

2. Über das Antennalorgan III der Collembolen und die systematische Stellung der Gattungen *Tetracanthella* Schött und *Actaletes* Giard.

Von Carl Börner.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Marburg.)

(Mit 18 Figuren.)

eingeg. 30. October 1901.

In neuester Zeit ist gerade den Antennalorganen der Collembolen von mehreren Autoren ein besonderes Augenmerk geschenkt worden; namentlich ist es K. Absolon, der zuletzt¹ auf diese Verhältnisse etwas näher eingegangen ist. Nichtsdestoweniger blieb die Kenntnis der fraglichen Organe noch unvollständig, trotzdem sie im Vergleich zu denen höherer Insecten und anderer Arthropoden recht einfach gebaut sind und kaum irgend welche complicierteren Verhältnisse zeigen. Diese Lücke bis zu einem gewissen Grade auszufüllen ist der Zweck vorliegender Mittheilung. Leider ist es mir bisher in Folge der Kleinheit der Zellelemente nicht gelungen, völlige Sicherheit über die Innervierung der verschiedenen Componenten, namentlich des Antennalorgans III zu erlangen, wenn ich auch die von Absolon gegebene Darstellung, die sich an jene von O. Hamann² anschließt, als nicht ganz zutreffend nachweisen kann; ich hoffe später diese Fragen ebenfalls erledigen zu können.

Bekanntlich stellen die Perceptionszellen der Hautsinnesorgane der Arthropoden Porenkanäle dar, die meist von Haargebilden verschlossen sind, deren Gestalt zwischen einem gewöhnlichen Spitzhaar und einem typischen Riechzäpfchen (Geruchskegel) mit vielen Übergängen wechseln kann. Solcher Haargebilde finden wir auf den Antennen der Collembolen nur verhältnismäßig wenige, deutlich unterscheidbare Formen (abgesehen von den theilweise abweichend modificierten Haargebilden der Antenne der männlichen *Sminthurides*-Arten). Die verschiedenen Variationen der Spitzborsten will ich hier unberücksichtigt lassen; sie dienen wohl alle, oder doch zum größeren Theil dem Tastsinn. Heute interessieren uns besonders die sogenannten Riechzäpfchen ([Riech]kegel und [Riech]zapfen Leydig's, Hauser's, Kraepelin's, vom Rath's, Nagel's u. a. Aut.), deren Vorhandensein bei den Collembolen zuerst von mir³ angegeben

¹ K. Absolon, Über *Neanura tenebrarum* n. sp. aus den Höhlen des mährischen Karstes; über die Gattung *Tetrodontophora* Rt. und einige Sinnesorgane der Collembolen. Zool. Anz. Bd. XXIV. No. 653. 1901.

² O. Hamann, Europäische Höhlenfauna. Jena, 1896.

³ C. Börner, Vorläufige Mittheilung über einige neue Aphorurinen und zur Systematik der Collembola. Zool. Anz. Bd. XXIV. No. 633. 1901.

und neuerdings von Absolon¹ nochmals betont wurde. Absolon gebraucht für diese Gebilde den Terminus »Riechzäpfchen«; da es jedoch bisher trotz der zahlreichen Versuche bei keinem Insect durch Experimente hat festgestellt werden können, daß gerade diese Gebilde dem Geruchssinne dienen, so ist es wohl besser, wenn wir den indifferenten Namen Sinneszäpfchen anwenden. Es ist wohl ziemlich sicher, daß wir hier morphologisch und physiologisch den sogen. Riechzäpfchen, resp. Geruchskegeln vieler anderer Insectenordnungen homologe Gebilde vor uns haben; ähnlichen Bildungen begegnen wir auch bei den Myriapoden und Crustaceen. Bei den Collembolen kann man ihre allmähliche Umbildung aus normalen Spitzborsten sehr gut studieren, indem es Formen giebt, wo sie nur durch ihre geringere Größe und eigenthümlich gebogene Gestalt von letzteren zu unterscheiden sind (z. B. *Tetradontophora*, *Actaletes*). Sie sind nur wenig tief in die Cuticula eingelassen; bisher fand man sie nicht in besonderen Gruben, wie bei vielen der höheren Insecten. Sie stehen ausschließlich auf dem letzten oder den beiden letzten Antennalgliedern.

Absolon vermuthet nun eine Homologie dieser Sinneszäpfchen mit den Kolben des Antennalorgans III, die aber nur zum Theil zutreffen dürfte. Wie wir gleich noch näher sehen werden, setzt sich das Antennalorgan III aus mehreren verschiedenartigen Elementen zusammen, die gleichzeitig wahrscheinlich nirgends zur Ausbildung gelangen. Erstens müssen wir die am längsten bekannten »äußeren Kolben« der Onychiuren, zweitens die ähnlichen Gebilde am distalen Ende der Gattung *Dicyrtoma*⁴, drittens die von Absolon⁵ entdeckten »inneren Kolben« der Onychiuren, viertens die von mir^{3, 6} zuerst bei Achorutiden und *Symphyleona*, später bei sämtlichen Collembolen aufgefundenen 2 »Sinnesstäbchen« unterscheiden. Letztere Gebilde hält Absolon, der sie unabhängig von mir bei *Achorutes* aufgefunden hat, für Kolben, die den (äußeren? oder) inneren Kolben der Gattung *Onychiurus* gleichwerthig sein könnten. Diese Auffassung ist jedoch kaum haltbar, da sie neben den »inneren« Kolben des letztgenannten Genus zu finden sind, auch stellen sie keine den »äußeren« vergleichbare Kolben dar, sondern sind vielmehr als »echte Haargebilde« aufzufassen, mit denen jene wiederum nichts zu thun

⁴ cf. C. Börner, Zur Kenntnis der Apterygoten-Fauna von Bremen und der Nachbardistricte. Beitrag zu einer Apterygoten-Fauna Mitteleuropas. Abh. Nat. Ver. Bremen, Bd. XVII. Hft. 1. 1901. p. 121/122.

⁵ K. Absolon, Über einige theils neue Collembolen aus den Höhlen Frankreichs und des südlichen Karstes. Zool. Anz. Bd. XXIV. No. 636. 1901.

⁶ C. Börner, Vorläufige Mittheilung zur Systematik der *Sminthuridae* Tullb., insbesondere des Genus *Sminthurus* Latr. Zool. Anz. Bd. XXIII. No. 630. 1900.

haben. Absolon findet bei *Achorutes* besondere Schutzborsten jener »Sinnesstäbchen«, die ganz wie normale Spitzborsten aussehen können.

Betrachten wir zunächst die »äußeren Kolben« der *Onychiurinae* etwas genauer. Im Gegensatz zu echten Haargebilden sind dieselben nicht articuliert mit dem Integument verbunden, worüber

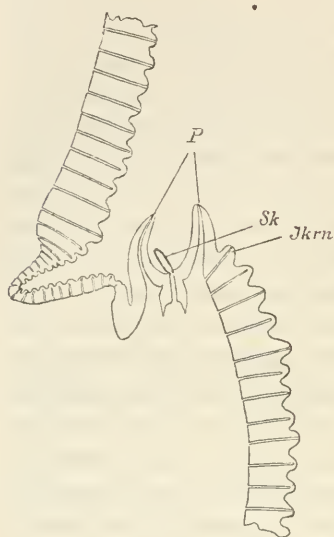


Fig. 1. Sagittalschnitt durch das Antennalorgan III von *Tetrodontophora bielensis* (Waga); der Schnitt hat 2 hinter einander liegende Papillen, 1 Sinneshaar, getroffen; die Hypodermis ist nicht gezeichnet. *Sk* = Sinneskegel, *Ikrn* = Integumentkörner, *P* = Papille (äußerer, bei *Tetrodontophora* auch innerer Kolben der früheren Bezeichnungsweise). $\times$ ca. 400.

uns am besten Längsschnitte (frontale oder sagittale) belehren (Fig. 1, 6). Sie repräsentieren ein papillenartig erhöhtes, kegelförmiges Integumentkorn, dessen Entwicklung aus einfachen Hautkörnern besonders gut bei *Onychiurus tuberculatus* (Mon.) und *Tetrodontophora bielensis* (Waga)⁷ zu studieren ist; der ganzen Länge nach sind sie von einem Porencanal durchbohrt, der bis zu ihrer Spitze reicht, wo er von einer zarten Chitinmembran geschlossen zu sein scheint. Trotz des Vorhandenseins dieses Porencanals sind sie nicht mit Haargebilden zu vergleichen, da jedes Integumentkörnchen der Onychiuren (vielleicht aller Achorutiden) einen solchen besitzt (derartige Porencanäle sind ja bekanntermaßen bei vielen Arthropoden verbreitet). Die Verbindung der Papillen mit Neuroepithelialzellen konnte ich bisher nicht sicher nachweisen, obgleich Absolon dies in seinem bereits citierten Aufsatz für *Tetrodontophora* und Hamann dasselbe für *Aphorura stillicidi* (Schiödte)

angeben. Einstweilen muß diese Frage wohl noch offen bleiben.

Die Anzahl der Papillen (»äußeren Kolben«) im Antennalorgan III der *Onychiurinae* ist sehr wechselnd; sie fehlen überhaupt noch bei *Aphorura trisetosa* Schäffer und einigen Arten der Gattung *Stenaphorura*, 3 finden wir bei *Stenaphorura triacantha* CB.⁸, 4–10 (nach einer brieflichen Mittheilung von Herrn K. Absolon) in der

⁷ Da nach Absolon (1) *Achorutes bielensis* Waga 1842 identisch ist mit *Tetrodontophora gigas* Reuter 1882, so muß der Speciesname *gigas* durch *bielensis* ersetzt werden.

