pseudoparonella** : Diese Gattungen sind *oligochaetotisch* und *lepidotisch*. Borstenverteilung ist artspezifisch wie bei *Salina* (R. YOSII 1959 etc.).

Lepidonella u. **Handschinella** : Die beiden Gattungen sind *achaetotisch*. Die Schuppen sind hyaline Rundschruppen. *Handschinella* hat speziell modifizierte Schuppen an den Ansatzstellen von s. s. des Körpers. Ihre Verwandtschaft zu *Seirinae* muss noch untersucht sein.

Ein Überblick der Familie *Entomobryiden* lässt sich nunmehr schliessen, dass da eine Parallelerscheinung in der Borstenverhältnisse und Beschuppung des Körpers vorkommt. Tabellarisch ist sie etwa wie :

	Holochaetosis Heterochaetosis	Oligochaetosis	Achaetosis
Entomobryinae	Entomobrya, Sinella, Homidia, Willowsia,		
Seirinae		Seira, Lepidosira	Lepidocyrtus, Pseudosinella, Lepidocyrtoides
Orchesellinae	Orchesella	Dicranocentrus, Heteromurus, Alloscopus	
Paronellinae		Salina, Paronella, Callyntrura, Pseudoparonella	Lepidonella, Handschinella

Eine *Seirinae* und *Paronellinae* in heterochaetotischer Urform ist noch nicht aufgefunden worden. So sind auch die oligochaetotischen und achaetotischen Formen von *Entomobryinen*.

CYPHODERIDAE

Die Familie ist chaetotaxisch am schönsten untersucht und gut bekannt. Die Gattung *Cyphoderus* ist achaetotisch. Auffallend ist dass die *Hetrochaetose* in dieser Familie fortschreitend entwickelt bis man z. B. bei *Calobatinus erythraea* SILVESTRI (SILVESTRI 1917, DELAM. —DEB. 1948) deutliche Geschlechtsdimorphismus aufmerkt. Die Verteilung von s. s. ist auch gut bekannt und von DELAM. —DEBOUTTEVILLE 1948 (s. 279) tabellarisch angegeben. Dass sie bei den meisten Arten wie 2, 3, 4 auf Abd. II-IV sich verteilt sind, ist sehr bemerkenswert.

Hier sei Platz die Stellung von **Troglopedetini** zu diskutieren. Wir haben zwei schönen Daten über die Chaetotaxie dieser Gruppe, nämlich : *Troglopedetes cavernicola* DELAM. —DEB. 1944 aus Portugal und *Troglopedetina jeannelli* DELAM. —DEB. 1945 aus Afrika. Die Diagnose sind mit schönen Schemata der Chaetotaxie des Körpers begleitet. Mir ist auffallend, u. A. die Stellung von s. s. bei *T. cavernicola* D. D., welche je 2, 3, 4 auf Abd. II-IV vorkommen. Der Zahl stimmt mit der von *Cyphoderus* überein. Die von DELAMARE-DEBOUTTEVILLE aus anderem Grund ausgezogene Annahme, dass *Troglopedetinae* eine Unterfamilie von *Cyphoderidae* darstelle ist also auch chaetotaxisch bestätigt.

ONCOPODURIDAE

Die Stellung von s. s. in *Oncopodura* ist noch teilweise strittig (cf. R. YOSII 1956 s. 92). Man kann nur sagen dass die Familie zu *Tomoceridae* gewisse Beziehung hat, wie

man sie durch das Vorhandensein von PaO bei einigen Formen und s. s. auf den thorakalen Segmenten vorstellen kann.

