

## 5. Über den Ventraltubus von *Tomocerus plumbeus* L. und seine Beziehungen zu den großen unteren Kopfdrüsen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Collembolen.

Von Dr. R. W. Hoffmann, Privatdozent für Zoologie in Göttingen.

(Mit 19 Figuren.)

eingeg. 20. Juli 1904.

Bei Studien über die Morphologie der Kopforgane von *Tomocerus plumbeus* L., die mir als Vorarbeiten für diesbezügliche embryologische Untersuchungen dienen sollten, mußte ich mich auch mit den großen Drüsen beschäftigen, die symmetrisch zur Medianlinie des Kopfes in dessen hinterem Teil liegen und schon äußerlich durch zwei umfangreiche, laterale Vorsprünge angedeutet sind. Ich war hierbei genötigt, zu einer im Jahre 1890 von Fernald für *Anurida maritima* Guer. ausgesprochenen Behauptung Stellung zu nehmen, wonach diese Drüsen in einer höchst merkwürdigen, später zu erörternden Beziehung zum Ventraltubus stehen sollten, einer Ansicht, der Sabbe und Willem i. J. 1897 für *Sminthurus* zustimmen konnten, deren Richtigkeit jedoch neuerdings von Folsom für *Orchesella* und von Prowazek für eine ganze Anzahl anderer Collembolen bestritten wird. Nach dem Erscheinen der Arbeit Folsoms hat Willem die erwähnten Verhältnisse bei *Sminthurus* noch einmal eines eingehenden Studiums gewürdigt und hierbei auch *Orchesella* in den Kreis seiner Betrachtung gezogen. Das Ergebnis seiner Untersuchung war, daß er seine früheren Resultate in vollem Maße und nun auch für letztere Form aufrecht erhielt.

Ich habe nun an *Tomocerus plumbeus* L. die strittige Frage nachgeprüft, die, wie ich hoffe, in der vorliegenden Arbeit ihre Erledigung finden soll. Ich mußte mich hierbei auch eingehend mit dem Ventraltubus<sup>1</sup> beschäftigen, jenem merkwürdigen Leibesorgan der Collembolen, über dessen Anatomie und funktionelle Bedeutung so sehr verschiedene, zum Teil sogar recht abenteuerliche Anschauungen herrschen<sup>2</sup>. Auf Grund der an dieser Stelle niedergelegten morphologischen Resultate werde ich in einer späteren, entwicklungsge-

<sup>1</sup> Nach Lubbock nimmt der Ventraltubus von *Tomocerus* u. *Orchesella* in morphologischer Beziehung etwa eine mittlere Stellung ein zwischen *Podura*, *Lipura* und verwandten Gattungen einerseits und den Sminthuriden u. Papiiriiden anderseits.

<sup>2</sup> Dies rührt z. T. wohl daher, daß nur wenige Forscher das Organ eingehender studiert haben. Eine Spezialuntersuchung über unsern Gegenstand existiert bis jetzt überhaupt noch nicht. Wohl hatte Haase eine »besondere Arbeit« angekündigt, die er dem Bau und der Funktion des Ventraltubus widmen wollte; doch ist es nie dazu gekommen. Ein ähnliches Versprechen gab auch Fernald im Jahre 1890, ohne seinem Vorsatz treu zu bleiben.

schichtlichen Arbeit die einzelnen Teile des seltsamen Organs auf gewisse Abschnitte eines abdominalen Beinpaars zurückzuführen suchen, aus dem sich, wie bereits von anderer Seite nachgewiesen worden ist, der Ventraltubus embryonal entwickelt<sup>3</sup>.

### Der Ventraltubus.

Er stellt ein längliches, zylindrisches Organ dar, das am ersten Abdominalsegment ventralwärts seinen Ursprung nimmt und, frei nach abwärts ragend, getragen wird. Basalwärts wird es vom oberen Teil der letzten Thoracalbeine umfaßt, während die übrige Partie von den Endteilen der Sprunggabel umklammert wird.

Es lassen sich am Ventraltubus deutlich drei Abschnitte unterscheiden, die ich der Einfachheit halber bezeichne als: 1. den Tubuszylinder, 2. den Tubuskragen und 3. die Tubusbläschen.

Der Tubuszylinder hat — wie schon sein Name andeutet —, namentlich wenn das Organ vollständig entfaltet ist, ungefähr die Gestalt eines Zylinders. Seine Fläche ist jedoch nicht vollständig geradlinig: Nach vorn zu, d. h. nach der dem Kopf des Tieres zugekehrten Seite, ist sie deutlich konvex, nach hinten — der dem Endteil des Tieres zugekehrten Seite — flach konkav. In der Richtung von hinten nach vorn erscheint der Tubuszylinder basalwärts etwas schmaler als von rechts nach links. Im kontrahierten Zustand werden diese Besonderheiten noch verstärkt. Ähnlich wie der übrige Körper des *Tomocerus*, ist auch der Tubuszylinder mit Schuppen und Chitinborsten bedeckt. Die Schuppengrenze fällt jedoch nicht zusammen mit der Zylindergrenze<sup>4</sup>. Auf der Vorderseite des Organs (Fig. 1) erreicht sie nur die durch die beiden Halbkreise angedeutete Höhe. Auf der Hinterseite hingegen erstreckt sie sich fast bis zum unteren Rand des Abschnittes. Auf den lateralen Flächen des Tubus finden sich weder Schuppen noch Borsten. Ich vermute, daß erstere zwar bei jeder Häutung angelegt, jedoch sehr bald durch die scheuernde Bewegung der sich einschlagenden Springgabel entfernt werden. Borsten von besonderer Größe und Stärke finden sich in der Umgebung der Medianlinie der hinteren Fläche des Organs. Die vordere Medianlinie wird von der Ventralrinne eingenommen, auf die ich später ausführlich zu sprechen kommen werde. An seinem Basalteil ist der Tubus durch

<sup>3</sup> Ein zusammenfassendes Referat der Ergebnisse meiner vergleichend-anatomischen Untersuchungen über die Mundwerkzeuge der Collembolen, sowie über die Entwicklungsgeschichte dieser Tiere soll zur gegebenen Zeit in d. Zeitschr. erscheinen.

<sup>4</sup> Die Borsten dehnen sich auf dem Tubuszylinder noch weniger weit aus als die Schuppen.

Fig. 1.

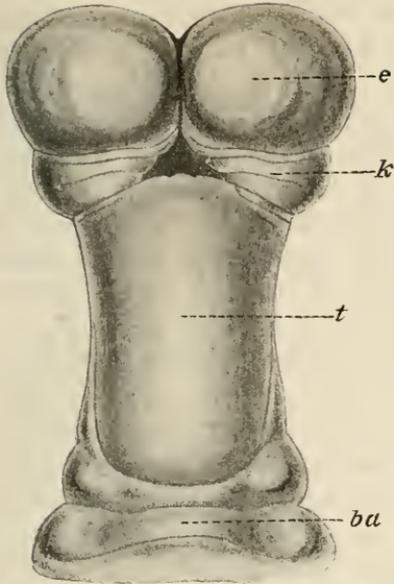


Fig. 2.

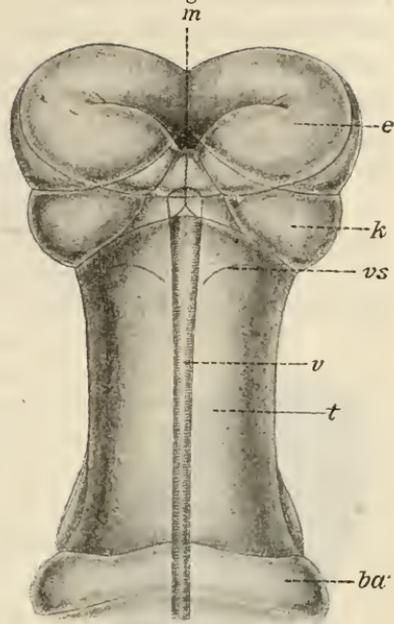


Fig. 3.

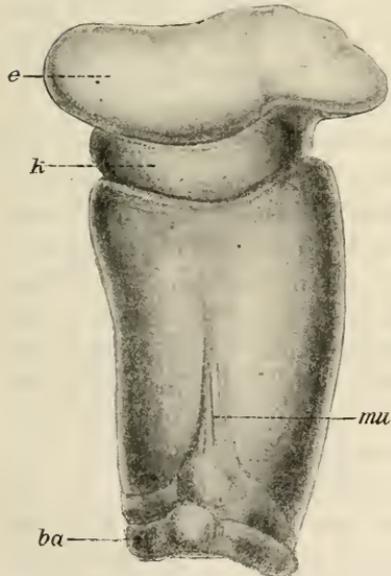


Fig. 4.

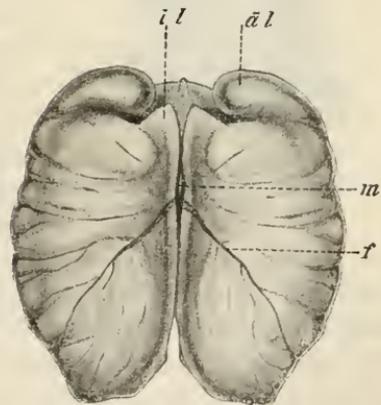


Fig. 1—4. Ventraltubus in entfaltetem Zustand. Fig. 1, Vorderansicht Fig. 2, Hinteransicht; Fig. 3, Seitenansicht; Fig. 4, Ansicht von oben. *ba*, Basalplatte; *t*, Tubuszylinder; *v*, Ventralrinne; *mu*, Muskelbündel; *vs*, vordere Schuppengrenze; *k*, Tubuskragen; *e*, Tubusbläschen; *m*, Mediankanal; *il*, innere Lippe; *äl*, äußere Lippe; *f*, Falte an der sich Muskeln befestigen. Basalplatte, Tubuszylinder und Tubuskragen tragen Chitinhaare und Schuppen. Sie wurden auf Fig. 1—5 nicht gezeichnet, um die einzelnen Teile des Ventraltubus besser hervortreten zu lassen. Die Umrisse dieser Figuren wurden, soweit es ging, mit dem Abbeschen Zeichenapparat entworfen und später mit Hilfe der Zeißschen binokularen Lupe fertiggestellt.

eine starke Ringfalte vom übrigen Körper abgegliedert. Eine zweite, dicht unter der ersten befindliche und ihr parallele Falte läßt das Organ scheinbar auf einer Art Platte sitzen (Fig. 1—3)<sup>5</sup>. Lateralwärts endlich erheben sich jederseits eine Anzahl Wülste, die durch die beiden Muskelzüge hervorgerufen werden, welche zum größeren Teil gegen die Mediane der Tubusbläschen konvergieren, und denen die Aufgabe obliegt, den Tubusenteil zu kontrahieren (Fig. 2, 3, 5). An den Tubuszylinder schließt sich unmittelbar der Tubuskragen an. Er gibt den ersten Hinweis auf die ursprünglich paarige Natur des Organs, da er sich seitlich aus zwei dicken, mit starker Chitincuticula bekleideten Wülsten zusammensetzt, die vorn und hinten in der Mediane weit auseinander klaffen. Letztere Eigentümlichkeit be-

fähigt beide Teile — wie wir später noch sehen werden — als Klappen zu dienen, die sich über den zurückgezogenen Endbläschen zu schließen vermögen. Wie der Tubuszylinder ist auch der Tubuskragen mit Schuppen und starken Chitinborsten versehen<sup>6</sup>.

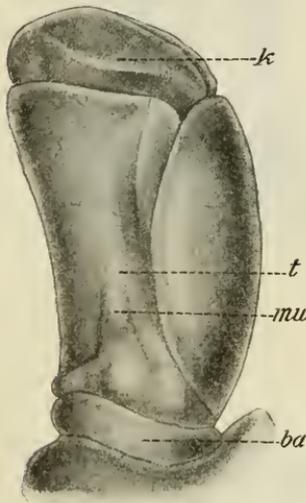


Fig. 5. Ventraltubus in kontrahiertem Zustand. Bezeichnungen wie auf Fig. 1—4.