⁸ C. Börner, Über ein neues Achorutidengenus *Willemia*, sowie 4 weitere neue Collembolenformen derselben Familie. Zool. Anz. Bd. XXIV. No. 648. 1901.

Gattung *Onychiurus* und 14 bei *Tetrodontophora bielensis* (Waga). Allerdings beschreibt Absolon für dieses Collembol 7 äußere und 7 innere Kolben. Nach meinen Präparaten, die ich von 2 Exemplaren dieser Art, welche mir vor längerer Zeit Herr Absolon geschickt hatte, anfertigte, hat sich aber herausgestellt, daß hier sowohl die äußeren, wie die inneren Kolben Papillen von oben beschriebenem Baue sind. Daher sind die inneren dieser Gattung denen der Gattungen *Stenaphorura* und *Onychiurus* nicht homolog, die, wie wir gleich sehen werden, ganz anders gebaut sind; daraus ergibt sich aber weiter nothwendig eine Änderung der Termini. Übrigens stehen die

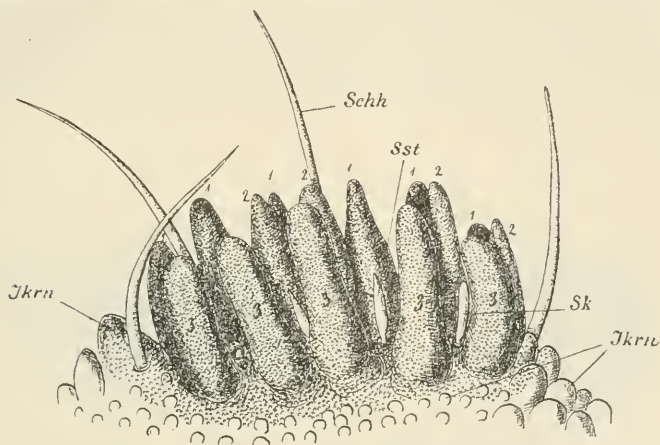


Fig. 2. Antennalorgan III von *Tetrodontophora bielensis* (Waga), Totalansicht, von der Innenseite gesehen (der starke Wulst des 3. Antennalgliedes, auf dem das Organ steht, wurde frei präpariert, so daß man dasselbe von beiden Seiten betrachten konnte). *Sk* = Sinneskegel, *Sst* = Sinnesstäbchen, 1 = äußere, 2 = mittlere, 3 = innere Reihe der Papillen *P*, *Schh* = Schutzhaare. $\times$ ca. 750.

Papillen bei *Tetrodontophora* bei meinen Exemplaren nicht in 2, sondern gar in 3 Reihen, wie man deutlich in Fig. 2 erkennt; die innersten sind distal relativ breiter als die äußeren, sie sind sämtlich fein granuliert, auch die inneren, was Absolon bestreitet.^{5a)}

Völlig abweichend von den Papillen mit Annäherung an den Haartypus sind die »inneren Kolben« der Gattung *Onychiurus* gebaut. Diese sind ihrem Bau und ihrer Lage nach den inneren Kolben der Gattung *Stenaphorura* Absln. und den 3 Kolben bei *Aphorura trisetosa*

^{5a)} Nebenbei bemerkt fand ich bei *Tetrodontophora bielensis* auch ein typisches Postantennalorgan mit 13—15 einfachen, etwas unregelmäßigen Tuberkeln, die wie in der Gttg. *Onychiurus* angeordnet sind, wie auch den von Absolon vermißten ventralen Pseudocellus am Kopfe.

Schäffer homolog. Um ihre phylogenetische Entwicklung und ihre späteren Beziehungen zu den Papillen zu verstehen, gehen wir am besten von letztgenannter Form aus, die ich dank der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. V. Willem zu untersuchen Gelegenheit hatte⁹. An der Externseite des dritten Antennalgliedes (distal) beobachten wir (Fig. 3) 3 schwachgekrümmte kräftige Sinneszäpfchen, wie wir sie in ähnlicher Gestalt oben kennen lernten¹⁰; sie stehen ganz frei und sind nur von 3 entfernt stehenden Schutzborsten geschützt; ein äußerer Integumentwulst oder Papillen sind nicht ausgebildet.

Ähnliche Verhältnisse bietet uns *Stenaphorura Krausbaueri* CB. (Fig. 4). Hier sehen wir nur 2 einander zugekrümmte Sinneszäpfchen (innere Kolben), die von 3 Schutzborsten und einem niedrigen äußeren Chitinwulst geschützt werden. Beachtenswerth ist, daß die Sinneszäpfchen stets durchaus glatt sind. So auch bei *Sten. triacantha* CB.,

Fig. 3.

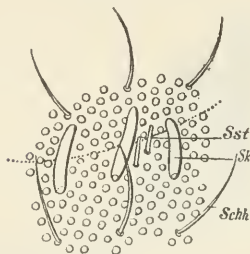


Fig. 4.



Fig. 3. Antennalorgan III von *Aphorura trisetosa* Schäffer. Aufsichtsbild. Bezeichnungen wie in Fig. 2. $\times 750$.

Fig. 4. Antennalorgan III von *Stenaphorura Krausbaueri* (CB.). Aufsichtsbild. Bezeichnungen wie vorher. $\times$ ca. 1000.

wo sie statt von einem Integumentwulst von 3 außerhalb von ihnen stehenden Papillen geschützt sind. Somit haben wir denn annähernd das Bild erreicht, das uns das Antennalorgan der Gattung *Onychiurus* darbietet, wo gleichfalls hinter den äußersten Schutzborsten und Papillen 2, freilich etwas abweichend gestaltete, Sinneszäpfchen stehen.

Ob nun die Zweizahl für diese Gebilde stets zutrifft, ist noch keineswegs genügend erwiesen, wie mir andererseits auch die Ausbildung von gleichviel äußeren und inneren Kolben, wie Absolon sie für manche Onychiuren aufrecht erhält¹¹, jetzt wieder sehr fraglich

⁹ cf. auch C. Schäffer, Hamburger Magalhaensische Sammelreise: Apterygoten. Hamburg 1897. Theil I.

¹⁰ Man vergleiche dazu die Abbildung 4 in der sub⁸ und Figur 4—6 in der sub¹ citierten Arbeit.

¹¹ z. B. *Aphorura gigantea* Absolon; cf. die sub⁵ citierte Arbeit.

erscheint, nachdem ich die inneren Kolben bei *Tetrodontophora* als echte Papillen (= äußere Kolben) nachweisen konnte. Vielleicht liegt ein ähnliches Verhalten auch bei jenen wenigen Formen vor, bei denen folglich die Homologa der inneren Sinneszapfen, ähnlich wie bei *Tetrodontophora* Rt., bisher übersehen wurden, da sie abweichend gebaut sind.

Die Gestalt der »inneren« Kolben der Gattung *Onychiurus* ist bei den einzelnen Arten nicht stets die gleiche. Meiner heutigen Betrachtung lege ich das Antennalorgan von *Onychiurus armatus* (Tullb.) und *O. tuberculatus* (Mon.) zu Grunde [den gleichen Bau weisen auf: *O. Schoetti* (Lie-Pett.) [= *Aph. 4-tuberculata* CB.], *O. furcifera* (CB.), *O.*

Fig. 6.

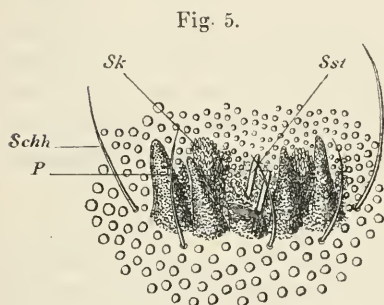


Fig. 5.

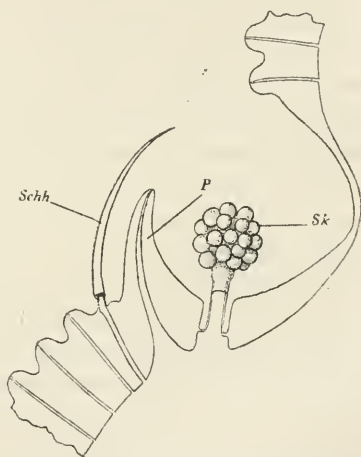


Fig. 5. Antennalorgan III von *Onychiurus armatus* (Tullb.). Aufsichtsbild, die mittlere Papille ist über ihrer Basis abgeschnitten. Bezeichnungen wie vorher. $\times 750$.

Fig. 6. Sagittalschnitt durch das Antennalorgan III von *Onychiurus tuberculatus* (Mon.); nur die chitinenen Elemente gezeichnet; Bezeichnungen wie vorher. $\times \text{ca. } 1200$.

Absoloni (CB.), *O. sibirica* (Tullb.), *O. inermis* (Tullb.); abweichend ist er bei *O. Willemi* (CB.)). Auf Totalpräparaten erkennen wir im Aufsichtsbilde die fraglichen Gebilde als runde oder ovale Körperchen, die regelmäßig granuliert sind, so daß sie einer kleinen Traube nicht unähnlich sind (Fig. 5). Auf Sagittalschnitten durch das ganze Antennalorgan (Fig. 6) sieht man dann deutlich, daß jedes dieser beiden Körperchen auf einem kleinen Stiele sitzt, der in einer schmalen Grube des Integumentes inseriert ist. In diesem Stiel haben wir wohl den nicht modifizierten Rest des ursprünglich einfachen Haargebildes vor uns, das sich jetzt noch an derselben Stelle bei *Stenaphorura* findet.