SYMPHYPLEONA

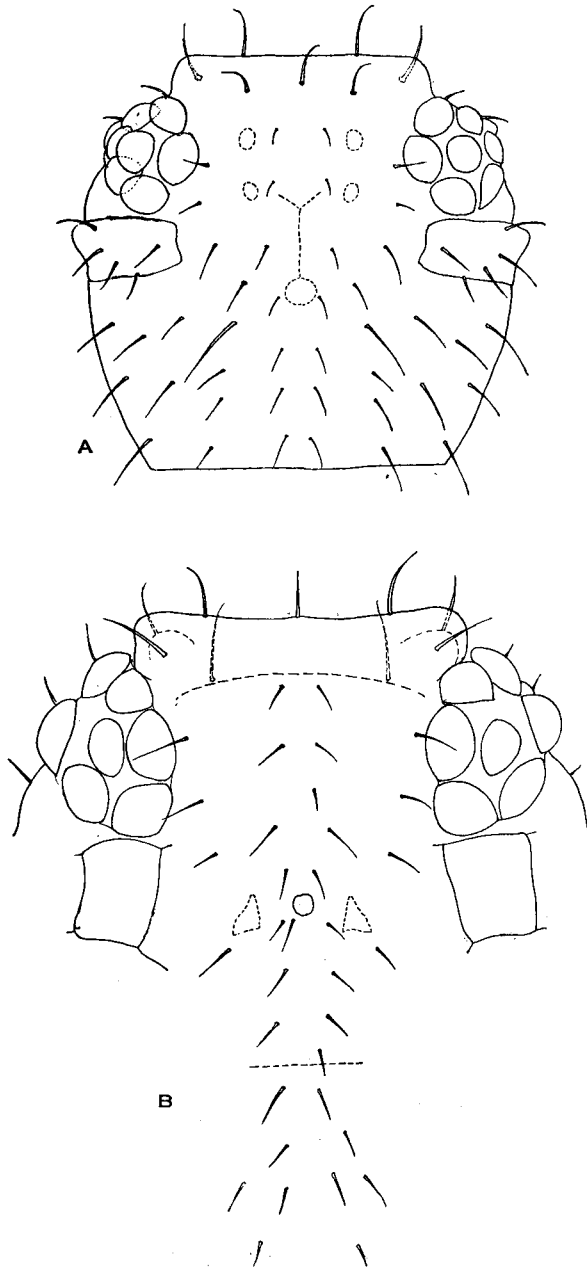


Abb. 20 A : *Sminturides aquaticus* BOURLET ♀
B : *Sminthurinus* cf. *aureus* aus Japan

Bei den *Symphypleonen* sind die Chaetotaxie z. T. stark reduziert auf dem grossen Körperabschnitt. Sie sind jedoch auf dem Kopf und Anogenitalsegment sehr schön vertreten und bietet gutes Merkmal zur Art- bzw. Gattungdiagnose. Hier ist die Beborstung nur auf dem Kopf beschränkt behandelt. Da alle *Symphypleone* hypognath in der Kopfstellung sind, muss man zum Untersuchen das Tierchen dekapitieren und flach legen. Auf dem so angestellten Kopf merkt man zuerst die beiden Antennenbasis und dazwischenliegenden Medianfleck (auch Medianaugen gezeichnet). Dieser Fleck ist scheinbar die Stelle wo *Area frontalis* zu *Area clypealis* übergeht. Es ist somit anzunehmen, dass in den *Symphypleonen* *Area clypealis* sehr stark entwickelt und mehr als 1/2 des Kopfes deckt. Die Chaetotaxie muss auch in diesen zwei Regionen getrennt behandelt sein.

In der Familie *Neelidae* macht die starke Reduktion ihrer Körperbau das systematische Untersuchen der Beborstung ganz unmöglich. Nach BONET (1947) hat die *Neeliden* auf dem Kopf 2+2 *Area sensoriales* mit vielen winzigen Borsten. So sind hier nur die Formen der *Sminthuriden* behandelt und diskutiert. Die Beschreibung der Kopfchaetotaxie ist kurz

aufgefasst, da man in Bildern ihre Einzelheiten besser und eingehender ansehen kann.

SMINTHURIDINI *Sminthurides aquaticus* BOURLET (Abb. 20A, 22A)

Auf der *Area frontalis* ist nur eine einzige Medianborste. Zwischen beiden Augen sind, neben den 2+2 kleineren Borsten, 2+2 *Foveen*. *Area clypealis* hat keine Medianborste. Männchen ist winziger bebortet als Weibchen, aber ihre Reihenfolge ist nicht wesentlich verschieden.

ARRHOPALITINI *Arrhopalites* cf. *japonicus* YOSII (Abb. 21A, 22B)

Sehr eigenartig ist das Vorhandensein von einer medianen Borstenreihe auf *Area frontalis*. Das Bild ist zuerst von STACH 1956 bei *A. coecus* (TULLBERG) angezeichnet. Bei der japanischen Form sind die Borsten auf *Area frontalis* verdickt und stachelig aufstehend. An der Antennenbasis sind 3+3 winzigen Borsten vorhanden. *Area Clypealis* ist median paarig bebortet ausser eine am Mundrand sich befindliche unpaare Borste.

KATIANNINI *Sminthurinus* cf. *aureus* (LUBBOCK) (Abb. 20. B)

Prinzipiell gleich bebortet ist die Form auf dem Stirn wie *Sminthurides*. Es hat nämlich auf dem Stirn eine Medianborste bei sich und dann einige (ca. 5) paarige Borste. Neben dem Medianfleck ist beiderseitig eine dreieckige *Fovea* vorhanden. Auf *Area clypealis* sind die Borsten auch paarig angeordnet. Hier sind aber sehr häufig Unregelmässigkeiten zu finden.