Die Tubusbläschen sind von allen drei Teilen des Organs am kompliziertesten gebaut. Wie der Kragenteil sind auch sie deutlich paariger Natur. Sie bilden den eigentlich kontraktile Teil des Organs. Entsprechend ihrem Entfaltungszustand können sie ein sehr verschiedenes Aussehen haben. Äußerlich unterscheiden sie sich von den beiden andern Tubusteilen schon dadurch, daß sie vollständig nackt, d. h. ohne jede Borsten- oder Schuppenbekleidung sind. Die

beiden Endbläschen sind zwei streng kongruente Gebilde, die durch eine Rinne in der Medianebene voneinander geschieden werden. Gegen diese Rinne hin dachen sich beide Bläschen sanft ab. Von ihr aus erstrecken sich nach beiden Seiten eine größere oder geringere Anzahl Falten. Zwei davon (siehe Fig. 4f), die an einer Stelle einmünden, wo die Rinne eine kleine Anschwellung besitzt, haben eine

<sup>5</sup> Ich vermute, daß eine oder die andre dieser Falten phylogenetische Bedeutung besitzt, insofern sie auf Gliedergrenzen des ehemaligen Abdominalbeinpaars hinweist.

<sup>6</sup> Um die Details des Organs besser erkennen zu lassen, habe ich auf den Figuren sowohl am Tubuszylinder wie am Tubuskragen die Borsten und Schuppen weggelassen.

konstante Lage. Verfolgt man die Rinne weiter nach vorn, so mündet sie mit beträchtlicher Erweiterung zwischen zwei lippenartigen Vorsprüngen auf eine vertikal gerichtete, etwas gewölbte Fläche aus. Vor diesen beiden Vorsprüngen — ich will sie als innere Lippen bezeichnen (Fig. 4 *il*) — erheben sich zwei ähnliche, jedoch größere und abgerundete Wülste (Fig. 4 *ül*), deren Beschaffenheit man am besten erfaßt, wenn man Fig. 1 u. Fig. 4 miteinander vergleicht — mögen sie die äußeren Lippen genannt werden. Von letzteren habe ich noch zu bemerken, daß sich an sie nach innen zu je ein deutlich abgegrenzter zylindrischer Teil angliedert (siehe Fig. 1).

So sieht der Ventraltubus im entfalteten Zustand aus. Das Organ kann jedoch auch in seinem oberen Teil kontrahiert werden. Was den Tubuszylinder anbetrifft, so vermag er nur durch Kontraktion gewisser Muskeln scheinbar wenig zu verkürzen. Er besitzt jedoch die Fähigkeit, seine Lage zu der Körperachse in der Sagittalebene in gewisser Weise zu verändern. Für gewöhnlich wird der Ventraltubus etwas nach vorn geneigt getragen, derart, daß er etwa einen Winkel von 45—50° mit der Körperachse bildet. In dieser Lage sah ich ihn sowohl im entfalteten, wie im halb eingestülpten Zustand. Auch eine nach hinten gerichtete Lage ist möglich, wird jedoch nicht allzuoft angetroffen. Ist der Ventraltubus vollständig kontrahiert, so steht er meist genau **⊥** zur Körperachse.

Eine Kontraktion der Endbläschen findet, wie schon Prowazek beobachten konnte, jedesmal dann statt, wenn das Tier sich zum Sprung bereit macht. Beim Gehen werden die Terminalteile des Tubus jedoch meist nicht zurückgezogen, sondern nur das ganze Organ etwas nach vorn geneigt. Das Tier bleibt hierdurch immer auf dem »qui vive« und ist imstande, sich jederzeit durch Anheften seines Ventraltubus, dessen Endbläschen, wie wir noch sehen werden, stets von einem klebrigen Sekret bedeckt sind, beim Ausgleiten auf glatter oder abschüssiger Fläche vor dem Fallen zu schützen.

Bei der Einfaltung der Tubusbläschen entsteht zuerst eine trichterförmige Vertiefung in deren vorderem Drittel, wobei die inneren und äußeren Lippen in die Tiefe gezogen werden. Gleichzeitig findet eine Abrundung der hinteren Flügelränder statt, so daß sie nun kontinuierlich ineinander überzugehen scheinen und ihre Peripherie einen Halbkreis bildet. Bei weiterer Kontraktion tritt der Kragen in Aktion: Indem die Bläschen immer weiter nach innen gezogen werden, muß ihnen der Kragen folgen. Seine beiden oberen Ränder bewegen sich der Medianlinie zu, und zwar so lange, bis sie sich gegenseitig berühren. Die Kontaktstelle, die sich äußerlich als langgestreckte Furche darstellt, liegt genau in der Sagittalebene.

Die übrigen Tubusteile werden bei der Kontraktion der Endbläschen wenig in Mitleidenschaft gezogen. Außer einem Aufrichten des ganzen Organs, derart, daß es ungefähr senkrecht zur Körperachse steht, läßt sich nur noch eine leichte Biegung des Tubusanteiles konstatieren, die eine Vertiefung der vorderen Konkavität und eine Verstärkung der hinteren Konvexität des Organs zufolge hat — siehe Fig. 5.

Sehen wir uns nun einmal die Muskeln an, auf deren Tätigkeit die beschriebenen Veränderungen am Ventraltubus zurückzuführen sind:

Wir unterscheiden am Ventraltubus im ganzen 6 symmetrisch zur Sagittalebene gelegene Muskelpaare. Fünf davon stellen Retraktoren dar, denen die Aufgabe zugeteilt ist, den kontraktilen Endabschnitt des Organs einzufalten; das sechste Paar wird durch zwei Kompressoren gebildet, durch deren Aktion der Tubuszylinder die letzterwähnte leichte Biegung erhält. Alle Muskeln ziehen, wenigstens eine Strecke weit, zu einem Bündel vereint, an den lateralen Flächen des Tubus hin. Hierdurch entstehen an der unteren Partie des Tubuszylinders die bereits besprochenen charakteristischen Längswülste; siehe Fig. 2—3, 5. Die Ursprungsstellen sämtlicher Tubusmuskeln, mit Ausnahme derjenigen der beiden Kompressoren, die sich am unteren Tubusrand befinden, liegen an den seitlichen und oberen Teilen der Körperwandung im Bereich des Ventraltubus. Die beiden vordersten Retraktoren verlassen die gemeinschaftlichen Bündel etwa im oberen Drittel des Organs und begeben sich dann in die Nähe der Sagittalebene und an dessen Vorderwandung. Die Insertionsstellen dieser beiden Muskeln sind die inneren und oberen Ränder der äußeren Lippen (Fig. 6, Nr. 1).

Die zweite Muskelgruppe besteht jederseits aus je vier einzelnen Muskeln, (2, 3, 4, 5) von denen sich der stärkste unter ihnen gegen Ende seines Verlaufs, in zwei Äste teilt (2' u. 2''). Je zwei dieser Muskeln, sowie der eine Ast des zweigeteilten, (4, 3, 2') befestigen sich jederseits an einer der beiden großen Falten, auf die ich bei der Beschreibung der beiden Tubusendbläschen schon hingewiesen habe (Fig. 4 f). Der innerste und umfangreichste der drei Muskeln ist der eine Ast des oben erwähnten sich teilenden Muskels. Den zweiten Ast finden wir je eine kleine Strecke weiter vom äußersten Ende des Tubus entfernt. Er befestigt sich jederseits am hinteren Ende der bulbösen Anschwellung der Medianrinne (Fig. 4, m. sowie Fig. 6, Nr. 2''). An der unteren Bulbuswand inseriert jederseits noch ein zweiter Muskel; er ist weit schwächer als der vorige und befestigt sich an ihr mit einer langen »Chitinsehne«, die sich dem vorerwähnten Muskelast innig anschmiegt (Fig. 6, Nr. 5).

Alle vier Muskeln verlaufen bis beinahe an ihr Ende in einem Bündel. Sie gehen auf ihrem Weg mancherlei Verbindungen ein, lassen sich aber stets als besondere Gebilde voneinander isolieren. Wie das vordere Muskelpaar sind auch sie als Retraktoren aufzufassen. Es fällt ihnen die Aufgabe zu, die hinteren beiden Drittel der Endbläschen zurückzuziehen.

Das sechste Paar Muskeln, das der Ventraltubus noch aufweist (Fig. 8, Nr. 6), unterscheidet sich wesentlich von den vorerwähnten sowohl in bezug auf das Aussehen als auch auf die Funktion. Wir

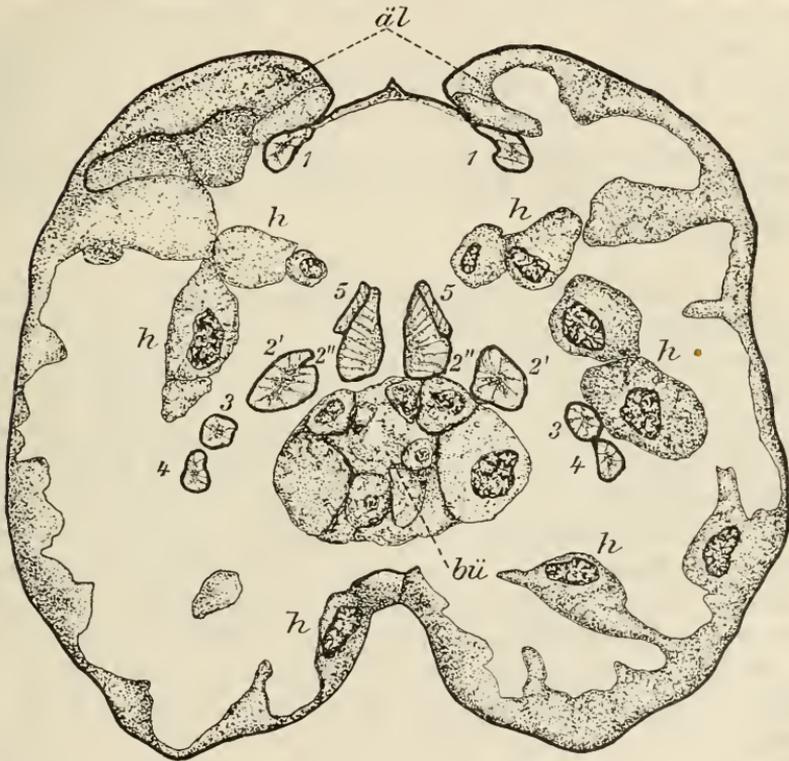


Fig. 6. Querschnitt durch den entfaltenen Bläschentheil des Ventraltubus in der Gegend der äußeren Lippen. 1, 2', 2'', 3, 4, 5, Retraktoren; *h*, langgestreckte Hypodermiszellen; *bü*, das Bündel dieser Hypodermiszellen, an dem die Scheidewand sich befestigt. Es entspringt hinter der bulbösen Anschwellung des Mediankanals.

haben in ihm zwei breite, bandartige Muskeln, die hinten symmetrisch zur Sagittalebene an der unteren Falte des Tubuszylinders mit sehr breitem Rande ihren Ursprung nehmen und, sich allmählich etwas verschmälernd, an den Seitenflächen des Tubuszylinders nach seinem Endteil hinziehen. Ihre Insertionsstellen fallen ziemlich genau mit den seitlichen Teilen des unteren Kragenrandes zusammen. Wie ich

schon erwähnte, sind diese Muskeln als Kompressoren aufzufassen, die eine Verkürzung des Tubuszylinders und somit des ganzen Organs ermöglichen. Bei der Einfaltung des eigentlichen kontraktilel Teiles unsres Organs sind diese Muskeln nicht beteiligt. Ich glaube, daß ihnen die Bedeutung zukommt, durch Verringerung der Tubuslänge ein Losreißen der Endbläschen von ihrer Unterlage zu ermöglichen.

Dort wo die Muskeln die Tubushöhle verlassen, befestigen sie sich an der Wandung des Organs teils durch direkte Verwachsung, teils dadurch, daß sich kleinere Muskelzüge von ihnen abzweigen, die dann ihrerseits mit dem chitinösen Teil der Tubuswand, und zwar an den basalen Falten, in Beziehung treten. Die Muskelpartien außerhalb des Tubus sind noch von bedeutender Länge. Die einzelnen Züge verlaufen hier nicht alle wie in ersterem zu je einem Bündel vereint; sie ziehen vielmehr teils unterhalb, teils oberhalb der Körperwandmuskulatur hin, mit der sie an verschiedenen Stellen Verbindungen eingehen.