Das Sinneszäpfchen ist nur von einer äußerst zarten Chitinmembran bedeckt, während die Papillen relativ stark chitinisirt sind. Auf verschiedenen Schnitten glaubte ich Fortsätze einer Sinneszelle in das fragliche Gebilde hineingehen zu sehen, die durch einen sehr kurzen Seitenast mit dem Hauptantennalnerven in Verbindung stand, doch bin ich vorläufig noch unsicher darüber. In der Endtraube fand ich niemals einen Kern, doch färbt sich das ganze Zäpfchen mit Haematoxylin intensiv blau.

Eine derartige Modificierung eines Haargebildes, speciell eines Sinnes- (Riech-) Zäpfchens, die — so weit mir die übrige diesbezügliche Litteratur bekannt geworden ist — sonst in einfacher Stäbchen- oder Zäpfchenform auftreten, ist, wie bereits gesagt, typisch für die Gattung *Onychiurus*. Eine ähnliche Gestalt weisen sie bei *Tetrodontophora* auf, was man leider in Figur 1 u. 2 *Sk* nicht erkennen kann. Sie sind dort ziemlich gerade und distal nur sehr wenig verdickt; in der distalen Hälfte sind sie spärlich granuliert, ich möchte sagen geknotet. In der Figur 2 habe ich nur das linke (rechts) gezeichnet, das rechte schien mir herausgebrochen zu sein, da ich nur noch den Insertionsring wahrnehmen konnte. Da mein Untersuchungsmaterial leider nicht zahlreich war, so wird eine erneute Prüfung dieser Verhältnisse nothwendig sein.

Bei derselben Form sehen wir nun weiter zwischen diesen seitlichen Haargebilden noch 2 mittlere (Fig. 2 *Sst*), die gleichfalls zwischen den Papillen versteckt liegen und bisher ebenfalls übersehen wurden. Diese sind von etwas anderer Gestalt und den Sinnesstäbchen der übrigen Collembola homolog; sie nehmen hier dieselbe Lage ein wie bei *Onychiurus*, *Stenaphorura* etc. nur sind sie dort mit Leichtigkeit von den Sinneszäpfchen (inneren Kolben) zu unterscheiden, was bei *Tetrodontophora* nicht so der Fall ist. Vielleicht gestattet uns diese Thatsache einen Einblick in die phylogenetische Entwicklung dieser beiden Sinneshaarpaare, indem sie ursprünglich gleicher Natur waren, sich allmählich aber in verschiedener Richtung differenzierten. Die mittleren behielten ihre einfache Haargestalt bei, indem sie zugleich eine merkwürdige Constanz für die ganze Ordnung der Collembola erlangten, woraus man wohl schließen darf, daß sie schon bei meinen Protocollembola in gleicher Weise vorhanden waren; ihre Größe wurde auf ein Minimum reducirt. Die seitlichen ihrerseits leiten sich unschwer von typischen Sinneszäpfchen her, deren einfache Gestalt bei *Onychiurus* und *Tetrodontophora* die beschriebene Umbildung erfuhr. Somit ist es nicht unmöglich, daß wir in den verschiedenartigen Haargebilden des Antennalorgans III der Collembolen mehr oder weniger umgewandelte Sinnes- (Riech-)zäpf-

chen erblicken müssen. Heut zu Tage ist aber ihre Differenzierung bereits so weit fortgeschritten, daß wir die mittleren von den seitlichen stets unterscheiden können, und so müssen wir auch annehmen, daß sie ebenso in ihrer Function verschiedenartigen Reizen angepaßt sind. Daher können wir jetzt die mittleren den seitlichen nicht mehr homolog setzen, wie Absolon es vermuthete.

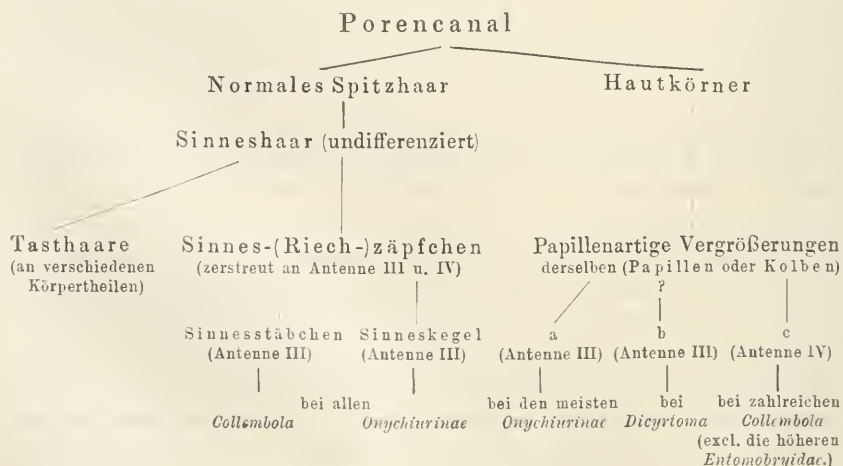
Um die beiden Formen nun auch in der Beschreibung leicht unterscheiden zu können, schlage ich für die seitlichen Gebilde den Terminus »Sinneskegel« (analog den Verhältnissen der übrigen Insecten) vor; sie sind sicher den Sinneszäpfchen homolog, und könnten auch so bezeichnet werden, doch ist es praktisch, sie besonders zu benennen, da sie eine ganz bestimmte Lage an der Antenne haben; sie sind typisch für die Unterfamilie der *Onychiurinae* CB. Die mittleren Gebilde, die, wie ich gleich noch zeigen werde, bei allen Collembolen in fast gleicher Gestaltung wiederkehren, möchte ich »Sinnesstäbchen« nennen, wenngleich auch oft ihre Form nicht gerade stäbchenähnlich ist. Da sie aber sicher sämmtlich einander homolog sind, kann der Terminus für sie alle Verwendung finden; ihre besondere Gestalt ist, wie bei den Sinneskegeln, stets des Näheren anzugeben.

Mit den besprochenen Sinneskegeln und Sinnesstäbchen, überhaupt mit den von einem Haargebilde verschlossenen Porencanälen, haben nun die oben beschriebenen Papillen des Antennalorgans III nichts zu thun, weder morphologisch, noch vielleicht physiologisch. Diese sind, wie die »Sinneskegel«, typisch für die *Onychiurinae* CB. und vielleicht den Sinneskolben an der Spitze der Antenne IV, die gleichfalls aus der Vergrößerung eines Integumentkornes hervorgegangen sein dürften (dessen Porencanal in eine geräumige Höhle verwandelt ist, in die hinein die Fortsätze der zugehörigen Neuroepithelialzellen ragen) und den Sinneskolben der Gattung *Dicyrtoma* Bourl., CB. an Antenne III zu vergleichen. Immerhin ist ihr Bau von dem der letzteren Sinneskolben ziemlich — wenn auch nicht principiell — verschieden.

Da wir über die feineren Verhältnisse der Innervierung sowohl der Sinneskegel und -stäbchen, wie auch der Papillen noch nichts Genaueres wissen, so will ich mich hier auch nicht auf meine bisherigen Funde einlassen. So viel kann ich jedoch mittheilen, daß die von Absolon beschriebene ganglionäre Anschwellung, sowie ein diese besitzender einheitlicher Seitennerv bei *Tetrodontophora* nach meinen Praeparaten nicht ausgebildet ist. Es würde ein solches Verhalten überhaupt den bei den übrigen Hautsinnesorganen der Arthropoden gemachten Befunden sehr widersprechen. Thatsächlich finden sich

unterhalb des Antennalorgans III der Onychiuren (*Tetrodontophora* und *Onychiurus* wurden untersucht) mehrere Sinneszellen (Neuroepithelialzellen), die in innigem Contact mit der anliegenden Hypodermis stehen, deren Zellen hier theilweise langgestreckt sind, und an die 1 oder (wie bei *Tetrodontophora*) 2—3(?) relativ starke, kernlose Äste des Antennalnerven herantreten. Die Kerne, welche sich diesen Ästen anliegend finden, gehören deren Hülle an, sind also keine Ganglienkerne. Die von Absolon abgebildeten Ganglienkerne des vermeintlichen einheitlichen Seitennerven gehören wohl der Hypodermis an, sind also Matrixkerne. Die Nervenfasern legen sich zum Theil eng an die Matrix an und verlaufen so bis zur Mitte, resp. zur Basis des dritten Antennalgliedes, um dann erst in den Hauptnerv überzutreten. Die von Absolon in der Figurenerklärung wohl nur aus Versehen als Matrix bezeichnete Schicht ist die von zahlreichen Porencanälen durchsetzte starke Chitinschicht, die außen die Granula trägt, seine Basalmembran wahrscheinlich eine feine pigmentierte Schicht der Matrix, die sich bei der Conservierung nicht, wie die übrige Hypodermis, vom Chitin losgelöst hat. Ob die vorhandenen Neuroepithelialzellen wirklich zu den Papillen gehören, erscheint mir zweifelhaft; nach meinen Beobachtungen, namentlich an *Onychiurus*, scheint dies nicht der Fall zu sein. Ich hoffe hierüber später genauere Mittheilung machen zu können.