BOURLETIELLINI *Bourletiella hortensis* (FITCH)

Kopfborsten sind ungefähr so angeordnet wie bei *Heterosminthurus insignis* (REUTER), dessen Borstenstellung schon von STACH 1956 (Pl. XXV fig. 1) schön dargestellt ist. Die mediane Borstengruppe auf *Area frontalis* ist aber oft sehr unregelmässig und man trifft mehr zur abnormen als zur normal beborteten Exemplaren. 2+2 Borsten auf dem Stirn ist in dieser Art nicht verdrängt.

SMINTHURINI *Sminthurus viridis* L.

Kopfborsten sind schlank und nicht besonders modifiziert. Ein PaO ist auch borstig geformt. Auf dem Stirn, neben dem Augenfleck ist ein Stirnwurst (Infraorbitale Tuberkel) vorhanden. Dieses Gebilde ist schon bei *Heterosminthurus linnaniemi* STACH (STACH 1956 Pl. XXIII fig. 8) bekannt, ist jedoch besonders in den *Sminthurini* und *Dicyrtomini* gut entwickelt und ausnahmslos vorhanden. Die Beborstung von *Area frontalis* und die Entwicklungsgrad dieser Stirnwurst ist scheinbar in *Sminthurinen* (*Sphyrotheca* und *Allacma* inclusiv) nach Arten verschieden zu sein. Man findet, aber, immer einige unpaare Median borsten auf *Area frontalis* wie auf *Area clypealis*. Daraus kommt man zur Vermutung dass mit Medianborstenreihe versehene *Arrhopalitini* von *Sminthurini* stammt und durch edaphischem Leben gewisse Degeneration erleidet.

DICYRTOMINI *Ptenothryx* spp. (Abb. 21C, 22D) und *Dicyrtomina leptothryx* BÖRNER (Abb. 21 B, 22C)

Die Borstenanordnung des Kopfes ist bei allen mir bekannten Farbrassen von *Ptenothryx* (cf. *denticulata*, *corynephora*, *janthina* und *vittata*) gleich in allen Einzelheiten bis zum

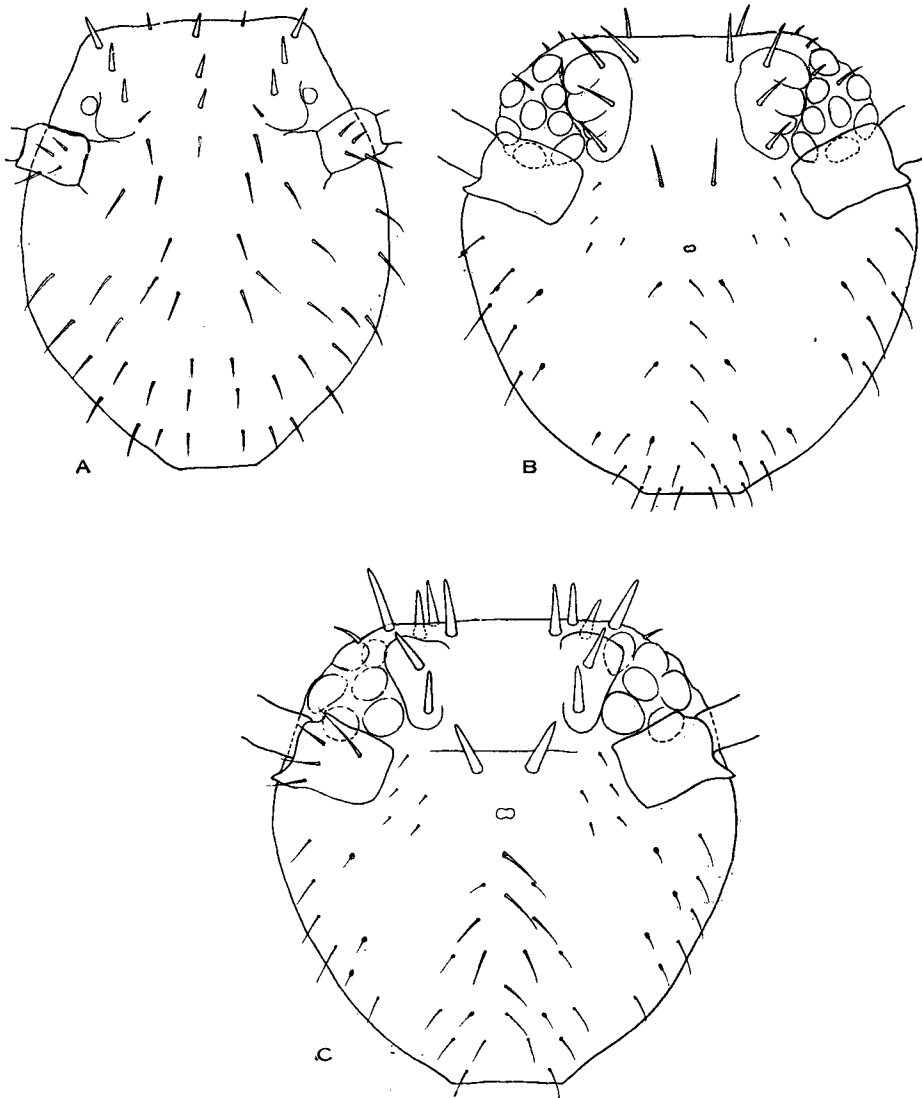


Abb. 21 A : *Arrhopalites* sp.
 B : *Dicyrtomina leptothryx* BÖRNER
 C : *Ptenothryx* sp.