Den Muskeln des Ventraltubus haben bis jetzt nur 2 Forscher ihre Aufmerksamkeit geschenkt: Tullberg und Lubbock. Die Form, die letzterer für seine diesbezüglichen Untersuchungen benutzt hat — *Sminthurus* — kommt für uns nicht weiter in Betracht, da deren Ventraltubus eine so eigenartige Entwicklung nimmt, daß seine Muskeln nicht so ohne weiteres mit denjenigen von *Tomocerus* verglichen werden können. Tullberg hingegen hat außer dem Ventraltubus von *Sminthurus* auch noch denjenigen von *Orchesella* untersucht, einer Form, die in naher verwandtschaftlicher Beziehung zu *Tomocerus* steht. Er glaubte feststellen zu können, daß der Ventraltubus von *Orchesella rufescens* Lbk. drei Paar Muskeln besitze. Das eine Paar inseriere an den inneren Partien der Endbläschen und werde vor allem deutlich, wenn letztere zurückgezogen seien. Im entfalteten Zustand zeige es sich, daß die »Sackmuskeln« an ihrem unteren Ende in verschiedene Äste geteilt seien. Ein zweites Paar inseriere vorn am Tubus, dort wo die »Linea ventralis« (gemeint ist die Ventralrinne) endige und wo die Endbläschenpalte beginne. Ein drittes Paar endlich, das im Gegensatz zu der derben, fast zylindrischen Form des zweiten Paares, äußerst dünn und ziemlich breit sei, inseriere an den Seitenteilen der unteren Kragenfalte. Die oberen Enden dieser vier Muskelpaare erstrecken sich nicht besonders weit in den Rumpf hinein und scheinen mit den beiden Sackmuskeln ebenso wie mit verschiedenen Quermuskeln in Verbindung zu stehen.

Trotz der kurzen Schilderung und der schematischen Figuren

lassen sich doch die von Tullberg geschilderten Muskeln erkennen: Das ersterwähnte Muskelpaar, die Sackmuskeln, entsprechen unsern Muskeln 2 (2' und 2''), 3, 4, 5. Daß Tullberg sie für ein einziges Paar hielt, ist aus der Tatsache zu erklären, daß sie in ihrem unteren Verlauf zu einem Bündel vereinigt sind. Das vordere Muskelpaar entspricht zweifellos unsern Muskeln 1. Das dritte endlich ist wohl unser Muskelpaar 6. Falsch ist seine Auffassung (sie geht aus der Abbildung 11 hervor), als ob diese Muskeln ebenfalls mit den übrigen aus dem Tubus heraustreten, um mit jenen zu verschmelzen.

### Die funktionelle Bedeutung des Ventraltubus.

Mit Recht behauptet Prowazek, daß kaum eine Funktion gefunden werden könne, die man nicht bereits für dieses rätselhafte Organ in Anspruch genommen habe. So hielten Latreille, sowie Kolenati den Ventraltubus für eine Art Generationsorgan. Nach Burmeister ist er ein Stützapparat. Bourlet teilt ihm drei Funktionen zu, nämlich die eines Haftorgans, die eines Federapparates, der die Wirkung des Sprunges abschwäche und endlich die einer Vorrichtung zur Feuchterhaltung der Sprunggabel und der Rinne, in der sie ruht. Reuter wiederum hält den Ventraltubus, den er namentlich bei *Isotoma* und *Sminthurus* studierte, für ein Organ der Wasseraufnahme, das seinen Bedarf an letzterem durch Vermittlung der Tarsen erhalte, die es ihrerseits wieder von den stark hygroskopischen Haaren und Borsten des Integumentes abstreifen<sup>7</sup>. Eine sehr merkwürdige Vorstellung von der Funktion des Ventraltubus hat Sommer. Er wirft die Frage auf, ob seine »Drüsen« für das Integument nicht eine analoge Bedeutung haben könnten wie die Bürzeldrüse für das Federkleid des Vogels. Einen ähnlichen Gedankengang verfolgt auch Schött, wenn er das durch die Tarsen vom Körper abgestreifte Wasser, welches nach Reuter mit dem Ventraltubus in Beziehung tritt, für eine ölige Flüssigkeit hält. Ziemlich häufig finden wir die Angabe, der Ventraltubus sei ein Haftorgan, wobei allerdings die

<sup>7</sup> Einer Vorstellung, die schon durch die Tatsache widerlegt wird, daß die Höhlung des Ventraltubus an keiner Stelle mit der Außenwelt in Berührung tritt. Ich habe die allerdings recht merkwürdig aussehende Prozedur des Wasserabstreifens bei *Sminthurus viridis* ebenfalls des öfteren beobachtet. Sie wird aber leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß die Tiere auf der Wasserfläche leben, was zur Folge haben muß, daß sich an ihnen unaufhörlich Wasserdampf kondensiert, mit dem ja die über dem Spiegel ruhenden Luftschichten bis zur Sättigung erfüllt sind. Ebenso ist es leicht einzusehen, daß der Wassermantel, von dem das Tier mehr oder minder stets eingehüllt wird, es in der Bewegung hindert, so daß es gezwungen ist, sich ab und zu durch den erwähnten Vorgang etwas davon zu befreien. Es macht fast den Eindruck, als ob die Tarsen speziell für diese Arbeit eine gewisse zweckmäßige Ausbildung erlangt hätten.

Meinungen darüber, wie das Anheften zustande kommt, auseinandergehen. Eine Anzahl von Forschern glaubt diese Eigenschaft auf eine Art Saugwirkung — ähnlich wie bei einem Saugnapf — zurückführen zu können (Bourlet, de Olfers, Lubbock, Tullberg), während wieder andre hierfür ein von den Endbläschen ausgeschiedenes Sekret verantwortlich machen (De Geer, Nicolet). Nach andern wieder dient der Ventraltubus der Collembolen zum Atmen, wobei er mit den ausstülpbaren Bläschen der übrigen Apterygoten verglichen

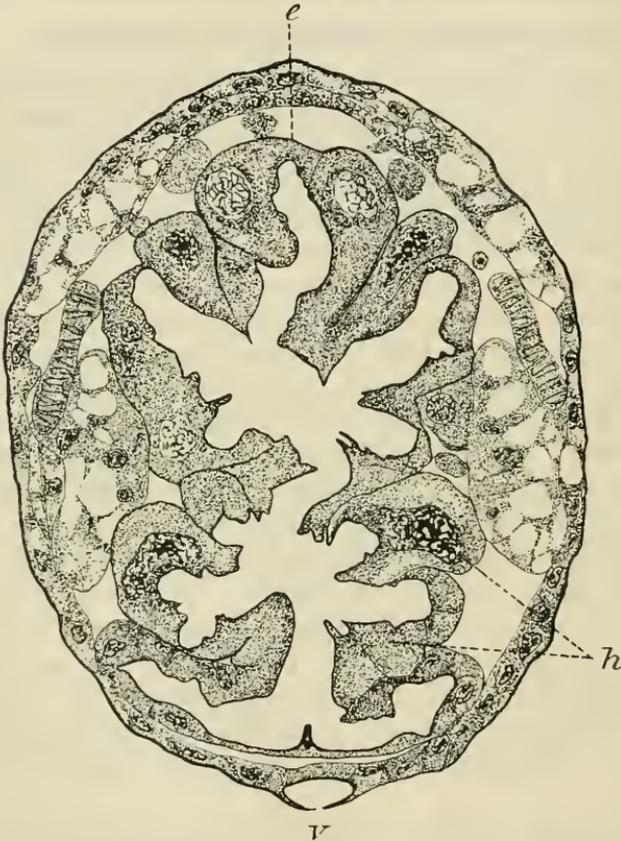


Fig. 7. Querschnitt durch einen kontrahierten Ventraltubus im oberen Drittel des Tubuszylinders. *e*, Umgrenzung der kontrahierten Endbläschen; *h*, Körper der langgestreckten Hypodermiszellen; *v*, Ventralrinne.

wird. Eine größere Anzahl von Forschern endlich lassen die Adhäsivfunktion (durch Sekretwirkung) neben der respiratorischen als zweite Leistung des Organs zu (Uzel, Haase, Willem, Prowazek).

Daß an den Endbläschen des Ventraltubus ein Sekret haftet, konnte schon de Geer im Jahre 1783 für *Sminthurus* feststellen. Der

Gedanke lag deshalb sehr nahe, am Ventraltubus selbst, und zwar vor allem an seinem terminalen Abschnitt, nach den Sekret produzierenden Drüsen zu suchen. Da sich dort in der Tat Gebilde finden, die den Eindruck von einzelligen Drüsen machen, so wurden erstere auch durchgehend von fast allen Forschern, die sich mit dem Ventraltubus beschäftigten, als solche bezeichnet, und man nahm als selbstverständlich an, daß sie das erwähnte klebrige Sekret produzierten (Nicolet, Tullberg, Sommer, Haase, Fernald, Prowazek, Folsom).

Es ist nun das Verdienst Willems, zuerst erkannt zu haben, daß die spindelförmigen Zellen des terminalen Abschnittes des Ventral-

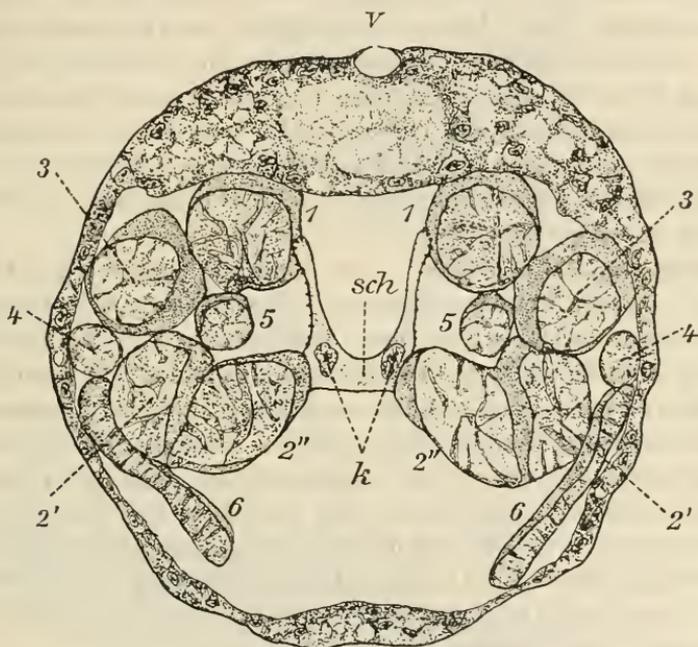


Fig. 8. Querschnitt durch eine tiefere Region des kontrahierten Ventraltubus als sie Fig. 7 zeigt, welcher Schnitt vom selben Objekt stammt. *sch*, Scheidewand; *k*, Kerne der Scheidewand; *v*, Ventralrinne.

tubus nichts weiter als Hypodermiszellen darstellen, denen außer der Aufgabe, die zarte Chitinhaut zu produzieren, welche die Endbläschen nach außen abgrenzt, keine weitere Drüsenfunktion zukommt. Die Angabe ist bis jetzt noch nicht bestätigt worden. Es ist deshalb von Interesse, daß ich — noch ehe ich die Willemsche Notiz gekannt hatte — für *Tomocerus* zu demselben Resultat gelangt war. Doch betrachten wir einmal die in Frage kommenden Gebilde etwas näher. Auf Fig. 6, einem Schnitt durch die entfalteten Endbläschen, sind sie zumeist in der Höhe ihres Kernes getroffen, der sich durch Chromatin-

reichheit auszeichnet. Daß sie jedoch allein die Hypodermis des Endteiles unsres Organs bilden, geht aus der Fig. 7 hervor, einem Schnitt, der durch einen kontrahierten Ventraltubus in der Höhe der eingezogenen Bläschen geführt wurde. Der Sagittalschnitt Fig. 9 endlich, der durch einen ziemlich weit kontrahierten Ventraltubus geführt wurde, zeigt die Entwicklung eines Teiles dieser Gebilde in der Längsrichtung. Daß diese Zellen nicht schlechtweg Drüsen sein können, geht aus der Tatsache hervor, daß sie die einzigen Zellen sind, welche unter der Cuticula der Endbläschen liegen<sup>8</sup>. Es treten hier somit an Stelle einer größeren Anzahl kleinerer Zellen eine geringere Anzahl größerer Zellen, deren Hauptmasse überdies zum größten Teil frei in der Tubushöhle liegt. Nur an einer Stelle, am Hinterende der bulbösen Anschwellung der Medianrinne, liegen die Leiber der fadenförmigen Zellen dichter beieinander; überall sonst sind sie, wenigstens im entfalteten Zustand des Tubus, relativ weit voneinander getrennt und stehen nur durch dünne Plasmalamellen miteinander in Verbindung. Hierdurch wird eine bedeutende Verdünnung der Bläschenwandung hervorgerufen<sup>9</sup>.