Folgendes Schema mag die wahrscheinlichen Beziehungen und Entstehung der verschiedenen Componenten der Antennalorgane der Collembolen noch mehr verdeutlichen:



Die »Sinnesstäbchen« sind vor den anderen Antennalsinnesorganen dadurch ausgezeichnet, daß sie bei allen Collembola — wie es ja bereits betont wurde — vorkommen. Da ihre Lage eine durchaus constante ist, so geben sie uns einen sicheren Anhaltspunkt zur Homologisierung der einzelnen Antennenglieder sämtlicher Collembolengenera. Die primäre Anzahl der Antennenglieder bei den Collembolen ist die Vierzahl, die sich auch bei den meisten Genera unverändert erhalten hat, und wir finden bei diesen Formen unsere Sinnesstäbchen an der Externseite (dorsolateral) des 3. Gliedes am distalen Ende, also bei den *Achorutinae* CB., *Onychiurinae* CB., *Neanurinae* CB., *Anurophorinae* CB., *Isotominae* Schffr., CB., *Podurinae* CB., vielen *Entomobryinae* Schffr., CB., *Neelidae* Folsom und *Sminthuridae* Tullb. Bei *Orchesella* Templ. stehen sie beim ausgewachsenen Thier am fünften, beim jungen dagegen noch am 3. Glied; bei *Heteromurus* Wankel, Absln. beim ausgewachsenen Thier am vierten, bei dem jungen ebenfalls am dritten Gliede, und die postembryonale Veränderung der Antenne dieser beiden Genera hat uns auch gezeigt, daß das 3. Glied des jungen Thieres bei *Orchesella* dem 5., bei *Heteromurus* dem 4. des ausgewachsenen homolog ist und daß die Abschnürung neuer Glieder von dem ersten oder dem ersten und zweiten primären Glied erfolgt¹². Andere Verhältnisse finden wir bei den Gattungen *Sminthurides* CB., *Sminthurinus* CB. und *Sminthurus* Latr., CB., wo die Bildung neuer Antennenglieder durch Zerfall des 4. primären Gliedes in eine verschiedene Anzahl secundärer Glieder vor sich geht; dementsprechend constatieren wir die Sinnesstäbchen am 3. Antennalgliede.

Bei den meisten Collembolen liegen die Sinnesstäbchen frei und sind nur durch die in ihrer Nähe befindlichen Spitzhaare geschützt; bei manchen Formen bildet sich zu ihrem Schutze ein kleinerer äußerer Integumentwulst (ähnlich wie auch für die Sinneskegel) oder eine kleine Grube aus, sei es, daß beide in einer gemeinsamen, oder jedes in einer eigenen Grube sich befindet. Die Stäbchen inserieren meist in gerader Linie neben einander, wie bei den *Achorutidae* (einige Ausnahmen bei *Onychiurus*), bei einigen wenigen *Entomobryidae* (z. B. *Podura*, *Cyphoderus*) und bei den meisten *Symphyleona*. Dagegen liegt bei den *Anurophorinae*, *Isotominae* und *Actaletinae* und der Mehrzahl der *Entomobryinae* das eine Stäbchen schräg vor dem anderen. So kommt es denn, daß bei den *Anurophorinae*, wo beide in einer gemeinsamen schmalen Grube inserieren, diese bei schwächerer Vergrößerung wie ein schräger Spalt erscheint (cf. Fig. 12). Vielleicht dürfen wir in

¹² cf. die sub ⁴ citierte Arbeit p. 65 und 77/78.

diesem Verhalten der *Anurophorinae*, das sie mit den meisten übrigen Entomobryiden theilen, einen neuen Anhaltspunct erkennen, sie als die Ahnenverwandten dieser Familie aufzufassen.

Zur Befestigung des Gesagten möchte ich nun die Sinnesstäbchen für die einzelnen Unterfamilien etwas genauer in Wort und Bild beschreiben.

Achorutes purpurascens Lubb. (Fig. 7).

Die Gestalt der Stäbchen ist aus der Figur genügend ersichtlich. Bei *Ach. socialis* Uzel sind sie an der Spitze schön gerundet, ganz so, wie Absolon¹ es abbildet; was derselbe an ihnen aber für eine »feine Körnelung« gehalten hat, weiß ich nicht; auch sind die Granula zwischen ihnen — wie etwa bei den *Onychiurinae* — nicht um so viel kleiner wie die übrigen Hautkörner, als Absolon es zeichnet; mit meinen Praeparaten stimmt jenes Bild wenig überein. Ferner fehlt der von ihm beschriebene Chitinwulst an ihrer Basis bei meinen *A. socialis* Uzel.

Hydropodura aquatica (L.) (Fig. 8).

Im Gegensatz zu fast allen anderen Fällen sind hier die fraglichen Gebilde spitz und nicht abgerundet an der Spitze; durch das Vorhandensein der Absolon'schen Schutzhaare rechts und links von ihnen glaube ich kaum Zweifel an ihrer Identität mit den Sinnesstäbchen der übrigen Collembolen hegen zu dürfen¹³.

Willemia anophthalma CB. (Fig. 9).

Hier sind die Sinnesstäbchen sehr winzig und fast ganz durch einen Integumentwulst außen geschützt. Zu beiden Seiten dieses Wulstes stehen 2 kleinere, gebogene Härchen, proximal, sie alle schützend, 3 längere Spitzborsten.

Aphorura trisetosa Schäffer (Fig. 3).

Die Sinnesstäbchen stehen etwas schräg neben einander, ihre Länge beträgt nicht ganz $\frac{1}{3}$ der nebenstehenden Sinneskegel (Sinneszapfen).

¹³ Ich möchte hier nicht versäumen, darauf hinzuweisen, daß man in Folge der spitzhaarähnlichen Gestalt der Sinnesstäbchen bei *Hydropodura* die phylogenetische Entwicklung dieser Gebilde anders deuten könnte, als ich es oben gethan habe, indem man sie direct von gewöhnlichen Spitzhaaren ableitet; wahrscheinlicher liegt aber bei diesem Collembol eine Reduction der fraglichen Härchen vor. Hoffentlich geben uns hierüber die feineren Bauverhältnisse der Innervierung dieser Elemente einigen Aufschluß.

Fig. 7.

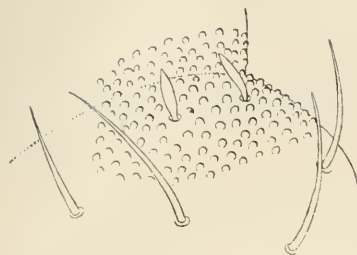


Fig. 8.

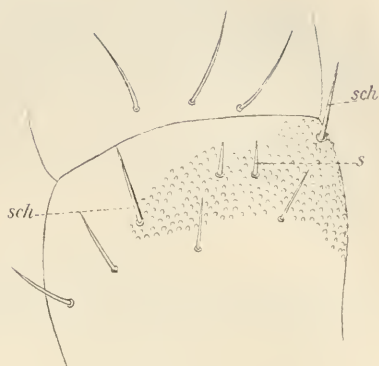


Fig. 9.

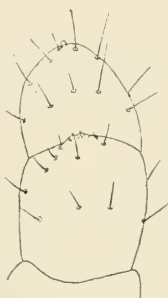


Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 7. Antennalorgan III von *Achorutes purpurascens* Lubb. Aufsichtsbild. sch = Schutzhaare, s oder sst = Sinnesstäbchen. $\times$ ca. 600.

Fig. 8. Antennalorgan III von *Hydropodura aquatica* (L.). $\times$ ca. 500.

Fig. 9. Antennalorgan III von *Willemia anophthalma* CB. $\times$ ca. 750.

Fig. 10. Antennalorgan III von *Neanura muscorum* (Templ.). Außenansicht.

Fig. 11. Desgleichen. Sagittalschnitt. $\times$ ca. 600.

Fig. 12. Antennalorgan III von *Anurophorus laricis* Nic. $\times$ ca. 600.

Stenaphorura Krausbaueri (CB.) (Fig. 4).

Ähnlich wie bei *Willemia* sind auch hier die Sinnesstäbchen durch einen Integumentwulst fast ganz verdeckt; sie selbst sind äußerst klein.

Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.

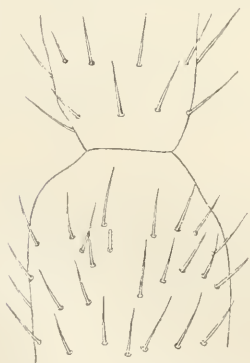


Fig. 16.

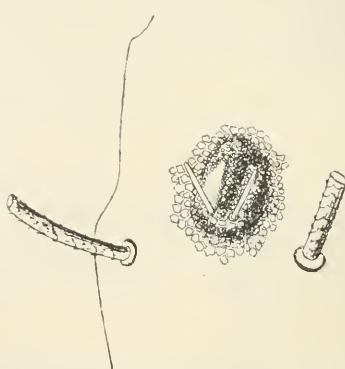


Fig. 13. Antennalorgan III von *Isotoma palustris* Müller. $\times$ ca. 600.

Fig. 14. Antennalorgan III von *Actaetes Neptuni* Giard. $\times$ ca. 600.

Fig. 15. Antennalorgan III von *Podura vulgaris* (Tullb.). NB! Die Spitzborsten sind in Wirklichkeit etwas kräftiger als sie in der Figur erscheinen. $\times$ ca. 600.