5+5 winzigen, einen eigenartigen Quadrat formulierenden Borsten an den Antennenbasis und die Borsten von *Area clypealis*, wo neben normalen Borsten auch noch einigen mit besonderem länglich-ovalem Sockel versehenen Sinnesborsten (?) in bestimmter Anordnung vorhanden sind. *Area frontalis* hat eigentümlicherweise keine Medianborste. Stirnwurst ist bald mit 2 und bald mit 3 bis 4 Borsten versehen, je nachdem ob das Gebilde gut entwickelt hat oder nicht. Bei *Dicyrtomina leptothryx* BÖRNER sind die Beborstung ähnlich

verhält. Hier ist aber der Stirnwurst deutlich in drei oder vier Teilen gelappt und mit 3 Borsten versehen. Winzige Borste an der Antennenbasis sind 4+4 im Zahl. *Area clypealis* hat 6 Medianborste im Gegensatz zu 4 von *Ptenothryx*.

Von den allen uns bekannten *Sminthuriden*, ist die Gruppe um *Bourletiellini* und *Katiannini* am ursprünglichsten in der Chaetotaxie des Kopfes, da dort wenige Differenzierung zu finden ist. Von ihr nicht sehr zu unterscheidende *Sminthuridini* ist, aber, eine Anpassungsform zum Leben auf der Wasseroberfläche mit seiner fächerartig erweiterten Mucro und klemmbarem Männchenantennenglied. *Sminthurini* der *Sm. viridis* Gruppe ist chaetotaxisch von *Bourletiellini* nicht sehr weit verschieden, ist aber durch das Vorhandensein von PaO und Stirnwulst ausgezeichnet. *Arrhopalitini* ist, wie oben angegeben, anscheinend die Reduktionstionsform von ihr, indem Stirnwurst noch in zurückgebidetem Zustand vorhanden und die Medianborste von *Areaa frontalis* sehr hervorragend ist. Die Gattung mit eigenartigem Ansatz am Mesonotum (STACH 1956 Pl. XXVI fig. 2) *Lipothryx* beweist eine Richtung der Entwicklung, die zur Reduktion der Antennalsubsegmente führt. Die von mir aufgestellte Gattung *Papirinus* (*P. prodigiosum* Yosii) ist, im Gegensatz zu meiner früheren Auffassung, nicht zu *Dicyrtominen* zugehörig, sondern eine stark modifizierte Form der *Sphyrotheca* Reihe.

Ähnlich verhält sich die *Dicyrtomini* mit dem gut entwickelten Stirnwurst und fehlendem Medianborste auf *Area frontalis*, sowie Verkürzung von Ant. IV. Ein Übergangsform zu *Sminthurini* ist, aber, vorläufig nicht bekannt.

Das ganze Schema der Phylogese bei der *Sminthuriden* sei, also, wie in Abb. 25.

Bestritten ist die Frage aus welcher Gruppe der *Arthropleonen* die *Symphyleonen* entwickelt hat. Die *Entomobryomorphen* mit Poly- und Heterochaetose kommt natürlich nicht im Frage. Da *Pseudachorutiden* mit reduziertem Mundwerkzeuge auch ausser Acht gesetzt werden kann, bleibt uns nichts als *Hypogastruriden* und *Poduriden* übrig. Die Möglichkeit ist, dass die *Symphyleonen* von einem *Hypogastrura*-ähnlichem Urcollembol

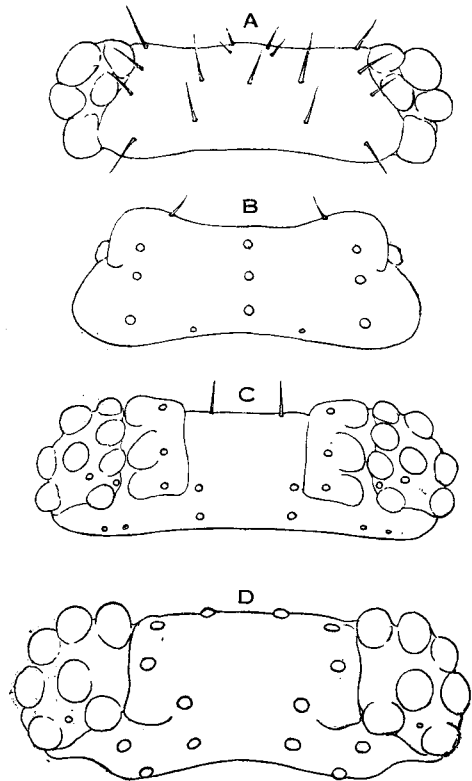


Abb. 22 Dorsalansicht der Kopfchaetotaxie von
A : *Sminthurides aquaticus* Bourlet ♀
B : *Arrhopalites* sp.
C : *Dicyrtomina leptothryx* Börner
D : *Ptenothryx* sp.