Gerade um dieser willen — auch hierin stimme ich mit Willem überein — hat die Bläschenhypodermis ihre eigentümliche Gestaltung angenommen. Willem, der dem Ventraltubus auch respiratorische Tätigkeit zuschreibt, ist der Ansicht, daß durch die Wandverdünnung dem Blut Gelegenheit geschaffen werden soll, möglichst intensiv mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung zu kommen. Es ist nun unleugbar, daß im Bläschenanteil des entfalteten Ventraltubus ein Atemprozeß vor sich geht, nur glaube ich, daß dies bei der relativen Kleinheit der Oberfläche des Bläschenabschnittes eine Nebenfunktion<sup>10</sup> des Organs ist, und daß es seiner Hauptbedeutung nach einen Adhäsivapparat darstellt. (Ich komme auf letzteren Punkt später zurück.)

<sup>8</sup> Sommer hat zuerst diese eigentümlichen fadenförmigen Zellen des Ventraltubus näher untersucht. Er hält sie für einzellige Drüsen und den Teil, mit dem sie festgewachsen sind, für deren röhrenförmigen Ausführgang. Letzterer soll die Chitinecuticula durchbrechen und mit rundlicher Öffnung nach außen münden. Richtig war sein Befund, daß diese Zellgebilde von einer deutlich sichtbaren Membran begrenzt sind.

<sup>9</sup> An manchen Stellen ist bei entfaltetem Tubus die Plasmahaut von so geringer Mächtigkeit, daß sie nur bei großer Aufmerksamkeit mikroskopisch nachzuweisen ist.

<sup>10</sup> Für diese Ansicht scheint mir auch die Tatsache zu sprechen, daß in der nahe verwandten Gruppe der Thysanuren viele ihrer Vertreter auch ohne irgend welche Organe auskommen, denen man respiratorische Funktion zuschreiben könnte, und daß es anderseits bei den Collembolen Formen gibt, wo der Ventraltubus sehr reduziert erscheint, wie bei *Podura*, *Lipura* und verwandten Genera.

Die dünne Wandung des Bläschenanteils liegt indessen auch durchaus im Interesse einer schnellen Kontrahierbarkeit unsres Organs. Eine dickere Wandung würde bei derselben Kraftentfaltung ein weit langsames Ein- und Ausstülpen der betreffenden Teile bedingen.

Daß der Blutreichtum der Tubushöhle nicht nur auf Rechnung der Respirationsarbeit der Endbläschen gesetzt werden darf, beweist

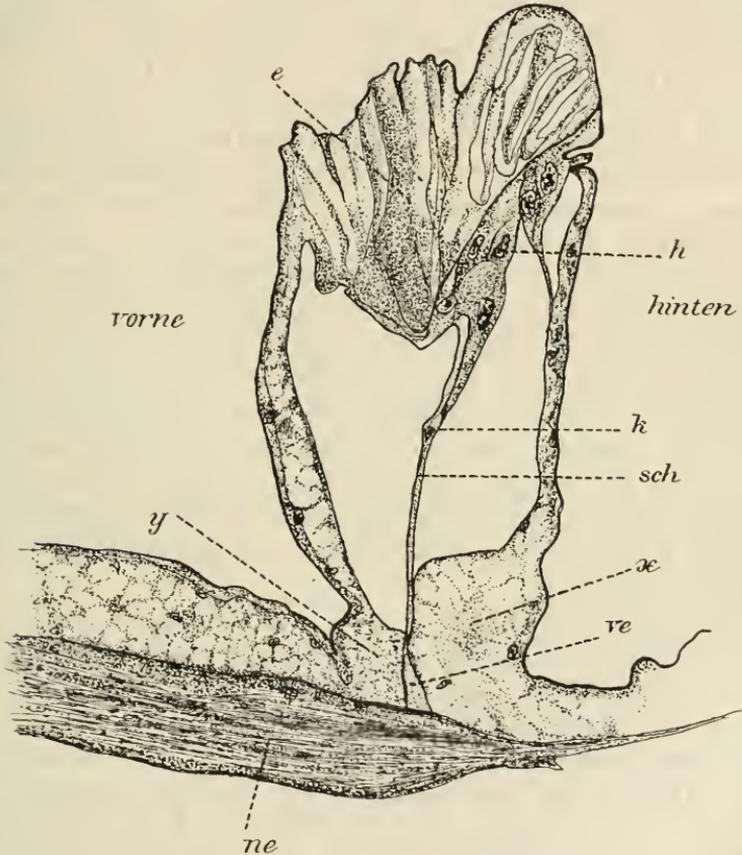


Fig. 9. Längsschnitt durch einen halbkontrahierten Ventraltubus. Bezeichnungen wie vorher. Die medianen Zellwülste des Tubus, *x* und *y*, haben sich bis zur Berührung genähert. Sie schließen die Scheidewand zwischen sich ein. *ne*, Nervensystem; *ve*, basale Verdickung der Scheidewand.

die Tatsache, daß sich letztere durch Blutdruck entfalten. Die Irrigkeit der Sommerschen Ansicht, derzufolge ihre Ausstülpung durch Tubusmuskeln zustande kommen soll, geht schon aus der Lage der Insertionsstellen dieser Elemente hervor.

Die Mechanik der Entfaltung ist etwa die folgende: Im eingefalteten Zustand des Ventraltubus ist die Tubushöhle zum großen

Teil durch die zurückgezogenen Endbläschen und die Muskeln ausgefüllt. Infolge der meist schnellen Kontraktion ist fast alles Blut, bis auf geringe Reste, in die Leibeshöhle gedrängt worden. Zur gleichen Zeit hat sich die Kommunikation zwischen der Tubushöhle und der allgemeinen Leibeshöhle an der Basis des Organs bedeutend verringert. Dieser teilweise Verschluss des Tubus wird einmal dadurch hervorgerufen, daß infolge seiner Kontraktion (vielleicht besonders durch die Arbeit der beiden Kompressoren) eine Verkürzung und Verbreiterung und hierdurch eine Berührung zweier Zellwülste (Fig. 9 *x* u. *y*) erzeugt wird, die vorn und hinten am Organ, und zwar besonders an dessen basaler Partie, zur Entfaltung kommen, sodann aber auch, seitlich, durch die Dickenzunahme der Muskulatur infolge ihrer Kontraktion. Auf Fig. 9 sehen wir beide Zellwülste sich schon berühren, währenddem auf seitlichen Schnitten noch eine Kommunikation zwischen der Leibeshöhle und der Tubushöhle nachzuweisen ist. Bei vollständig zurückgezogenen Endbläschen endlich werden auch die seitlichen Lückenräume durch die dicht aneinander gepreßte Muskulatur bis auf geringe Reste verdrängt. Soll sich nun der Tubus entfalten, so erfolgt zuerst eine Erschlaffung der Muskulatur. Durch das Schlankerwerden ihrer Elemente entsteht eine seitliche Kommunikation der Tubushöhle mit der allgemeinen Leibeshöhle des Tieres, durch die das Blut aus letzterer in erstere einfließt. Wahrscheinlich wird die Entfaltung der Endbläschen noch durch Kontraktionen des Hinterleibes beschleunigt, die auf einmal eine größere Menge Blut in das Organ einpressen.

Innerhalb des Ventraltubus befindet sich ein sehr merkwürdiges membranartiges Gebilde, das meines Wissens zuerst von Haase am lebenden Objekt flüchtig beobachtet worden ist, und dem seither nur Willem seine Aufmerksamkeit geschenkt hat. Vom hinteren Teil der bulbösen Anschwellung der Sekretinne geht nämlich bei *Tomocerus* ein Haufen jener oben beschriebenen, spindelförmigen Hypodermiszellen aus, die im oberen Teil ihres Verlaufs in sehr regelmäßiger Weise angeordnet sind (s. Fig. 6 *bü* u. 9). An ihrem weit in die Tubushöhle hineinragenden, distalen Ende gehen diese Zellen in eine hyaline Membran über, die sich scharf von den Hypodermiszelleibern abgrenzt. Sie dürfte wohl eine selbständige Bildung und zum mindesten aus zwei Zellen hervorgegangen sein, da sich im ersten Drittel ihres Verlaufs zwei symmetrisch gelagerte Kerne nachweisen lassen (Fig. 8. u. 9 *k*). Sehr bald tritt die Membran an die beiden Muskelbündel heran, an deren Plasmahülle sie sich befestigt. Es lassen sich an den Verbindungsstellen, namentlich bei Anwendung der Heidenhainschen Färbemethode, auf dem Querschnitt gewisse

knötchenartige Differenzierungen nachweisen (Fig. 8), die von sehr feinen Leisten herrühren, welche sich auf der anscheinend chitinösen Cuticula dieses sonderbaren Zellgebildes erheben. Je weiter man nach der Basis des Ventraltubus gelangt, desto mehr dehnt sich die Membran in der zur Symmetrieebene senkrecht stehenden Längsebene aus, wobei sie ziemlich dünn wird. Stets kann man jedoch die beiden Cuticulae deutlich unterscheiden. Während ihres ganzen ferneren Verlaufs verliert sie niemals den Zusammenhang mit den beiden Muskelbündeln, die also durch sie untereinander verbunden sind. Die Membran erstreckt sich bis zum Nervensystem, mit dem sie eine Verbindung eingeht. Bevor sie noch dieses erreicht, verdickt sie sich beträchtlich (Fig. 9ve). Dagegen steht sie in keiner näheren Beziehung zu den Zellpolstern  $x$  u.  $y$ ; obgleich sie ihnen, im kontrahierten Zustand des Organs, dicht anliegt.

Willem hat unser Gebilde zuerst bei *Orchosella* auf Schnitten etwas näher untersucht; über seine histologische Natur teilt er indessen nichts näheres mit. Nach seinen Angaben erstreckt es sich hier transversal von der bindegeweblichen Scheide des metathoraco-abdominalen Ganglions bis zum Ende des Ventraltubus und teilt dessen Cavität in 2 Abschnitte: in einen hinteren geräumigeren Raum, der die Rückziehmuskeln und im kontrahierten Zustand die Endbläschen enthält, und in eine vordere, sehr viel kleinere Höhle. Gegen Ende des Tubus teilt sich die Scheidewand in Streifen, die sich teils an den Muskelscheiden, teils an dem konischen Haufen oben erwähnter, chitinogener Zellen befestigen. Die Scheidewand des Tubus stelle, so meint Willem, an der Basis der kontraktilen Bläschen zwei laterale Öffnungen dar, welche die vordere Kammer mit der hinteren kommunizieren lasse, eine Anordnung, die den Blutstrom zwingt, den Ventraltubus von hinten nach vorn zu passieren.

Ich kann mich der eben geäußerten Auffassung der funktionellen Bedeutung der Scheidewand auch für *Tomocerus* anschließen<sup>11</sup>, muß hier jedoch noch einige Ergänzungen hinzufügen: Durch die Scheidewand wird der Ventraltubus gleichsam in eine Röhre »à double courant« geteilt. Durch diese Vorrichtung wird die Entfaltung der Endbläschen in der Tat sicherer und schneller erreicht, als wenn der Blutstrom in der ganzen Ausdehnung der Tubushöhle in diese eindringen könnte. Eine andre, höchst nützliche Einrichtung stellen die

<sup>11</sup> Ein nicht wesentlich abweichendes Verhalten der Scheidewand von *Tomocerus* gegenüber derjenigen von *Orchosella* besteht darin, daß erstere sich an ihrem unteren Ende allein an dem Bündel langgestreckter Hypodermiszellen befestigt, die hinter der bulbösen Anschwellung der Medianrinne hervorsprossen, während letztere sich dort in mehrere Streifen zerteilt, die teils mit den Hypodermiszellen, teils mit den Muskeln in Beziehung treten.

beiden medianen Zellwülste im Innern des Tubus dar. Wie wir bereits wissen, berühren sich beide Wülste, wenn der Tubus kontrahiert ist. Hierdurch wird bewirkt, daß nur seitlich zwei Kommunikationsstellen zwischen Leibeshöhle und Körperhöhle geschaffen sind. Dieses Verhalten besteht auch dann noch, wenn die Kontraktion der Muskeln nachgelassen hat. Wird nun das Blut in den Tubus gepreßt, so steigt es im hinteren Tubusraum in Gestalt zweier seitlicher Säulen auf, die am unteren Ende entlang den beiden Endbläschen verlaufen, sie zur Entfaltung bringen und sich dann in den vorderen Tubusraum ergießen. Auch die Tatsache, daß der vordere Raum mit weit kleinerer Öffnung als der hintere in die Leibeshöhle mündet, ist nicht ohne Bedeutung<sup>12</sup>. Sie bewirkt, daß im selben Zeitraum nicht dieselbe Blutmenge abfließen kann, die einfließt. Hierdurch entsteht eine stärkere Aufspeicherung von Blut im Ventraltubus, die eine schnellere und kräftigere Entfaltung der Endbläschen zufolge hat.