Fig. 16. Antennalorgan III von *Sminthurus fuscus* (L.). Die Felderung des Integumentes ist nur in der nächsten Umgebung der Sinnesstäbchen angedeutet. $\times$ ca. 600.

Onychiurus armatus (Tullb.) (Fig 5).

Die Stäbchen sind schlank und relativ groß. In der Figur ist die vor ihnen stehende Papille nicht gezeichnet, um die Stäbchen deutlich hervortreten zu lassen. Bei anderen Onychiuren können diese auch neben einander inseriert sein.

Neanura muscorum (Templ.) (Fig. 10 u. 11).

Die Sinnesstäbchen besitzen eine eigenthümliche Richtung, wie man sie in der Fig. 10 erkennt; in natura sind sie also nach unten gerichtet (ob immer?); sie liegen in einer geräumigen Grube, in der die größeren Granula des Integumentes fehlen (Fig. 11); einige in der Nähe stehende größere Borsten könnte man als Schutzborsten ansprechen.

Anurophorus laricis (Nic.) (Fig. 12).

Die Figur bedarf kaum einer weiteren Erklärung; man erkennt sehr deutlich die schräg gestellte gemeinsame Grube, in die man schräg von oben hinein sieht.

Isotoma palustris Müller (Fig. 13).

Auch hier ist eine weitere Erklärung überflüssig; die Stäbchen, welche etwas gekrümmt sind, liegen schräg neben einander, gänzlich frei, nur von den längeren Borsten der Antenne III geschützt.

Actaletes Neptuni Giard (Fig. 14).

Hier weisen die fraglichen Gebilde eine ganz abweichende Gestalt auf; sie erscheinen uns in der Längsachse sehr kurz, dagegen ist ihr Querdurchmesser, der bei einem Haar relativ winzig zu sein pflegt, sehr in die Länge gezogen, so daß sie einer 2spitzigen Hacke, welcher der Stiel fehlt, ähneln.

Podura vulgaris (Tullb.) (Fig. 15).

Bei jungen Thieren mit ungeringelter Antenne III erkennt man sie sehr leicht als 2 sehr feine, gerade, stumpfliche Härchen, nahe der äußersten Borstenreihe (Fig. 15); bei ausgewachsenen gelang es mir bis jetzt noch nicht, sie sicher nachzuweisen; nur wenige Male beobachtete ich an der Externseite des zweitletzten Borstenringes ein einzelnes Haargebilde, das große Ähnlichkeit mit denjenigen des jungen Thieres hatte. Sollte das zweite, das in der Jugend sicher auch vorhanden ist, im Alter vielleicht rückgebildet werden?

Für die *Entomobryinae* brauche ich keinen speciellen Fall mehr zu beschreiben; wir finden hier bis auf wenige, oben erwähnte Ausnahmen die für die *Isotominae* charakteristischen Verhältnisse.

Sminthurus fuscus (L.) (Fig. 16).

Die Sinnesstäbchen sind sehr fein, stumpf, gerade und liegen dem Chitin eng an, jedes in einer kleinen, schmalen Grube, aus der man

es durch vorsichtige Praeparation herausheben kann (Fig. 16). Man erkennt sie stets in dieser Familie leicht, kommt aber bei den großen *Sminthurus*-Arten nicht oft gleich auf ihre richtige Deutung, namentlich wenn obiges Experiment nicht glückt. Bei *Dicyrtoma* und *Megalothorax* wird man über ihre Härchennatur ohne Weiteres klar, wegen ihrer specifischen, etwas abweichenden Gestalt vergleiche man die Textfiguren 35a und 60a meiner sub⁴ citierten Arbeit. Für *Megalothorax* bildet sie auch V. Willem¹⁴ ab, ohne ihnen jedoch besondere Bedeutung zuzuschreiben.

II. Die systematisch-phylogenetische Stellung der Gattung *Tetracanthella* Schött.

Über die systematische Stellung der Gattung *Tetracanthella* Schött¹⁵ = ? *Lubbockia* Haller¹⁶ haben sich in letzter Zeit zwei sehr verschiedene Ansichten verbreitet, die in keiner Weise mit einander vereint werden können; nur die Nachprüfung der vorliegenden Angaben ist im Stande, der einen oder der anderen einen endgültigen Sieg zu verschaffen. Bis vor Kurzem noch ganz von den in der Litteratur niedergelegten Beschreibungen und Abbildungen verschiedener Autoren abhängig, ermöglicht es mir jetzt ein mir freundlichst von Herrn O. J. Lie-Pettersen (Bergen) eingesandtes Glycerinpraeparat von *Tetracanthella pilosa* Schött, sowie eine interessante Sendung des Herrn Dr. Johann Carl (Genf), die auch 2 Exemplare von *Tetracanthella alpina* Carl enthielt, mir in einigen Punkten, die mir für die verwandtschaftliche Stellung der Gattung wichtig scheinen, völlige Klarheit zu verschaffen, ferner gleichzeitig die früheren Angaben zu berichtigen, resp. zu ergänzen. Ich möchte nicht versäumen, beiden Herren für ihre Sendung bestens zu danken.

Bereits Harald Schött, der Entdecker der Gattung, erkannte richtig das verwandtschaftliche Verhältnis, das zwischen *Tetracanthella* und *Isotoma* Bourl. obwaltet, ordnete jedoch auf Grund des Vorhandenseins von (4) Analdornen seine Gattung der Familie der Lipuriden, also den heutigen *Achorutidae* bei. Leider scheint ihm aber die außerordentliche Ähnlichkeit, die *Tetracanthella* mit *Anurophorus* Nicolet (sp. *laricis* Nic.) besitzt, entgangen zu sein, auf die erst Verfasser³ durch die Beschreibung und Abbildung Schött's aufmerksam wurde, und auf welche er eine nahe Verwandtschaft beider zu be-

¹⁴ V. Willem, Recherches sur les Collembolés et les Thysanoures. Mém. cour. publ. par l'Académie roy. Belgique. T. LVIII. 1900. Planche XV Fig. 3.

¹⁵ H. Schött, Zur Systematik und Verbreitung paläarktischer Collembola. Kongl. Svens. Vet.-Akad. Handl. Vol. 25. No. 11. 1893/1894.

¹⁶ G Haller, Entomologische Notizen. Mitth. Schweiz. Entom. Gesellsch. Bd. VI. 1880.

gründen suchte. Ich vereinigte daher *Tetracanthella* Schött und *Anurophorus* Nic. zusammen mit *Isotoma* Bourl. in der erweiterten Unterfamilie der *Isotominae* Schäffer, und zählte somit die fraglichen Formen den *Entomobryidae* Töm. zu, wofür mir als Hauptmomente die bei den drei Genera übereinstimmende Gestalt der Körpersegmente, des Postantennalorgans und des Chitinpanzers galten. Ersteres und letzteres Merkmal war leider durch die Originaldiagnose für *Tetracanthella* nicht sicher begründet, doch kann ich jetzt glücklicherweise meine ersten Angaben zur Gewißheit erheben. So sehen wir denn *Tetracanthella* im Verein mit *Anurophorus* zu Ahnenformen der höheren Entomobryiden werden, eine Annahme, die neuerdings auch von Karl Absolon¹⁷ und Johann Carl¹⁸ acceptiert worden ist.

Nachdem schon vorher A. D. Macgillivray¹⁹ in seiner Gattungsübersicht der *Poduridae* *Tetracanthella* Schött in die Nähe der Gattung *Achorutes* Templ. und *Hydropodura* CB. gebracht hatte, wohin auch Schött²⁰ sie gestellt, gelangte Cäsar Schäffer^{21, 22} bei seinen Untersuchungen zu einem ganz anderen Resultate, das ihn dazu führte, *Tetracanthella* in seinem Systeme in Verwandtschaft mit *Frisea* D. T. zu bringen, ohne jedoch seiner Ansicht eine tiefere Begründung zu geben, was später von Einar Wahlgren²³ versucht wurde. Dieser Forscher glaubt, daß *Tetracanthella* (spec. *pilosa* Schött) durch die Insertion der Furca an Abdomen IV und »in Folge der reducierten, unvollständig segmentierten Furcula ein Platz nahe der *Friesea* D. T., d. h. näher den Aphoruriden als den Isotominen anzuweisen sei«. Eine ähnliche Ansicht vertritt Victor Willem²⁴, der ebenfalls *Tetracanthella* auf Grund der reducierten Furca in nahe Beziehung zu *Friesea* bringen zu müssen glaubt.

Als ich bald nach der Publication meiner ursprünglichen Ansicht mit den erwähnten Ausführungen Wahlgren's über das fragliche

¹⁷ K. Absolon, Über *Uzelia setifera*, eine neue Collembolengattung aus den Höhlen des mährischen Karstes, nebst einer Übersicht der *Anurophorus*-Arten. Zool. Anz. Bd. XXIV. No. 641. 1901.

¹⁸ J. Carl, Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Collembolenfauna der Schweiz. Revue Suisse de Zoologie; annales de la Société zool. suisse et du Musée d'hist. nat. de Genève, T. 9. fasc. 2. 1901.

¹⁹ A. D. Macgillivray, North American Thysanura. IV. The Canadian Entomologist, Vol. XXV, XII. No. 12. p. 313—318. 1893.

²⁰ H. Schött, Nya nordiska Collembola. Entom. Tidskr. XII. 1891.