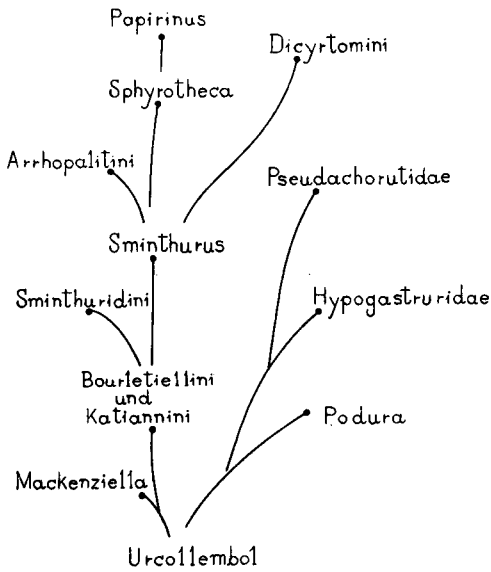


Abb. 23 Phylognese der Sminthuridae

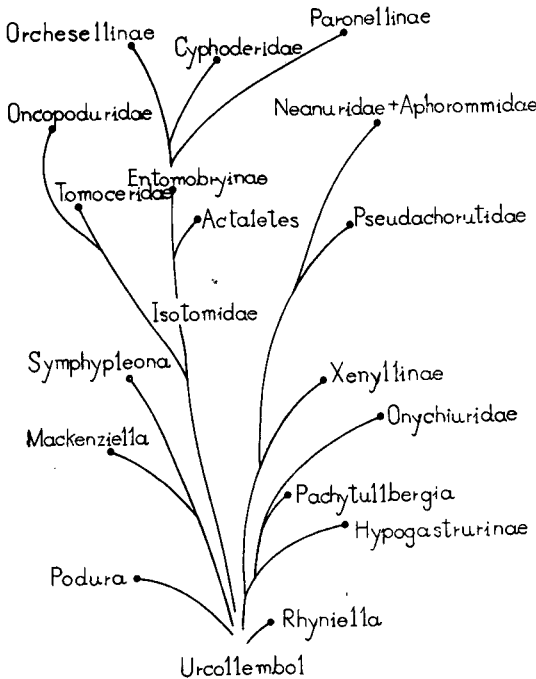


Abb. 24 Phylognese der Collembolenfamilien

stammend, parallel zu *Arthropleona* entwickelt. Als verdächtige Zwischenstufe von diesem Zweig, kennen wir zwei Formen *Actaletes* und *Mackenziella*. *Actaletes* ist jedoch nicht in dieser Reihe angenommen werden, da sie nach STRENZKE 1955 polychaetotisch beborstet ist und ein Anpassungsform der *Entomobryomorphen* darstellt, während die aus dem arktischen Canada gemeldete Form: *Mackenziella psocoides* HAMMER 1953 eine richtige Zwischenstufe in der Entwicklung der *Symphypleonen* darstellen kann. Eine besondere Familie **Mackenziellidae** f. n. soll dafür aufgestellt sein und ganze *Symphypleonen* können in folgender Weise systematisch aufgefasst werden.

Symphypleona	{	Mackenziellidae	{	Bourletiellini
		Neelidae		Katiannini
		Sminthuridae		Sminthuridini
				Sminthurini
				Arrhopalitini
				Dicyrtomini

Seitdem das System der Collembolen durch BÖRNER 1913 ausführlich dargestellt wird, sind viele Arbeiten erschienen. Viele interessanten und wichtigen Formen wie *Mackenzilla* und *Oncopodura* sind inzwischen berichtet und zu unserem Kenntnis Vieles beigetragen. Das von mir hier unternommene Versuch, zur Collembolensystematik die Beschaffenheit der Chaetotaxie und Subsegmentierung im Acht zu setzen, ist natürlich nicht mehr und nicht minder als ein Versuch. Solange, aber, man

ihr etwas systematischer Wert geben will, so kann die Sache nicht anders gehen als ich hier vorschlage. Das Ergebnis ist teils mit den bisherigen Ergebnissen zustimmend und

teils nicht. Nur begnüge ich mich zu zeigen, dass man hier ein bisher unbekannter, oder wenigstens wenig beachteter Forschungsgebiet zu finden hat.