### Die Ventralrinne.

Ich habe bereits erwähnt, daß ich den Ventraltubus vornehmlich für ein Adhäsivorgan halte. Hierfür spricht ja sein ganzes Verhalten, vor allem seine Eigenschaft, sich an jeder Fläche festheften zu können. Wir haben aber auch gesehen, daß seine Klebkraft nicht durch ein Sekret hervorgerufen wird, das aus Drüsen der Endbläschen stammt. Wollen wir uns also nicht auf den Standpunkt der Forscher stellen, die die Ansicht vertreten, die Endbläschen vermöchten sich infolge einer Art saugender Wirkung an jedem Gegenstand zu befestigen, (einer Anschauung, der die ganze Organisation des Ventraltubus widerspricht), so müssen wir annehmen, daß das Sekret von irgendeiner andern Stelle zum Endteil unsres Organs geschafft werde. Ich konnte nun, in Übereinstimmung mit Willem, nachweisen, daß gewisse Drüsen im Kopf des Tieres die Erzeugung dieses Sekretes übernommen haben. Es sind im ganzen 2 Paar Drüsen, die am Basalteil des Kopfes lagern und ihre Produkte gemeinschaftlich nach außen und in ein sehr merkwürdiges Gebilde, die Ventralrinne, schicken, auf deren Beschaffenheit ich in diesem Abschnitt näher eingehen will.

Das fragliche Organ verläuft genau in der Sagittalebene des Tieres. Es beginnt bei *Tomocerus* an dem spitzen Endteil eines durch

<sup>12</sup> Die Kommunikationsstelle zwischen dem vorderen Tubusraum und der Leibeshöhle ist auch bei dem entfalteten Organe nur eine sehr kleine. Selbst dann ist nämlich die Scheidewand dem vorderen Medianwulst (*y*) stark genähert, so daß die Öffnung nur durch einen schmalen Spalt dargestellt wird. Im kontrahierten Zustand des Organs legt sich die Membran dicht dem vorderen Zellwulste an, so daß nun überhaupt keine oder nur ein geringer Rest einer Kommunikation zwischen beiden Räumen vorhanden ist.

vier Falten gebildeten rautenförmigen Schildes, s. Fig. 10, welches einen Teil der Unterlippe darstellt<sup>13</sup>, und das durch zwei mediane Lamellen, die sich quer durch die ganze Unterlippe erstrecken, wiederum in 2 kongruente Partien geteilt wird ( $l'$ ,  $l''$ ), verläuft dann ohne Unterbrechung über die drei Thoraxsegmente, den Vorderteil des Tubuszylinders und endigt schließlich an dessen distalem Ende, wo es in eine komplizierte Bildung übergeht, auf die ich weiter unten zu sprechen kommen werde.

Schon Tullberg hatte die Ventralrinne bei *Orchesella* gesehen und ihren Verlauf im ganzen auch richtig erkannt. Er bezeichnet sie als »linea ventralis« und sagt von ihr, daß sie einen von zwei erhöhten

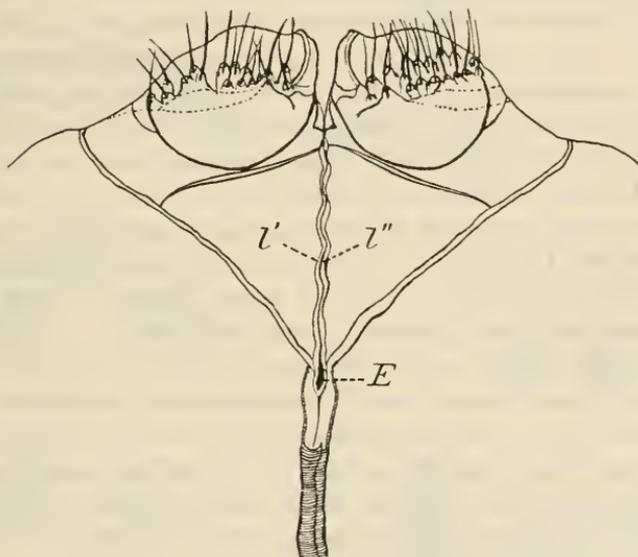


Fig. 10. Unterlippe mit der Ventralrinne nach einem Totalpräparat;  $l'$ ,  $l''$ , die beiden Chitinfalten, welche die Unterlippe in zwei kongruente Partien teilt;  $E$ , die Einmündungsstelle des Spaltraumes zwischen den beiden Lamellen ( $l'$  und  $l''$ ) in die Ventralrinne. Um diese Mündungsstelle deutlich hervortreten zu lassen, sind die Seitenwände an der oberen Partie der Ventralrinne nicht gezeichnet. Man sieht wie letztere übereinander greifen.

Leisten begrenzten Saum darstelle, der seinen Ursprung auf der unteren Seite des Kopfes, dicht hinter der Mundöffnung nehme. Jedoch wußte er ebensowenig, wie fast alle späteren Forscher mit dem Gebilde etwas anzufangen. Erst Fernald gelang der Nachweis, daß in sie die beiden großen Kopfdrüsen einmünden, die man bisher

<sup>13</sup> Ich verzichte an dieser Stelle darauf, auf die morphologische Bedeutung der einzelnen Teile der Unterlippe näher einzugehen, da ich mich mit dieser Frage in meiner anatomischen Arbeit über die Kopfgorgane des *Tomocerus* eingehend zu beschäftigen habe.

als Speicheldrüsen bezeichnet hatte. Über die Bedeutung dieser Erscheinung bemerkt indessen der Forscher in der betreffenden Arbeit nichts. Sie ist ihm wahrscheinlich nicht klar geworden, da er am Ventraltubus noch die büschelförmigen Hypodermiszellen als Drüsen bezeichnet. Erst Willem und Sabbe führen in einer kleinen Mitteilung auf das Sekret dieser Kopfdrüsen die Adhäsionskraft der Endbläschen zurück. Später hat sich Willem in einer Spezialarbeit, die besonders gegen Folsom gerichtet ist, näher mit unserm Gegenstand beschäftigt. Er ist hierbei auch etwas ausführlicher auf die Ventralrinne eingegangen, ohne sich indessen näher mit ihrer Morphologie zu beschäftigen.

Die Ventralrinne zeigt während ihres Verlaufs ein sehr verschiedenes Verhalten. Sie bildet eine vollständig geschlossene Röhre an der Unterlippe, einen Zylinder mit feinem Spalt an der Unterseite in der Thoracalgegend und einen offenen Graben am distalem Teil des Ventraltubus. Stets aber läßt sie sich auf zwei Falten der Chitintcuticula zurückführen, die sich ventral symmetrisch zur Medianlinie erheben. Den ausmündenden Teil der vier paarigen Kopfdrüsen haben wir uns als einen unpaaren Röhrenabschnitt vorzustellen, der durch eine Spalte der Lamellen  $l'$  und  $l''$  unmittelbar in die Ventralrinne einmündet (Fig. 10 u. Fig. 11*a*). In ihrem oberen Verlauf liegt die Rinne am Grunde eines ziemlich tiefen Grabens (Fig. 11*b*), ein Verhalten, das wir, wenn auch schwächer ausgeprägt, auch an andern Stellen, selbst am Anfang des Tubusabschnittes, vorfinden. An der Unterlippe ist bei einem unlädierten Tiere von der Ventralrinne so ohne weiteres kaum etwas zu sehen. Die Vertiefung, an deren Grund sie ruht, wird nämlich an dieser Stelle ganz von Schuppen überdacht (Fig. 11*b*). Die beiden Duplikaturen, welche die Wände der Rinne bilden, sind hier so umfangreich, daß sie sich übereinander legen. An vielen Stellen des Thorax kommt es gerade noch zur Berührung der Ränder, oder es klafft, wie auf Fig. 11*c*, eine deutliche Spalte. Gegen Ende des Tubus wird die Rinne immer breiter. Im selben Maße öffnet sie sich nach außen, bis sie überhaupt nur noch einen breiten Graben darstellt, Fig. 11*d, e*. Am Anfang des Kragenabschnittes teilen sich die Seitenwände der Rinne jederseits in zwei niedere Rampen, von welchen die mittleren zu einem sagittal gerichteten niederen Wall verschmelzen, der sich annähernd bis zur Medianrinne erstreckt, während sich die beiden seitlichen Rampen noch eine Strecke weit in der Richtung der Ventralrinnenwände fortsetzen, um sich schließlich in einem halbkreisförmigen Bogen zu vereinigen (vgl. Fig. 2 mit Fig. 11*f, g, h*). Sehr eigenartig sind die seitlichen Wände der Ventralrinne beschaffen. Während sie am Kopfabschnitt

Fig. 11 a-l.

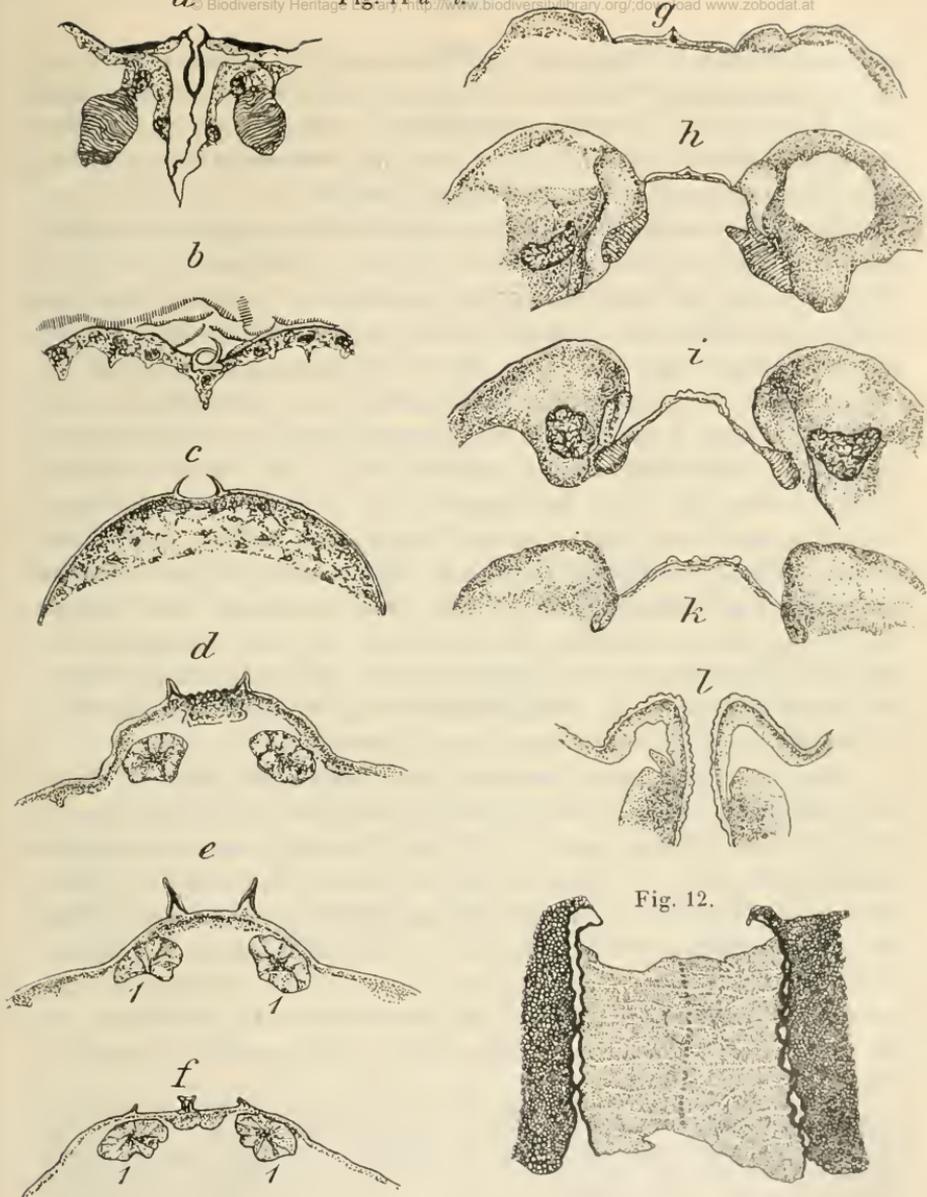


Fig. 12.