²¹ C. Schäffer, Die Collembola der Umgebung von Hamburg und benachbarter Gebiete. Mitth. Naturhist. Mus. XIII. Hamburg 1896.

²² Derselbe, Hamburger Magalhaensische Sammelreise: Apterygoten. Zweiter Theil: Die Familien und Gattungen der Apterygoten. Hamburg 1897.

²³ E. Wahlgren, Beiträge zur Fauna der Bären-Insel. 4. Collembola. Bih. till K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd. 26. Afd. IV. No. 6. 1900.

²⁴ cf. die sub 14 citierte Arbeit p. 50/51, 53.

Genus bekannt geworden war, sah ich mich genöthigt, *Tetracanthella* wieder aus der Verwandtschaft der *Isotominae* zu entfernen²⁵.

Da erschien vor Kurzem eine neue Arbeit von Carl¹⁶, in der ich zu meiner Überraschung *Tetracanthella* als Isotomine aufgeführt finde, so wie ich es erst angenommen hatte. Dieser Autor bringt auch thatsächlich durch die Entdeckung einer neuen Art der Gattung ein neues Moment, das die nahe Verwandtschaft derselben mit *Isotoma* noch mehr befürwortet, indem bei *T. alpina* Carl die Furca, auch in der Gestaltung des Mucro, derjenigen einer echten *Isotoma* relativ ähnlich ist. Leider motiviert Carl die Berechtigung, *Tetracanthella* als Isotomine aufzufassen, anders als ich es seiner Zeit gethan hatte, indem er trotz meiner damaligen Warnung wieder zu viel Gewicht auf das Vorhandensein, resp. Fehlen einer Furca zur Trennung der *Achorutidae* CB. und *Entomobryidae* Töm. legte, was ihn denn auch dazu führte, *Tetracanthella* den Isotominen zu belassen, dagegen *Anurophorus*, den nächsten Verwandten dieses Genus, den Achorutinen unterzuordnen.

Meine eigenen Funde, welche ich an den oben angeführten Exemplaren machen konnte, führten mich nun zu folgendem Resultat, das im Großen und Ganzen meine ersten Aussagen, nur in bestimmter Form, wiederholt:

Die Übereinstimmung zwischen *Tetracanthella* Schött, *Anurophorus* Nicolet, der jüngst erst entdeckten *Uzelia* Absolon¹⁷ und *Isotoma* Bourlet^{17a} erstreckt sich auf folgende Punkte:

1) Bau der Thorax- und Abdominalsegmente, Reduction der Intersegmente und der dorsalen Partie von Thorax I, die ihren Höhepunkt bei *Isotoma* und den übrigen *Entomobryidae* erreicht;

2) Bau des Postantennalorgans, das aus einer flachen, länglich elliptischen bis kreisförmigen Grube, zwischen Antennenbasis und Augenfleck liegend, besteht, die rings von einer leistenartigen Chitinverdickung umgeben ist. (Der innere Bau des Organs stimmt mit dem der *Achorutidae* überein.)

3) Bau der Chitinsculpturen; das Integument besitzt hier keine Körnelung wie bei den *Achorutidae*, sondern eine gröbere oder feinere Felderung, wie ich³ sie erst für *Anurophorus* beschrieb; diese Felderung geht bei den meisten höheren Entomobryiden verloren, läßt sich aber bei vielen Isotomen und einigen anderen Formen noch deutlich nachweisen.

²⁵ C. Börner, Über einige theilweise neue Collembolen aus den Höhlen der Gegenl von Letmathe in Westfalen. Zool. Anz. Bd. XXIV. No. 645. 1901. p. 341.

^{17a} Wahrscheinlich gehört hierher auch der letzthin von V. Willem beschriebene *Cryptopygus antarcticus* Willem.

Bei *Anurophorus* und *Uzelia* (nach Absolon) ist die Felderung des Chitins sehr leicht zu beobachten; diese wird dadurch verursacht, daß zarte Leisten in Form eines mehr oder weniger feinen, weiter oder enger maschigen Netzwerkes, den ganzen Körper überziehen, so daß zwischen den »Fäden« des Netzes schwach vertiefte Feldchen entstehen, wie es auch bei einigen Sminthuriden zu beobachten ist. Auch *Tetracanthella* zeigt uns dieselbe Structur des Chitins, nur ist an den meisten Stellen des Körpers das Maschenwerk etwas feiner, wodurch der Beobachtung leicht Fehler unterlaufen; an einigen Stellen aber, so am Grunde der Analdornen, an den Hinter- und Seitenrändern des Kopfes etc. werden die Maschen größer und die Leisten gröber, und ich verstehe es nicht, wie Schött, Wahlgren und Carl dies Verhalten haben übersehen können und stets von einer »Körnelung« des Chitins sprechen, wie sie den *Achorutidae* zukommt.

4) Der Bau der Augen; diese sind bei *Anurophorus*, *Isotoma* und den übrigen Entomobryiden sicher primitive eucone Ommatidien; *Tetracanthella* und *Uzelia* sind leider in diesem Punkte bisher nicht untersucht worden.

Außerdem stimmen *Anurophorus*, *Tetracanthella* und *Uzelia* ihrerseits überein:

1) im ganzen Habitus, Vorhandensein eines tiefblauen, schwer zerstörbaren Pigmentes;

2) im Besitz eines Sinneskolbens an der Spitze von Antenne IV; *Uzelia* besitzt an dessen Stelle eine kräftige Sinnesborste;

3) im Bau des Antennalorgans III, dessen Componenten in einer schmalen, schräg zur Längsachse der Antenne liegenden Grube liegen (bei *Uzelia* ?);

4) im Bau des Ventraltubus, der dieselbe primitive Gestalt aufweist wie bei den *Achorutidae*.

Sehr interessant würde die Untersuchung der Ovarien der reifen ♀ der in Rede stehenden Gattungen sein, um diese in Beziehung zu denen der höheren Entomobryiden bringen zu können.

Mir erscheint es nun auf Grund der aufgeführten Merkmale als sicher, daß wir in den Gattungen *Anurophorus* Nic., *Uzelia* Absolon und *Tetracanthella* Schött eine durchaus einheitliche Gruppe vor uns haben, die mit vollstem Rechte in einer Unterfamilie (*Anurophorinae* CB.) vereinigt werden können und müssen. Auch bin ich gewiß, daß wir in den Vertretern der *Anurophorinae* CB. Formen besitzen, die den Stammformen der *Entomobryidae* noch relativ nahe stehen; viele Beziehungen zu den *Achorutiden* aufweisend, sind sie

durch den Besitz anderer wichtiger Charactere von diesen zu trennen, die es wiederum ermöglichen, ihnen die ursprünglichste Stellung in der Familie der *Entomobryidae* Töm. anzuweisen.

Es ist jedoch schwer zu sagen, welche der 3 Gattungen als die primitivste aufzufassen ist, zumal wir es hier wiederum mit theilweise stark reducierten Formen zu thun haben. *Tetracanthella* und *Uzelia* führen durch die Ausbildung von Analdornen zu den *Achorutiden* hin, *Tetracanthella* selbst stellt sich uns durch das Vorhandensein einer Furca als am wenigsten verändert dar; die Gestalt der Klauen und des Mucro von *T. alpina* Carl, der schlanke Bau der Antennen, erinnern uns andererseits sehr an die *Isotominae*. *Uzelia* und *Anurophorus* haben beide die Furca verloren, letztere Gattung auch noch die Analdornen, wodurch wieder sie den Isotomen besonders ähnlich erscheint.

Wie überall im Thierreiche, begegnen wir auch hier bei den ursprünglichen Formen einer Mannigfaltigkeit in der Gestaltung, die gewiß durch künftige Funde noch bereichert werden wird. Selbst innerhalb der Gattung *Tetracanthella* finden wir eine Art mit wohl entwickelter (*T. alpina* Carl), eine andere mit stark reduzierter Furca (*T. pilosa* Schött), ein deutlicher Beweis dafür, daß das Vorhandensein, resp. Fehlen dieses Organs nicht an eine Familie (*Achorutidae*) gebunden ist. So kann ich Carl kein Recht geben, wenn er sagt¹⁾, daß er, »namentlich mit Rücksicht auf das Fehlen der Furca und der unteren Krallen (was zudem ein Irrthum ist), sowie das Vorhandensein eines Antennalorgans die Gattung *Anurophorus* der ersteren Familie (Unterfam. *Achorutinae*) zuzuweisen und den Besitz einer meist sehr gut entwickelten Springgabel als Merkmal der *Entomobryidae* anzusehen« habe. »Bis jetzt hat sich«, so fährt er fort, »die Furca eben nur bei den auch sonst niedrigeren und weniger modificierten Formen als sehr variabel in ihrer Ausbildung gezeigt und ist darum wohl innerhalb der Familie der *Achorutidae* kein geeignetes Merkmal zur Abtrennung von Unterfamilien. Dagegen scheint sie gerade bei den höher stehenden *Entomobryidae* eine gewisse Constanz erlangt zu haben, die bei der Abgrenzung der beiden Familien mit in Betracht zu ziehen ist.« Diese Constanz der Ausbildung der Furca bei den höheren Entomobryiden ist allerdings nicht zu leugnen, aber niemals kann diese auf die Abgrenzung der beiden Familien der *Achorutidae* und *Entomobryidae* Einfluß haben, wenn wir überhaupt in den *Anurophorinae* die Ahnenverwandten der *Entomobryidae* erblicken können und müssen. Es wäre doch gar schlecht um die Systematik bestellt, könnten wir derartigen Resultaten unserer Forschung im System keinen Ausdruck verleihen, und müßten wir immer und immer wieder mit Rücksicht auf bequeme greifliche Merkmale auf die Er-

schaffung eines natürlichen Systems, das zugleich allen, oder doch den wichtigsten phylogenetisch-verwandtschaftlichen Beziehungen Rechnung trägt, Verzicht leisten!