Die Chaetotaxie der Collembolen, welche in der phylogentischen Entwicklung mannigfaltig sich verändert, und bald uns verirrrender Eindruck gibt, ist doch, wie oben erwähnt, durch fünf kategorischen Neigungen wie modifiziert aufklären lassen, nämlich: *Polychaetosis*, *Plurichaetosis*, *Heterochaetosis*, *Oligochaetosis* und *Achaetosis*. Wenn man dazu noch *Lepidosis* und *Subsegmentierung* anrechnet, so sind alle Collembolenchaetotaxie genügend aufklärbar. Es muss hier betont sein, dass diese Erscheinungen nicht einmalig in der Phylogenese entstanden, sondern mehrmals auf oft ziemlich sich isolierenden Gruppen unabhängig erschienen sind. So z. B. kommen *polychaetotisch* beborstete Arten vereinzelt in *Hypogastrura* (*H. pilosa* YOSII), *Aphoromma* (*A. lobella* YOSII), *Neanuridae* (*Morulina gigantea* TULLBERG), *Onychiuridae* (*Homaloproctus sateri* BÖRNER) und in den meisten *Isotomiden* hervor. Nur in der letzten Familie ist sie weiter zur fortschreitenden Entwicklung gesetzt und erzeugt die ganze *Entomobryomorphen*-Komplex im Zusammenhang mit *Heterochaetose*, *Oligochaetose* und *Lepidose*.

Über die Verhältnisse der einzelnen Collembolenfamilien sind schon an Ort und Stelle erwähnt worden. Wenn diese Notizen als Ganzes summiert wird, so bekommt man eine Schema der Collembolenentwicklung, welche etwa wie Abb. 26 dargestellt abläuft. Wenn ich diese Abbildungen ansehe und die Formenreichtümer ihrer Zweige vorstelle, so fällt es mir eine gesetzmässige Prinzip ein, dass die art- bzw. gruppenauszeichnenden Eigenschaften oder Merkmalen gewöhnlich dort zu finden ist, wo das Organ die Familie bzw. die Gattung sich ausprägt. Solange Collembolen eine Insektengruppe ist, muss Mundapparate, Klauen und die Antennen beachtet sein. Dass sie durch Sprunggabel ausgeprägt ist, bedeutet, dass die Furka gewisse Merkmale anbieten wird. Die merkmalsarme *Entomobryiden* müssen, in diesem Sinne, dort ihre Artmerkmale inne halten, wo die ihr auszeichnenden Bürstenhaare sich lokalisieren, nämlich die Chaetotaxie. Dort wo die Segmenttuberkel die Familie ausprägt, wie bei der *Neanuridae*, hier muss die Struktur der Tuberkel selbst sorgfältig beachtet sein. Obwohl ich noch nicht im Stande bin zu beweisen, inwieweit das Regel in anderen Tiergruppen die Geltung tut, bin ich der Überzeugung, dass es wenigstens bei den Collembolen sein Fuss festhält.

Zusammenfassung

Die Phylogenese der Ordnung Collembola und ihrer einzelnen Familien können durch Chaetotaxiestudie vorbildlich dargestellt werden. Die Beschaffenheit ihrer Borstenverteilung des Kopfes und des Körpers sind sehr mannigfaltig. Doch ist sie durch fünf kategorischen Neigungen: *Plurichaetose*, *Polychaetose*, *Heterochaetose*, *Oligochaetose*, *Achaetose* und *Lepidose* aufklärbar. Dementsprechend ist ein neues system der Ordnung aufgestellt.

Zum Schluss muss ich an allen meinen Kollegen mein Dank anrichten, die dieses Werk

ermöglichten. Besonderer Dank gilt an Herrn Prof. F. CARPENTIER (Lüttich) und Prof. K. CHRISTIANSEN (Iowa), die mich mit vielen wertvollen Materialien unterstützten. Das Werk ist schon am Ende 1957 abgeschlossen und die Ergebnissen die nachher erschienen konnten nur teilweise berücksichtigt werden.