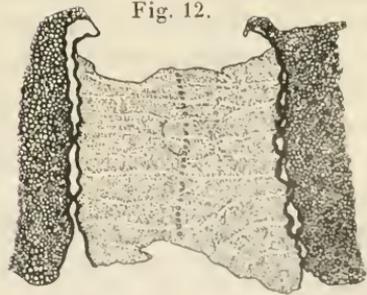


Fig. 11. Querschnitte durch die Ventralrinne. *a-b*, in der Gegend der Unterlippe; *c-l* am Ventraltubus. *a*, Einmündung des Drüsenganges in die Ventralrinne. Er wird dargestellt an dieser Stelle durch einen Spaltraum zwischen den Lamellen *l'* u. *l''* (siehe Fig. 10); *b*, Ventralrinne an der Unterlippe. Sie liegt hier am Grunde eines Grabens. Ihre Wände greifen übereinander. Der ganze Graben wird durch Schuppen überdeckt. *c*, Ventralrinne am unteren Teil des Tubus. Die Ränder berühren sich nicht mehr. *d, e*, Ventralrinne gegen Ende des Tubus; sie stellt einen vollständig offenen Graben dar; *f*, es haben sich drei Rampen an ihr gebildet; *g, h*, die Ventralrinne läuft in eine unpaare Rampe aus; *i, k*, Übergang zu einer höckerigen Fläche; *l*, Mündungsstelle des Mediankanals zwischen den beiden Endbläschen.

Fig. 12. Flachschnitt durch die Ventralrinne. Der Boden des Gebildes erscheint heller als das Körperchitin. Es lassen sich an ihm deutlich die Abdrücke von Zellen erkennen. Parallel zu den Rändern verläuft eine Reihe stiftchenartiger Erhebungen.

noch zum Teil den Charakter von Chitinlamellen haben, geht dieser in der Gegend des Thoraxes und des Ventraltubus verloren. Hier scheint die Rinne bei nicht eingehender Prüfung wie von zahllosen kleinen Härchen überdacht, die sich bei aufmerksamen Studium jedoch als fein zersplitterte Blättchen darstellen<sup>14</sup>.

Durchaus verschieden von der gewöhnlichen Körperchitinhaut erscheint der Basalteil der Rinne (Fig. 12). Während die übrige Chitincuticula des Körpers sich aus zahlreichen, wabenartigen Bildungen zusammensetzt, erscheint die Bodenpartie der Rinne heller als ihre Umgebung und aus vielen hellumrissenen Feldern gebildet, die in der Gegend des Tubus ziemlich unregelmäßige Gestalt besitzen, während sie in der Kopfgegend parallel zueinander und senkrecht zur Wandrichtung angeordnet sind. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich diese Felderung als die Abdrücke einer Zellsäule betrachte, auf Grund derer sich die Ventralrinne vielleicht embryonal aufbaut. Ich werde diesem Umstand in meiner embryologischen Arbeit besondere Aufmerksamkeit schenken. An vollständig oder nahezu vollständig ausgewachsenen Tieren konnte ich eine derartige Zellsäule mit Sicherheit nicht mehr konstatieren. Nur einige Male glaubte ich etwas derartiges an Totalpräparaten des Ventraltubus erkennen zu können; doch kann ich mich hierin täuschen.

Eine sehr eigenartige Struktur findet sich noch auf dem Boden der Rinne. Es verläuft hier nämlich parallel zu den Wänden eine Reihe feiner Stiften, die in mäßigen Abständen von einander getrennt sind (Fig. 12). Man kommt bei dieser Beobachtung, durch gewisse Analogieschlüsse, sofort auf den Gedanken, daß diese Gebilde mit irgendwelchen Sinneszellen in Verbindung stehen möchten<sup>15</sup>. Trotz mannigfaltigem Suchen konnte ich jedoch nichts derartiges feststellen. Vielleicht findet sich später einmal ein Glücklicherer, der bei geeigneten Differenzierungsmethoden hierin zum Ziel gelangt<sup>16</sup>.

<sup>14</sup> Namentlich bei Anwendung der Heidenhainschen Färbemethode kommt diese Besonderheit zum Ausdruck. Die Ventralrinnenwand hat ein Aussehen, das — wenn ich mich hier eines Beispiels aus der Botanik bedienen darf — sich am besten mit den Blättern gewisser *Musa*-Arten vergleichen läßt, deren parallelrippige Seitenteile durch den Wind in zahlreiche kleine Lappen zerrissen werden.

<sup>15</sup> In diesem Fall müßten wir unsre Auffassung der funktionellen Bedeutung der Ventralrinne allerdings stark modifizieren. Wir müßten sie dann als einen Sinnesapparat betrachten. Ihre Bedeutung als Sekretbahn dürfte dann erst in zweiter Linie kommen. Aber wie gesagt, liegen für eine derartige Anschauung vor der Hand noch keine genügenden Gründe vor.

<sup>16</sup> Eine zweite mir nicht klare Bildung findet sich im Innern der unpaaren Rampe, die aus der Vereinigung der beiden inneren Abzweigungen der Ventralrinnenwände zustande kommt. Es lassen sich hier nämlich eine Anzahl kugelig, mit der Heidenhainschen Methode sich schwarz färbender Gebilde nachweisen, die, wie mir scheint, je durch einen Fortsatz mit Zellen in Verbindung stehen. Die Bildungen treten durchaus konstant und zwar nur an der beschriebenen Stelle auf (Fig. 11 *g, h*).

Folsom, der eine Einmündung der großen unteren Kopfdrüsen in die Ventralrinne bestreitet (ebenso wie Prowazek), führt als weiteres Argument gegen ihre Auffassung als Sekretbahn den Umstand an, daß sie mehr oder weniger offen stehe und überdies an den Körpersegmenten unterbrochen sei. Willem behauptet für alle drei Punkte das Gegenteil. Nach ihm bilden die übereinander gelagerten Lippen der Rinne einen überall geschlossenen Kanal. Für *Tomocerus* liegen die Verhältnisse indessen, wie wir gesehen haben — bezüglich der beiden letzten Fragen — so wie sie Folsom angibt. Eine Kontinuitätsunterbrechung an den Segmenten besteht natürlich nur insofern, als sich hier die einzelnen Fiederblättchen der Rinne zur Seite schieben können. Daß infolge dieses Verhaltens der Rinne kein Sekret durch sie fließen könne, ist indessen eine irriige Ansicht des letztgenannten Forschers. Er vergißt, daß wir es hier nicht mit Verhältnissen wie bei einem makroskopischen Objekt zu tun haben. Die Ventralrinne ist ein so schmales Gebilde, daß es sich gegenüber einem Menschenhaar etwa so verhält wie eine Hopfenstange zu einem mittleren Baumstamm. Wir haben also in der Ventralrinne eine außerordentlich feine Capillarröhre zu sehen, die sich deshalb auch den Capillaritätsgesetzen gemäß verhalten muß. Die Adhäsionskraft zwischen Sekret und Wandung ist selbst an der Stelle, wo die Rinne sich in einen offenen Graben verwandelt, so groß, daß sie bequem die Schwerkraft überwindet, so daß das Sekret auch bei nach hinten geneigter Lage des Tubus ruhig in der Rinne verbleibt. Steht die Flüssigkeit in letzterer unter einem gewissen Druck, so wird sie stets nach der Seite sich fortbewegen müssen, wo sie letzterem am besten ausweichen kann, das ist aber in der Richtung nach der Ausflußöffnung zu.

Betrachten wir nun einmal die Organe näher, die dem Ventraltubus das klebrige Sekret liefern. Es sind dies 2 Paar Drüsen, die beide die Unterseite des Kopfes einnehmen und deren Sekret gemeinschaftlich in die Ventralrinne fließt. Die umfangreicheren der beiden Drüsenpaare sind die tubulösen Drüsen. Sie sollen zuerst beschrieben werden.

### Die tubulösen Drüsen.

Sie stellen zwei mächtige, symmetrische Gebilde dar, die lateral an der Unterlippe lagern und sich schon äußerlich am Kopf als zwei umfangreiche Höcker kenntlich machen. Ihrem Verlauf nach bilden sie zwei aufgeknäuelte Röhren, deren einzelne Partien mannigfaltige Verbindungen untereinander eingehen können. Die Drüse zerfällt in vier deutlich voneinander abgegrenzte Hauptabschnitte, die ich, von vorn ausgehend, bezeichnen will als:

- 1) Den Drüsenausführgang.
- 2) Den vorderen secernierenden Anteil.
- 3) Den hinteren secernierenden Anteil.
- 4) Das Reservoir.

Ich halte es für vorteilhaft, in derselben Reihenfolge die einzelnen Abschnitte durchzugehen.

Der Drüsenausführgang jeder der beiden tubulösen Drüsen stellt eine gerade gerichtete Röhre dar, die von dem eigentlichen Drüsen-

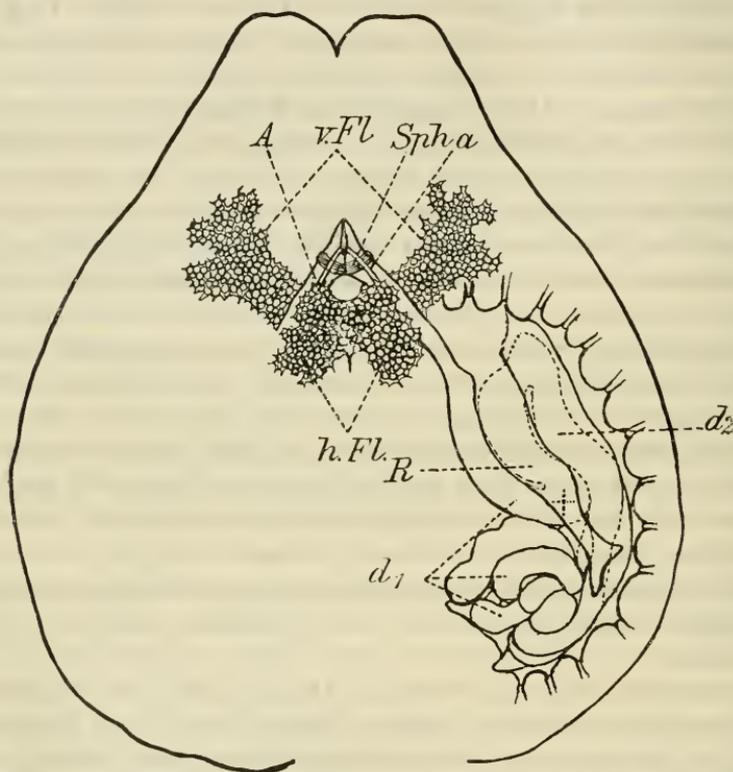


Fig. 13. Unterer Kopfteil von innen mit den zwei Paar Ventraltubusdrüsen, nach einem Totalpräparat gezeichnet. *v.Fl.*, vordere Flügel; *h.Fl.*, hinterer Flügel der acinösen Drüsen; — *a*, ihr rechter Ausführgang. (Der dorsale spaltförmige Raum, in dem beide Ausführgänge der acinösen Drüsen einmünden, ist gezeichnet, obgleich man ihn auf einem Totalpräparat nur durchscheinend sehen kann. *A*, linker Ausführgang der tubulösen Drüse; *Sph*, Sphincter um die beiden Ausführgänge der tubulösen Drüse; *d*<sub>1</sub>, vorderer, *d*<sub>2</sub>, hinterer Drüsenanteil; *R*, Reservoir; †, die Stelle, wo der Ausführgang in den vorderen secernierenden Abschnitt übergeht. Letzterer ist auf unserer Figur punktiert angegeben, da er von dem Reservoir *R* überdeckt wird.

körper abzweigt und nach der Sagittalebene hinstrebt, wo sie sich mit dem entsprechenden Teil der andern Drüse vereinigt (Fig. 13 *A*). Hierbei kommt es zur Bildung eines unpaaren Abschnittes von geringer Aus-

dehnung (Fig. 14), dessen Boden median mit den beiden Lamellen in Beziehung tritt, welche die Unterlippe in zwei kongruente Teile zerlegt (Fig. 10' u. 1''). Zwischen beiden Lamellen kluft an dieser Stelle ein umfangreicher Spalt, der bis nach außen und in die Ventralrinne reicht und so einen Abfluß des Sekrets in letztere ermöglicht.

Dort wo die beiden Ausführgänge ineinander übergehen, befindet sich am Ende einer jeden Röhre eine Art Sphincter, der nur die Bedeutung haben kann, den Abfluß des Sekrets willkürlich zu regeln (Fig. 16). Da die beiden Röhren an dieser Stelle dicht aneinander gepreßt, und da ferner die medianen Muskelzüge viel schwächer ausgebildet sind, so hat es auf einem Totalpräparat den Anschein, als sei der Endabschnitt der Drüse von einem einzigen Sphincter umspannt (Fig. 13 u. 14). Die beiden Sphincter befestigen sich an chitinösen

Fig. 14.