III. Die systematische Stellung der Gattung *Actaletes* Giard.

Entdeckt und zuerst beschrieben von A. Giard²⁶, wurde unser Collembol, das von seinem Entdecker den Namen *Actaletes Neptuni* Giard erhalten hatte, ein Jahr später, in Folge einer oberflächlichen Untersuchung von R. Moniez²⁷ mit *Isotoma crassicauda* Tullb. identifiziert und war seit jener Zeit (1890) ganz in Vergessenheit gerathen, bis im vergangenen Jahre Victor Willem²⁸, durch eine ziemlich genaue Nachuntersuchung des Giard'schen Typus, die Gattung *Actaletes* Giard aufs Neue begründete und ihr zugleich eine genau fixierte Stellung im System der Familie der *Entomobryidae* anwies. V. Willem leitet *Actaletes* von *Entomobrya* Rond. durch die auf das höchste gesteigerte Anpassung der Gestalt des Abdomens an ein ausgezeichnetes Sprungvermögen ab, indem er sagt: »Celui-ci (*Actaletes*) . . . constitue la forme la plus ramassée du groupe des Entomobryides; à raison de cette condensation, du développement du segment furcifère et de l'appareil du saut, c'est Entomobryide le plus spécialisé dans le sens de l'adaptation au saut.« Auch verbindet er *Actaletes* in seinem provisorischen Stammbaum²¹ der Entomobryiden direct mit der Gattung *Entomobrya*.

In ganz anderer Weise interpretierte ich²⁹ die nähere Verwandtschaft unseres Genus, das ich in Folge der bedeutenden Entwicklung von Abdomen IV allerdings als Entomobryine auffaßte, innerhalb dieser aber in ihm eine eigene Entwicklungsreihe erkannte.

Nachdem ich jetzt nochmals *Actaletes* nach Exemplaren, die mir vor längerer Zeit Herr Dr. V. Willem freundlichst zugesandt hatte, untersucht habe, habe ich meine Ansichten über die systematisch-phylogenetische Stellung dieser Gattung in Folge eines neuen Fundes etwas abändern müssen. Schon damals stellte ich *Actaletes* in die Nähe der *Isotominac*; jetzt, nachdem ich ein Postantennalorgan bei ihm habe nachweisen können, wie es in genau derselben Gestalt sonst nur noch bei *Isotoma* Bourl. vorkommt, scheint mir diese An-

²⁶ A. Giard, Sur un nouveau genre de Collembole marin et sur l'espèce type de ce genre: *Actaletes Neptuni*. Le Naturaliste, 15. V. 1889.

²⁷ R. Moniez, Acariens et Insectes marins de côtes du Boulonnais. Revue biol. du Nord de la France, juin 1890.

²⁸ V. Willem, Description de *Actaletes Neptuni* Giard. Bull. scient. de la France et de la Belgique, T. XXXIV. p. 474—480. pl. 24. Avril 1901.

²⁹ cf. die sub ⁴ cit. Arbeit, p. 62/63 und 42.

nahme noch mehr Wahrscheinlichkeit gewonnen zu haben. Andererseits besitzt *Actaletes* so viele Eigenschaften, die ihn von den echten *Entomobryinae* trennen, daß ich ihn jetzt vollends von diesen loslösen möchte und für ihn eine neue Unterfamilie der *Entomobryidae* gründe, deren Merkmale ich hier noch etwas näher im Vergleich mit denen der *Isotominae* einer- und der *Entomobryinae* andererseits festlegen möchte. Die Idee des ganzen Körperbaues von *Actaletes* findet freilich ihren Ausdruck der ganzen Wahrheit nach in dem oben citierten Satze von V. Willem. Aber dieses merkwürdige Collembol steht vollkommen isoliert in der Familie der *Entomobryidae* da, und wir kennen bis jetzt keine Formen, die es mit den Isotomen, seinen wahrscheinlichsten Ahnen, verbinden³⁰. Analoga haben wir allerdings in den *Entomobryinae* und den *Symphyleona* vor uns, bei denen auch in Folge der Entwicklung eines hervorragenden Sprungvermögens gerade Abdomen IV übermäßig heranwuchs, aber dies Verhalten hat sich bei allen 3 Formen wohl in gegenseitiger Unabhängigkeit herausgebildet. Es ist dies ja auch sehr wohl möglich, da die Furca am vierten Hinterleibsringe ursprünglich inserierte, und naturgemäß dieses Segment kräftiger wurde; nothwendig ist es jedoch nicht; innerhalb der *Entomobryinae* ist es z. B. die Gattung *Lepidophorella* Schffr.²², bei der, wie bei den *Podurinae* (= *Tomocerinae*), Abdomen IV an Größe hinter Abdomen III zurückblieb. Auch ist es in der Reihe der *Arthropleona* eine durchaus fremde Erscheinung, daß Abdominalglieder mit einander verschmelzen, wie es bei *Actaletes* thatsächlich der Fall ist. Doch geschieht dies bei unserer Form in ganz anderer Weise wie bei den eigentlichen *Symphyleona*, indem die ersten Abdominalsegmente völlig frei bleiben, während — durch die starke Verschiebung der Insertionsstelle der Furca an das Hinterende des Körpers vielleicht veranlaßt — die beiden letzten Hinterleibsringe eine, wenigstens theilweise, Verschmelzung mit dem furcatragenden Segmente (Abdomen IV) eingehen. Etwas Ähnliches beobachten wir freilich auch bei *Megalothorax* Willem und *Neelus* Folsom(?), immerhin ist aber dort das Analsegment noch als solches entwickelt, wenn es auch stark an Größe reduciert worden ist; trotz der angedeuteten Segmentierung des Abdomens bei *Megalothorax* in die ursprünglichen 6 Ringe, was wir wohl als ein primitives Verhalten ansehen dürfen,

³⁰ Der nach Abfassung vorliegender Mittheilung von V. Willem beschriebene *Cryptopygus antarcticus* zeigt in der weitgehenden Rückbildung des Analsegmentes eine auffallende Ähnlichkeit mit *Actaletes*. Hoffentlich glückt es bald, die Beziehungen beider Gattungen zu einander mehr aufzudecken, was für die Abstammung von *Actaletes* von besonderem Interesse wäre (cf. Annales de la Société Entomol. de Belgique, T. XLV, 1901; les Collemboles recueillis par l'Expéd. antarctique belge par V. Willem).

zeigt uns gerade dieser Collembolenzweig auffälligerweise die stärkste Reduction des Abdomens zum Zwecke einer leichteren und besseren Sprungfähigkeit. Aber ich glaube, daß phylogenetisch beide Gattungen (*Megalothorax* und *Actaletes*) nicht in Beziehung zu einander zu bringen sind, etwa in der Weise, daß die bei letzterer angebaute Reduction einiger Abdominalsegmente bei den *Neelidae* und *Sminthuridae* ihren Höhepunkt erreicht hätte, und so gewissermaßen *Actaletes* eine Ausgangsform dieser darstellte. Freilich sind auch noch andere Momente da, in denen *Actaletes* mit den *Sminthuridae* eine auffällige Übereinstimmung besitzt; ich nenne nur die fast senkrechte Kopfstellung und die Verschiebung der Augen und der Antennen vom Munde weg dem Hinterrande des Kopfes zu, wie sie am weitesten bei den *Sminthuridae* fortgeschritten ist; die Verkürzung des dorsalen Blutgefäßes, wie sie von Willem beschrieben wird, und das Vorhandensein einer Mucronalborste, die bisher nur bei Sminthuriden beobachtet wurde. Es ist schwer, ja vorläufig unmöglich, zu sagen, ob wir in diesem Verhalten von *Actaletes* eine wirkliche innere Verwandtschaft mit den *Symphyleona* anzunehmen haben oder nur ähnliche Resultate der phylogenetischen Entwicklung, d. h. eine Convergenzerscheinung, deren Ziele und somit innere Ursache bei beiden die gleiche ist und die uns die Trennung der beiden Entwicklungsreihen der Collembola: der *Arthro-* und *Symphyleona* so außerordentlich erschweren. Wir bewegen uns hier auf schwankem Boden speculativer Forschung, dem zukünftige Entdeckungen hoffentlich bald eine ersehnte Festigung ermöglichen.

Daß ich persönlich letztere Annahme vorläufig für die richtigere halte, ist aus meiner Darstellungsweise schon zur Genüge hervorgegangen. Der Bau der Furca (die an diejenige gewisser Isotomen stark erinnert), des Mucro, das Vorhandensein des für *Isotoma* typischen Postantennalorgans, einer großen für die höheren Entomobryiden (*Entomobryinae*, *Podurinae*) typischen tarsalen Spürborste oberhalb der Klaue, die eigenthümliche schräge Stellung der fraglichen Rudimente des Antennalorgans III, der feinere Bau des Integumentes, die Gestalt des Ventraltubus, des Tenaculum, der Bau der Abdominalringe, Vorhandensein der für die Entomobryiden typischen Ventralrinne zur Aufnahme der Furca während der Ruhe, alles dies bekräftigt mich, in *Actaletes* eine echte Entomobryide zu erkennen, die nur einige interessante Analogien zu den *Symphyleona* aufweist. Leider fehlen auch von diesem Collembol noch detaillierte Angaben über die Geschlechtsorgane.