Citietre Literaturen

- ABSOLON, K. 1900 Über einige theils neue Collembolen aus den Höhlen Frankreichs und des südlichen Kartes, Zool. Anz. 24 : 82-90
- AGRELL, I. 1939 Die Collembolenfauna von Madeira, Arch. f. Zool 31 : no. 10
- AXELSON, W. M. 1906 Beiträge zur Kenntniss der Collembolenfauna in der Umgebung Revals, Acta Soc. F. F. Fenn. 28 : 1-22
- BONET, F. 1930 Sur quelques Collembolos de l' Inde, Eos 6 : 249-273
-, 1931 Estudios sobre Collembolos cavernícolas con especial referencia a los de la Fauna Espanola, Mem. Soc. espan. Hist. Nat. 14 : 231-403, 31 figs.
-, 1934 Collembolos de la Argentina Eos, 9 : 123-194
-, 1944 Sobre el Genero *Metasynella* DENIS y algunos otros Collembos cavernícolas de Cuba, Ciencia 5 : 17-24
-, 1945 Nuevos Generos y Especies de Hypogasturidos de Mexico, Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat. 6 : 13-45
-, 1946 Mas Hipogastruridos Anophthalmos de Mexico, Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat. 7 : 51-62
-, 1947 Monografia de la Familia *Neelidae*, Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat. 8 : 131-192
-, 1947 Un nuevo género de Collembolos de Argentina, Anal. Esc. Nac. Cienc. Biol. 4 : 405-411
- BÖRNER, C. 1909 Japans Collembolenfauna, Sb. Ges. naturf. Fr. 1909 : 99-135
-, 1913 Die Familien der Collembolen, Zool. Anz. 41 : 315-322
- CAROLI, E. 1912 Contribuzioni alla Conoscenza dei Collemboli Italiani, Arch. Zool. Ital. 6 : 349-374
- CASSAGNAN, P. 1952 Faune Francaise des Collembolos I, Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 87 : 305-312
-, 1954 Collembolos de France et d'Espagne, Vie et Milieu 4 : 613-624
-, 1955 L'influence de la temperature sur la morphologie d'*Hypogastra purpurascens* LUBB., Compt. Rend. Sean. Acad. Scien. 240 : 1483-1485
-, 1955 Sur un Essai de Classification du Neanuridae holarctiques et sur quelques Especies de ce Group, Rev. franc. Entom. 22 : 134-163 1955
-, 1955 Faune francaise des Collembolos VI, Notes Biospeologiques 10 : 35-40
- CASSAGNAU, P et CL. DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, 1951 Collembolos meridionaux, Bull. Soc. d'Hist. Nat. 86 : 400-404
-, 1953 Les Arrhopalites et Pararrhopalites d'Europe, Notes Biospeologiques 8 : 133-147
-, 1955 Collembolos: Mission HENRI COIFFAIT au Liban 1951, Arch. Zool. exp. et gen. 91 : 365-395
- CHRISTIANSEN, K. 1954 Ratio as a means of specific Differentiation in Collembola, Ent. News 65 : 176-177
- DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, CL. 1944 Collembolos cavernícolas du Portugal, récoltés par M. MACHADO, Rev. franc. Entom. 11 : 29-35
-, 1945 Collembolos récoltés par CH. ALLUAUD et. R. JEANNEL en Afrique orientale 1911-1912, Mem. Mus. Nat. Hist. Nat. NS. 21 : 153-174
-, 1946 Collembolos cavernícolas du Portugal, récoltés par A. DE BARROS MACHADO, Rev. franc. Entom. 13 : 100-104
-, 1947 Notes de faunistique sur les Collembolos de France IV, Rev. franc. d'Entom. 14 : 125-137
-, 1947 Description de *Mesachorutes marlieri* n. sp. Remarques sur les Genre *Mesachorutes* ABS. et *Mesogastrura* BONET, Bull. Mus. Paris (2) 19 : 403-408
-, 1948 Recherches sur les Collembolos termitophiles et myrmecophiles, Arch. Zool. exper. et gen. 85 : 261-425
-, 1948 Collembolos de Belgique récoltés par R. MAYNÉ, Ann. Soc. entom. Belgique 84 : 133-136
-, 1948 Sur la présence du Genre *Acherontiella* ABS. dans les Grottes de l'Ardeche et