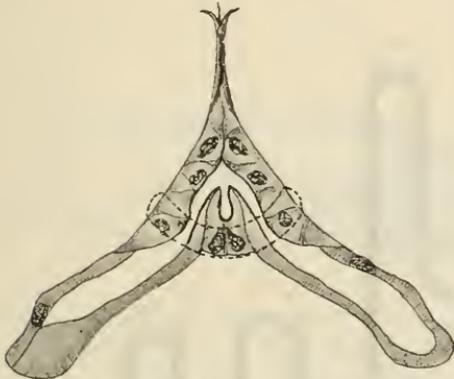


Fig. 15.

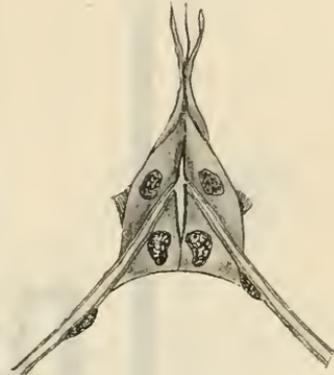


Fig. 14. Längsschnitt durch die Vereinigungsstelle der Ausführgänge der tubulösen Drüsen. Der unpaare Abschnitt hebt sich von den paarigen Ausführgängen scharf ab. Durch Punktierung sind die Sphincter angedeutet.

Fig. 15. Längsschnitt durch den dorsalen Teil des unpaaren Abschnittes, in welchen die vier Drüsen einmünden — Einmündungsstelle der acinösen Drüsen.

Partien der Röhre. Der Ausführung wechselt in Dicke und Gestalt bedeutend während seines Verlaufs. Seine Wandung besitzt eine derbere Konsistenz als die meisten übrigen Drüsenteile. Auf ihrer äußeren Partie dürfte sie zum Teil chitinisiert sein<sup>17</sup>. Die Resistenz der Röhre geht auch schon aus der Tatsache hervor, daß sich zahlreiche Muskeln an sie ansetzen. Befestigt und in ihrer Lage erhalten wird die Röhre durch ziemlich umfangreiche Fortsätze ihrer Wandsubstanz, die von Strecke zu Strecke auftreten und in gerader Richtung durch die im Wege liegenden Gewebe bis zur Chitincuticula

<sup>17</sup> Namentlich gegen das Ende des Ausführungsganges lassen sich ganz deutlich longitudinale Leisten auf ihr erkennen, die wohl die Bedeutung haben, dem Gebilde Festigkeit zu verleihen.

hinziehen, mit der sie verschmelzen. Betrachtet man den Ausführungsgang auf Querschnitten, Fig. 16 u. Fig. 17 *A*, so erkennt man, daß er, namentlich auf seinem unteren Verlauf ein ziemlich bedeutendes Lumen hat, und daß die Wand eine feine Strichelung besitzt, die vielleicht nur der Ausdruck von Porenkanälen ist. Die Kerne sind nicht sehr umfangreich. Dort wo die Ausführungsgänge in den unpaaren Abschnitt münden (Fig. 14), nimmt das Gewebe einen ganz andern Charakter an. Hier wird die Wandung dicker. Die einzelnen Zellen sind deutlich voneinander abgegrenzt, währenddem die Ausführkanäle ein

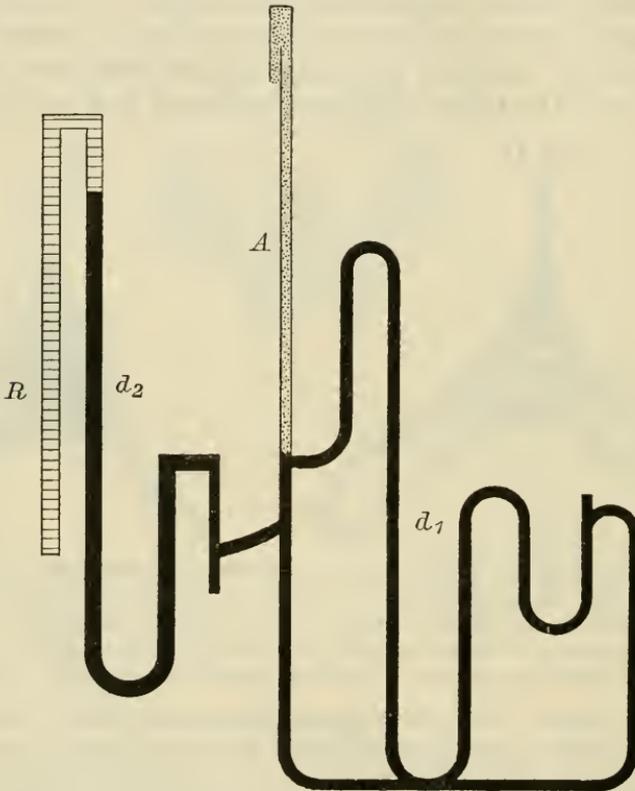


Fig. 16. Schema des Verlaufes einer der beiden tubulösen Drüsen. Die Figur wurde nach einem Plattenmodell entworfen und zwar derart, daß der gesamte Verlauf des Drüsenrohres auf vertikale Gerade bezogen wurde. Zur Erhöhung der Verständlichkeit sind die einzelnen Drüsengänge, die in Wirklichkeit dicht beisammen liegen, auseinandergezogen und auf einer Ebene ausgebreitet gezeichnet. *A*, nichtsecernierender Ausführungsgang; *d*<sub>1</sub>, erster secernierender Abschnitt der Drüse; *d*<sub>2</sub>, zweiter (haupt) secernierender Abschnitt der Drüse; *R*, Reservoir.

Syncytium darstellen. Der Gedanke ist deshalb nicht ganz von der Hand zu weisen, daß wir es in dem unpaaren Abschnitt der Ausführungskanäle mit einer ehemals besonderen Bildung zu tun haben, die erst sekundär den Zwecken der Drüse dienstbar gemacht worden ist.

Dem Ausführungsgang schließt sich nach hinten der erste Abschnitt des sekretorischen Anteiles der Drüse an, Fig. 16  $d_1$ . Er bildet den umfangreichsten Teil des ganzen Organs<sup>18</sup>. Von dem Ausführungsgang grenzt er sich ziemlich scharf ab. Sein Anfangspunkt liegt ungefähr dort, wo der Endteil der ganzen Drüsenröhre zum letztenmal eine Schlinge macht (Fig. 13, das Kreuz). — Der äußere Drüsenabschnitt zeigt nun bei den einzelnen Individuen ein sehr verschiedenes Verhalten. Wie sich aus dem Diagramm (Fig. 16) ergibt, bilden sich an den einzelnen Röhrenpartien Abzweigungen und Verwachsungen sehr verschiedener Art. Vergleicht man viele Drüsenröhren miteinander, so findet man nicht zwei, die, in diesem Teil ihres Verlaufs, miteinander übereinstimmen. Es zeigt sich, daß sich die Windungen und Verwachsungen der Drüsenröhre um so mehr komplizieren je älter das Tier wird<sup>19</sup>. Vergleicht man Querschnitte durch den eben beschrie-

Fig. 17.

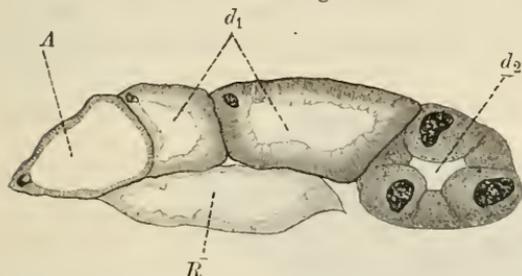


Fig. 18.



Fig. 17. Querschnitt durch den mittleren Teil der tubulösen Drüse, *A*, Ausführungsgang;  $d_1$ , vorderer Drüsengang;  $d_2$ , hinterer Drüsengang; *R*, Reservoir.

Fig. 18. Querschnitt durch die paarigen Ausführungsgänge der tubulösen Drüsen an ihrem vordersten Ende mit ihren Sphinctern.

benen Drüsenteil mit solchen des Ausführungsganges, so findet man eine gewisse Ähnlichkeit zwischen beiden (Fig. 17 *A* u.  $d_1$ ). Dies rührt daher, daß auch bei ersterem eine gestrichelte Partie an der Wandung zu erkennen ist. Daran schließt sich jedoch hier ein hyaliner Saum, in dem sich an manchen Stellen unschwer Sekretkörnchen nachweisen lassen.

Mögen die Windungen und Verwachsungen der Drüsenteil  $d_1$  noch so kompliziert sein, stets findet sich an ihr eine Stelle, wo ein zweiter Drüsenteil einsetzt, der, obgleich von weit geringerer Ausdehnung als ersterer, doch der hauptsecernierende Abschnitt zu sein scheint, da seine Zellelemente am umfangreichsten und mit Sekret

<sup>18</sup> Er ist länger als alle übrigen Drüsenteile zusammengenommen.

<sup>19</sup> Ich halte es indessen nicht für ausgeschlossen, daß auch hier eine bestimmt gerichtete Entwicklung möglich ist, etwa so, daß vielleicht mit der letzten Häutung auch die Drüse eine bestimmte Gestalt annimmt.

vollgepfropftesten erscheinen (Fig. 17  $d_2$ , Fig. 19). Im Gegensatz zu  $d_1$  sah ich bei  $d_2$  nie eine Verzweigung, ebensowenig wie bei dem letzten Abschnitt. Im Innern zeigt  $d_2$  oft ein sehr verschiedenes Aussehen, das auf den wechselnden Zustand der sekretorischen Tätigkeit seiner Zellelemente zurückzuführen ist. Auf einem Stadium, das wahrscheinlich dem der Ruhe nicht allzufern ist, Fig. 17  $d_2$ , sehen wir auf einem Querschnitt die Röhre von plasmatischen gut abgegrenzten Zellen gebildet, die sich überdies durch große, chromatinreiche Kerne auszeichnen. Das Cytoplasma ist mit kleinen Sekrettröpfchen durchsetzt. — Ein Lumen, wenn auch kein sehr umfangreiches, ist vorhanden. Auf einem andern Stadium jedoch findet man unsern Drüsenteil mächtig angeschwollen und sein Inneres gänzlich verändert (Fig. 19). Die Kerne haben sich an die Peripherie der Röhre in die Nähe eines schmalen plasmatischen Saumes begeben. Sie scheinen überdies kleiner geworden zu sein. Nach innen von diesem Saum erstreckt sich eine breite, hyaline Zone, die voller Sekretkugeln liegt. Besonders gegen das Zentrum hin sind sie in größerer

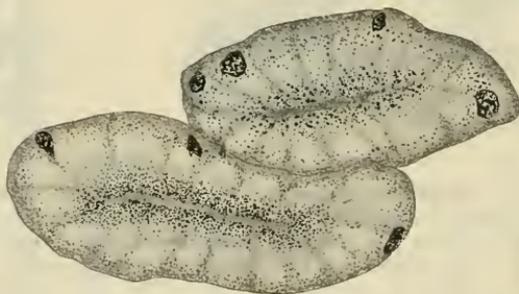


Fig. 19. Schnitt durch einen sich in voller Tätigkeit befindenden Drüsenabschnitt.

Menge angehäuft. Von einem Lumen findet sich nun nichts mehr — oder nur noch eine Spur.

An diesen dritten Abschnitt der Drüse schließt sich nach hinten endlich noch ein vierter, scharf abgegrenzter Teil an, den ich als Reservoir bezeichnen möchte. Seine Zellelemente sind hyalin und ziemlich zart, die Kerne mittelgroß. Sekretropfen konnte ich in den Zellwänden nicht finden. Letztere haben ein sehr verschiedenes Aussehen. Ich führe dies darauf zurück, daß der Sack bald mehr, bald weniger mit Sekret gefüllt ist und infolgedessen seine Wandung bald mehr oder weniger ausgedehnt, d. h. verdünnt oder verdickt erscheint (Fig. 17 *R*).