Diagnose der *Actaletinae* subfam. nov.

Antennen etwa in der Mitte des Kopfes inseriert, Kopf senkrecht gestellt, Oraltheil verlängert, nicht schräg abgestutzt. Postantennalorgan in Form einer rundlichen flachen Sinnesgrube (wie bei *Isotoma*) vorhanden. Pronotum gänzlich verkümmert, häutig; Abdomen III dorsal stark verkürzt, IV von hervorragender Länge, dorsal mit Abdomen V verschmolzen, Abdomen VI bis auf die Analpapillen reduziert. Abdomen IV jederseits mit 1 starken, nach vorn verlaufenden Chitinleiste, mit der das Manubrium der Furca articuliert. Klaue mit ungespaltener Innenkante, Empodialanhang vorhanden, blattförmig. Tarsus 2 gliederig. Ventraltubus massig; Tenaculum wie bei den *Isoto-*

Fig. 17.



Fig. 18.

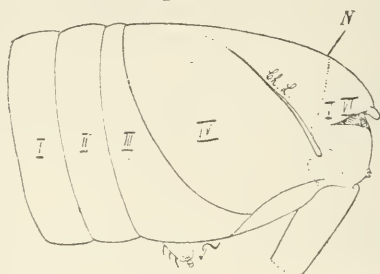


Fig. 17. Postantennalorgan und Augenfleck der linken Kopfseite von *Actaletes Neptuni* Giard. $\times$ ca. 500. At = Antennenbasis.

Fig. 18. Schematische Darstellung der Abdominaltergite von *Actaletes Neptuni* Giard. Seitenansicht. $\times$ ca. 100. T = Tenaculum, Ch. L = Chitinleiste von Abdomen IV, dieselbe stellt keine Segmentgrenze vor, wie man eventuell vermuthen könnte, N = obliterierte Nahtlinie von Abdomen IV und V.

minae; Furca kräftig, über den Ventraltubus hinausreichend, an Abdomen IV und V. Mucro rinnenförmig, Mucronalborste vorhanden. Augen (eucone Ommatidien) vorhanden. Chitin zart gefeldert, Borsten stets ungewimpert, Schuppen fehlen. Tarsale Spürborste blattförmig verbreitert.

Einzige bis jetzt bekannte Gattung *Actaletes* Giard. Einzige Species: *A. Neptuni* Giard.

Das Postantennalorgan von *Actaletes Neptuni* liegt dicht vor dem Augenfleck und reicht seitlich etwas weiter als der dem Augenfleck nächstliegende Rand der Antennenwurzel; sein äußerer Umriß ist fast bohnenförmig, sein Längsdurchmesser nicht ganz 2 mal so lang wie der eines Ommatidiums (Fig. 17). — Eine seitliche Ansicht

des Abdomens giebt uns Fig. 18. Wir erkennen, daß die proximale Vergrößerung von Abd. IV auf Kosten von Abd. III vor sich gegangen ist (wie auch bei den *Entomobryinae*), ferner wie die ehemalige Grenze von Abd. IV und V dorsal nur noch in einer etwas schwächer chitinierten Nahtlinie (*n*) sichtbar ist; auch zwischen Abd. V und VI kann man keine Grenzlinie ziehen, vielleicht ist die obere Analpapille (*ap*) noch als der dorsale Rest von Abd. VI zu deuten, merkwürdig bleibt dann aber die starke seitliche Vergrößerung der Anusöffnung. — Das Tenaculum (Fig. 18 *t*) hat einen relativ kräftigen Corpus, der mit 2—3 Borstenpaaren an der vorderen Seite besetzt ist, wie bei vielen Isotomen. — Der Empodialanhang ist blattförmig, wie schon V. Willem angiebt; er läßt somit nur 1 breite Innen- und 1 schmalere Außenlamelle unterscheiden, die in 1 Ebene liegen; bei den *Isotominae*, *Podurinae* und *Entomobryinae* können wir dagegen stets 2, meist gleich, nicht selten aber auch sehr verschieden breite Außenlamellen erkennen, ähnlich wie bei den meisten *Sminthuridae*. Dieser Bau der sogenannten »unteren Klaue« ist zuerst von V. Willem³¹ bei den *Entomobryidae* richtig erkannt worden. [J. Carl³² giebt für einige Isotomen noch eine gespaltene (doppelte) Innenlamelle an, von deren Existenz ich mich bisher nicht habe überzeugen können; wahrscheinlich hat dieser Forscher die eine, äußere, für gewöhnlich rechtwinkelig zur inneren stehende Außenlamelle im Auge gehabt.] An der Wurzel des großen Empodialanhangs stehen bei *Actaletes* (der Klaue zugekehrt) 2 zapfenförmige Auswüchse, je 1 links und rechts (cf. V. Willem²⁴ u. ²⁵).

Das ungewimperte Haarkleid theilt *Actaletes* Giard mit den meisten *Isotominae*, ferner die einfache Gestalt der Klaue (die an den Lateralkanten nahe der Basis einige schwache Zähnen trägt), des Postantennalorgans, des Tenaculums und der Furca (samt Mucro), mit den *Podurinae* u. a. (die Zweigliedrigkeit des Tarsus, mit den *Entomobryinae* die starke Ausbildung des 4. Abdominalsegmentes, mit beiden letzteren Unterfamilien das Vorhandensein einer einzigen großen tarsalen Spürborste. Spezifische Charaktere sind die theilweise Verschmelzung der 3 letzten Abdominalglieder, die Mucronalborste, der Empodialanhang, die eigenthümliche Gestalt des Kopfes, der Componenten des vermeintlichen Antennalorgans III und die der Furca als Stütze dienende Chitinleiste an den Seiten von Abdomen IV.

³¹ V. Willem, Deux formes nouvelles d'Isotomiens: *Isot. stagnalis* et *Isot. tenebricola*. Annales de la Société Entomol. de Belgique, T. XXIV. 1900. p. 28—30.

³² J. Carl, Über schweizerische Collembola. Inaug.-Diss. der Universität Bonn, 1899.

Wir sehen, wie die Erschaffung eines natürlichen Systems der Collembolen, wie in noch ausgedehnterem Maße bei vielen anderen Thierclassen, mit großen Schwierigkeiten verknüpft ist, die theilweise durch den Mangel unserer Formenkenntnis noch nicht mit genügender Sicherheit überbrückt werden konnten. Wahrscheinlich wird auch das vorliegende System in Zukunft noch manche Wandlung erfahren; vor Allem werden die modernen Collembolenforscher ihr Augenmerk darauf zu richten haben, ob die hier angenommene Verwandtschaft der *Anurophorinae* mit den *Entomobryidae* und die phylogenetische Trennung der *Arthro-* und *Symphyleona* zu Recht bestehen. Gewiß wird uns auch der feinere Bau der Mundwerkzeuge manchen Aufschluß in diesen Problemen geben, und es steht zu hoffen, daß auch dieses bisher fast ganz brachgelegene Gebiet der Collembolenforschung neue, schöne Untersuchungen zeitigen wird, die zu unternehmen ich augenblicklich durch ausgedehnte andere Arbeiten verhindert bin.

Marburg a./Lahn, den 24. October und 17. November 1901.

3. Drei neue *Chaetonotus*-Arten aus Plöner Gewässern.

Von Max Voigt (Plön).

eingeg. 2. November 1901.

Chaetonotus linguaeformis nov. spec.

Körper zungenförmig, vorn sehr schlank. Kopf schmal, allmählich in den Hals übergehend. Kopfrand dreilappig. Rumpf bis zum letzten Drittel der Gesamtlänge an Breite zunehmend, dann rasch schmaler werdend. Kleine Schwanzgabel. Oberseite des Thieres dicht mit kurzen einfachen Stacheln besetzt. Diese nehmen nach dem Körperende hin an Länge zu. Sie stehen in Längsreihen und entspringen von sehr kleinen wappenschildförmigen Schuppen. Unterseite zwischen den Cilienbändern ebenfalls mit kleinen wappenschildförmigen Schuppen bedeckt, auf denen sehr kurze Stacheln stehen. Unterseite des Halses frei von Schuppen. Am Halse die Cilien der beiden Flimmerbänder besonders stark entwickelt. Oesophagus lang, vorn schmal, allmählich breiter werdend. Mundröhre kurz.

Gesamtlänge des Thieres: 330 bis 367 μ . Breite des Kopfes: 33 μ . Breite des Halses: 43 μ . Breite des Körpers: 95,7 μ . Länge der Schwanzgabel: 33 μ . Länge des Oesophagus: 96 μ (Vorderende des Oesophagus 13,2 μ , Hinterende desselben 29,7 μ breit). Kürzeste Stacheln am Kopfe: 4,5 μ . Längste Stacheln: 19,8 μ . Länge der größten Schuppen: 6,5 μ .

Vorkommen: Im October in einem kleinen Teiche im Schloßparke zu Plön.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Börner Carl

Artikel/Article: [Über das Antennalorgan III der Collembolen und die systematische Stellung der Gattungen Tetracanthella Schott und Actaletes Giard. 92-116](#)