- du Gard, Notes Biospeologiques 3 : 49-56
-, 1948 *Phylliomeria africana* n.g.n. sp. Nouveau type de Collemboles d'Afrique Orientale, Rev. fr. d'Entom. 15 : 182-185
-, 1951 Notes faunistiques sur les Collemboles de France IX, Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon 20 : 116-120
-, 1954 Collemboles de Kilimanjaro, Ann. mag. nat. hist. 6 : 817-831
- DENIS, J. R. 1923 Sur la faune française des Apterygotes V, Ann. soc. fr. 92 : 237-243
-, 1924 Sur la faune française des Apterygotes IV, Arch. Zool. exp. et gen. 62 : 253-297
-, 1932 Sur la faune française des Apterygotes XII, Arch. zool. exp. et gen. 74 : 357-383
-, 1933 Collemboles de Costa Rica II, Boll. Lab. Zool. Portici 27 : 222-322
-, 1943 Sur la faune française des Apterygotes XXII, Bull. sci. Bourgogne 10 : 29-44
-, 1947 Sur la faune française des Apterygotes XXIV, Ann. sci. nat. Zool. 11 ser. 1947 : 1-12
-, 1947 Sur la faune française des Apterygotes XXV, Bull. Sci. Bourgogne No. 2 : 12 pp.
-, 1948 Collemboles d'Indochine, Notes d'Entom. Chinoise 12 : 184-311
- FOLSOM, J. W. 1937 Nearctic Collembola or Springtails of the Family *Isotomidae*, U. S. Nat. Mus. Bull. 168 : 140 pp.
- Gisin, H. 1946 Collemboles nouveaux ou peu connus de la Suisse, Mitt. Schweiz. Entom. Ges. 20 : 218-224
-, 1952 Notes sur les Collemboles, avec démembrement des *Onychiurus armatus*, *ambulans* et *finetarius* auct., Mitt. Schweiz. entom. Ges. 25 : 1-22
-, 1954 Description de cinq espèces inédites de Collemboles, Mitt. Schw. entom. Ges. 27 : 49-52
-, 1956 Nouvelles contributions au démembrement des espèces d'*Onychiurus*, Mitt. schw. ent. Ges. 29 : 329-352
- GOTO, H. E. 1952 Redescription of *Choreutinula libyca*, Proc. R. ent. Soc. London B 21 : 56-60
-, 1956 *Architomocerura* DENIS 1931 an immature stage of *Tomocerus* NICOL., Entom. monthl. mag. 92 : 49-51
- HAMMER, H. 1953 The Microfauna of Northern Canada, Pt. II Collembola, Acta Arctica, fasc. 6 : 108 pp.
- HANDSCHIN, E. 1929 Collembola from Abyssinia, Trans. entom. soc. London 1929 : 15-28
- IMMS, A. D. 1906 Anurida (in) L. M. B. C. Memoires XIII, London, 99 pp. 7 pls.
- KINOSHITA, S. 1932 Collembola, (in) Iconogr. Insec. Japon. 1932, Tokyo
- LINNANIEMI, W. M. 1912 Die Apterygotenfauna Finnlands II, Spezieller Teil, Acta Soc. Sci. Fenn. 40 : 360 pp.
- MILLS, H. B. 1948 New North American *Tomoceridae*, Ann. entom. Soc. Amer. 41 : 353-359
- SILVESTRI, F. 1917 Contribuzioni alla Conoscenza dei Termitidi y Termitofili dell' Africa Occidentale, Boll. Lab. Zool. Portici 12 : 313-323
- STACH, J. 1922 Apterygoten aus dem nordwestlichen Ungarn, Ann. Mus. Nat. Hung. 19 : 1-75
-, 1947 The Apterygotan Fauna of Poland, Family *Isotomidae*, Polska Akad. Umiej. 1947 : 488 pp. 53 pls.
-, 1949 The Apterygotan Fauna of Poland, Families *Neogastruridae* and *Brachystomellidae*, Polska Akad. Umiej. 1949 : 341 pp. 35 pls.
-, 1949 The Apterygotan Fauna of Poland, Families *Anuridae* and *Pseudachorutidae*, Polska Akad. Umiej. 1949 : 122 pp. 15 pls.
-, 1951 The Apterygotan Fauna of Poland, Family *Bilobidae*, Polska Akad. Umiej. 1951 : 97 pp. 16 pls.
-, 1954 The Apterygotan Fauna of Poland: Family *Onychiuridae*, Polska Akad. Umiej. 1954 : 219 pp. 27 pls.

- TILLYARD, R. J. 1928 Some Remarks on the Devonian Fossil Insects from the Rhynie Chert Beds, Old Sandstone, Trans. ent. Soc. London 76 : 65-71
- WOMERSLEY, H. 1939 Primitive Insects of South Australia, Adelaide 1939 ; 322 pp.
- YOSII, R. 1954 Springschwänze des Ozé-Naturschutzgebietes, (in) Scientific Res. Ozegahara Moor; 777-830, Tokyo
-, 1955 Meeresinsekten der Tokara Inseln, VI Collembolen, Publ. Seto Mar. biol. Lab. 4 : 379-401
-, 1956 Höhlencollembolen Japans II, Jap. Journ. Zool. 11 : 609-627
-, 1956 Monographie zur Höhlencollambolen Japans, Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ. no. 3 : 109 pp, 50 pls.
-, 1957 On some remarkable Collembola from Japan, Acta Zool. Cracov. 2 : 681-704
-, 1959 Collembolan Fauna of the Cape Province etc., Biol. Res. Japan. Antarctic Res. Exped. No. 6 : 24 pp.
-, 1959 Studies on the Collembola Fauna of Malay and Singapore, Contr. Biol. Lab. Kyoto Univ. no. 10 : 65 pp.