Über das Zusammenwirken der vier Drüsenabschnitte habe ich mir folgende Vorstellung gebildet, deren Berechtigung allerdings erst

durch das Experiment<sup>20</sup> endgültig erwiesen werden könnte. Die Hauptsekretproduktion findet zweifellos im dritten Abschnitt ( $d_2$ ) statt. Neben diesem produziert auch der zweite Teil ( $d_1$ ) nicht unbedeutende Sekretmengen. Welche Unterschiede zwischen beiden Substanzen bestehen, läßt sich wohl schwer feststellen. Der vierte große Abschnitt endlich scheint mir mit der Sekretion nichts zu tun zu haben, da das Aussehen seiner Zellelemente auf eine derartige Tätigkeit nicht hinweist. Er scheint mir vielmehr die Bedeutung eines Reservoirs zu besitzen, in dem das vom mittleren Abschnitt produzierte überschüssige Sekret aufgefangen wird. Dieses Reservoir mag aber noch eine andre Funktion haben. Wir haben bereits gesehen, daß die Endteile der ausführenden Gänge der Drüse, dort wo sie in den unpaaren Abschnitt einmünden, je einen Verschlüßmuskel, eine Art Sphincter besitzen, der dem Tier gestattet je nach Gefallen Sekret ausfließen zu lassen. Indem sich nun das Reservoir bei kontrahierten Sphinctern, mit Sekret füllt, wird einerseits im Augenblick des Bedarfes für eine größere Menge Sekret gesorgt, anderseits das Sekret unter eine gewisse Spannung gesetzt, so daß es bei erschlafften Sphinctern rasch zu seinem Bestimmungsort fließen kann.

### Die beiden acinösen Drüsen.

Ebenso wie in den tubulösen Drüsen haben wir in ihnen zwei kongruent gebaute Gebilde vor uns, die symmetrisch zur Mittellinie und vor den ersteren gelegen sind. Auf jeder Seite können wir zwei Lappen beobachten, die sich je und je mit den entsprechenden Teilen der andern Seite vereinigen. Die vorderen Lappen liegen der inneren Fläche der Unterlippe dicht an, währenddem die hinteren Lappen sich mehr nach dem Innern des Kopfes erstrecken und nur durch ein schmales Drüsenstück mit den ersteren in Verbindung treten. Zwischen äußeren und inneren Lappen verläuft je einer der Ausführungsgänge der tubulösen Drüsen. Das unpaare Vereinigungsstück der beiden großen Ausführungsgänge liegt genau zwischen beiden großen Lappen. In dieses münden auch die paarigen Ausführungsgänge der acinösen Drüsen. Was nun den histologischen Bau unsrer Drüsen anbelangt, so konnte ich darüber folgendes feststellen. Der ganze Drüsenkörper setzt sich aus zahlreichen, kleinen, rundlichen bis sternförmigen Bläschen zusammen, die je nach ihrem Füllungszustand mit Sekret ein bald helleres, bald dunkleres Aussehen besitzen. Zahlreiche

<sup>20</sup> Vielleicht kommen hier Versuche mit Farbstoffinjektionen in die Leibeshöhle des Tieres in Betracht, die ev. von den Drüsenzellen aufgenommen und entsprechend den verschiedenen Abschnitten verschieden verarbeitet oder ausgeschieden werden.

winzige Kanäle durchziehen die einzelnen Zellen. Sie nehmen das Sekret auf und leiten es in die beiden Ausführgänge. Der Ursprung letzterer ist ziemlich unmittelbar an der Verbindungsstelle der hinteren und der vorderen Drüsenflügel. Sie stellen zwei so winzige Röhren dar, daß die analogen Gebilde der tubulösen Drüse ihnen gegenüber geradezu als Riesen erscheinen (Fig. 13). Ihre Einmündungsstelle in das unpaare Verbindungsstück liegt dorsal von den großen Ausführgängen (Fig. 15, vgl. damit auch Fig. 13 u. 14). Stets findet man die kleinen Drüsenröhren vollgepfropft mit einer gelblichen, körnigen Sekretmasse. An den schmalen Drüsenwänden fallen die großen, sich dunkel färbenden Kerne auf, die knopfartig an ersteren emporragen. Sphincter konnte ich an den kleinen Ausführgängen nicht feststellen. Man muß also annehmen, daß das Sekret dieser Drüsen ununterbrochen in die Ventralrinne abfließt.

Sehen wir uns in der Literatur nach Angaben über die beiden geschilderten Drüsenpaare um, so finden wir nur wenige Notizen darüber. Entdeckt wurden die tubulösen Drüsen von Tullberg bei *Macrotoma flavescens*. Er hielt sie, so wie alle übrigen Autoren, mit Ausnahme von Fernald und Willem (u. Sabbe), für Speicheldrüsen. Auf ihren Bau sind nur Folsom und Willem etwas näher eingegangen. Nach ersterem Autor besteht die tubulöse Drüse bei *Orchesella* aus einer einfachen Röhre, die mehrere Längswindungen macht. Die untere Hälfte der Tube hat ein größeres Kaliber als die obere und repräsentiert den secernierenden Teil. Die obere schmälere Hälfte ist nur Ausführkanal. Beide Endstücke der Drüsen münden getrennt in eine median an der Unterlippe verlaufende Rinne, die sich ihrerseits bis zur Mundöffnung erstreckt. Willem hat später gezeigt, daß auch bei *Orchesella* die tubulösen Drüsen zusammen in die Ventralrinne münden. In diesem Punkt bestätigen meine Untersuchungen vollauf seine Resultate. Bezüglich des Baues der Drüsen scheinen indessen die Verhältnisse bei *Tomocerus* gegenüber *Orchesella* ziemlich verschieden zu sein. Bei letzterer Form haben wir es nach Folsom und Willem nur mit einer einfachen Röhre zu tun, deren U-förmig gebogene untere Partie vor allem die Sekretion übernimmt, währenddem der gewundene obere Teil nur in der Richtung nach dem vorerwähnten U-förmigen Abschnitt in geringerem Maße zu secernieren scheint. Es ist hier also weder von besonders gearteten, scharf voneinander geschiedenen Abschnitten die Rede, noch von Verwachsungen oder Verzweigungen der Drüsenröhre. Ebenso wenig konnte ein Forscher bis jetzt die sphincterartigen Muskelzüge an den beiden Ausführgängen konstatieren.

Was nun die acinösen Drüsen betrifft, so sind sie bisher erst

einmal beobachtet worden und zwar wiederum von Willem bei *Orchesella*. Währenddem auch hier die Mündungen der Ausführgänge analog jener bei *Tomocerus* zu sein scheinen (soweit ich das aus Fig. 4 der Taf. XXII seiner Arbeit schließen darf), ist der eigentliche Drüsenkörper bei beiden Formen ein recht verschiedener. Bei *Orchesella* setzt er sich aus etwa einem Dutzend großer, pyramidalen Zellen zusammen, die zu einer kugeligen Masse vereinigt sind. Jede Zelle enthält einen intracellulären Kanal, der in eine Art Becken mündet, von dem der Ausführungsgang ausgeht. Bei *Tomocerus* haben wir breite, flächenhaft ausgebreitete Drüsenmassen mit vielen Drüsenzellen, deren Sekret durch zahlreiche Äste von intracellulären Kanälen in die beiden Ausführgänge einmünden<sup>21</sup>.

### Literaturverzeichnis.

- 1) Bourlet, l'abbé, Mémoires sur les Podurelles. Mém. Soc. Roy. et centr. l'Agricult. Scien. et Arts, Douai. Années 1841 et 1842.
- 2) Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. 2. Bd. Besond. Ent. 1838.
- 3) Fernald, H. T., The relationships of arthropods. John Hopkins University Baltimore. Studies from the Biological Laboratory. Vol. IV. No. 7. 1890.
- 4) Folsom, J. W., The Anatomy and Physiology of the Mouth-Parts of the Collembolan *Orchesella cineta* L. Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College. Vol. XXV. No. 2. 1899.
- 5) de Geer, Ch., Abhandlungen zur Geschichte der Insekten. VII. Bd. Nürnberg (Bauer & Raspe, 1783.
- 6) Haase, E., Die Abdominalanhänge der Insekten. Morphologisches Jahrbuch. 15. Bd. 1889.
- 7) Kolenati, F. A., Zwei neue österreichische Poduriden. Wien. Sitzgsber. d. math.-nat. Cl. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. 29. 1858.
- 8) Latreille, P. A., De l'organisation extérieure et comparée des Insectes de l'ordre des Thysanoures. Nouv. Ann. d'Histoire nat. t. I. 1832.
- 9) Lubbock, J., Monograph of the Collembola and Thysanura. The Ray Society. London 1873.
- 10) Nicolet, H., Recherches pour servir à l'histoire des Podurelles. Neue Denkschriften d. allg. schweizer. Gesellsch. für d. ges. Naturwissensch. Bd. V. Neuchatel 1841.
- 11) Olfers, E. v., Annotationes ad anatomiam Podurarum. Diss. inaug. Berlin. 1862.
- 12) Prowazek, S., Bau und Entwicklung der Collembolen. Arbeit. a. d. zoolog. Instit. d. Univers. Wien. Tom. XII. 1900.
- 13) Reuter, O. M., Sur la fonction du tube ventral des Collemboles. Entomologisk Tidskrift 1 Jahrg. Stockholm 1880. p. 162.
- 14) Schött, H., Zur Systematik und Verbreitung paläarktischer Collembola. Kngl. svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Neue Folge. 1892. (Stockholm 1893—1893.)
- 15) Sommer, A., Über *Macrotoma plumbea*. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 41. Bd. 1885.
- 16) Tullberg, T., Sveriges Podurider. Kgl. svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Neue Folge. 10. Bd. 1871.

<sup>21</sup> Auf eine Zusammenfassung der Resultate meiner Untersuchungen muß ich leider wegen Platzmangel verzichten.

- 17) Willem, V., Recherches sur les Collemboles et les Thysanoures. Mémoires cour. et mém. des savants étrangers publ. par l'Acad. roy. des. sc. des lettres et des beaux-arts de Belgique T. 58. 1899—1900.
- 18) — Les glandes céphaliques des Orcheselles. Archives de Biologie. T. XVII. Fasc. IV. 1900.
- 19) — et Sabbe, H., Le tube ventral et les glandes cephaliques des *Sminthures*. Annales de la Société entomologique de Belgique. T. 41.
- 20) Uzel, H., Studien über die Entwicklung der apterygoten Insekten. Friedländer 1898.

## 6. Zur Spermatogenese bei den Arachnoiden.

Von Dr. phil. Hans Bösenberg.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Marburg.)

(Mit 11 Figuren.)

eingeg. 20. Juli 1904.

Wie die Arthropoden zum großen Teil, so weisen auch manche Arachnoiden Spermatozoen auf, die von der typischen Gestaltung sehr stark abweichen, während andre, wie z. B. die Skorpione, Spermatozoen von der gewöhnlichen Geißelzellenform besitzen. Ich hatte es mir zur Aufgabe gemacht, wenn möglich die abweichenden Formen entweder in ihrem morphologischen Verhalten, oder aber durch das Studium ihrer Genese auf die typisch gestalteten Formen zurückzuführen. Ich wandte mich zunächst den besonders abweichend geformten und deshalb auch besonders interessanten Spermatozoen der Milben, sowie denen der Phalangiden zu. Die Schwierigkeiten in der Untersuchung ließen es aber bald angezeigt erscheinen, nur die Spinnen u. Phalangiden hinsichtlich des Baues und der Entwicklung der Samenelemente zu studieren. Es erschien dabei zweckmäßig, mit den weniger abweichend gestalteten Spermatozoen der Spinnen zu beginnen. Ich gebe im folgenden einen kurzen Auszug aus den Ergebnissen meiner Beobachtungen.

### I. Araneiden.

In der Teilung der Spermatocyten II. Ordnung konnte ich einige interessante Momente studieren. Zunächst fand ich, daß das Idiozom der Spermotide sich unzweifelhaft aus dem Zug der Zentralspindel-fasern durch allmähliche Verdichtung resp. Verklumpung bildet. Alle andern Faserzüge verschwinden, und zwar, wie ich vermute, sowohl im Kern während dessen Reorganisation, als auch im Cytoplasma. Zur gleichen Zeit teilt sich der Zentralkörper an der Zellperipherie in ein proximales und ein distales Teilstück, die im weiteren Verlauf zum Teil recht merkwürdigen Veränderungen unterliegen. Von dem distalen Zentralkörper wächst bald nach außen der zarte extracelluläre Achsenfaden, an dessen äußerstem Ende fast stets eine Plasmainsel zu beobachten ist (Fig. 1). Der proximale Zentralkörper bewegt sich von der Zellperipherie weg gegen den Kern hin, und bleibt dabei mit dem distalen Zentralkörper durch den intracellulären Achsenfaden verbunden (Fig. 1, rechts).

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Hoffmann R. Wolfgang

Artikel/Article: [Über den Ventraltubus von Tomocerus plumbeus L. und seine Beziehungen zu den großen unteren Kopfdrüsen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Collembolen. 87-116](#)