

Über die Morphologie und die Funktion der Kauwerkzeuge von *Tomocerus plumbeus* L.

II. Beitrag zur Kenntnis der Collembolen.

Von

Dr. R. W. Hoffmann,

Privatdozent für Zoologie und Assistent am zoologischen Institut der Univ. Göttingen.

Mit Tafel XXXIV und 11 Figuren im Texte.

Eigentlich hatte ich die Absicht, an dieser Stelle eine vollständige Morphologie der Mundwerkzeuge des *Tomocerus* zu geben, die mir zugleich die Basis zu einer embryologischen Untersuchung über denselben Gegenstand bieten sollte. Leider haben mir meine Studien, infolge großer technischer Schwierigkeiten, unerwartet viel Zeit weggenommen, so daß die Fertigstellung der Arbeit bis zu dem gegebenen Termin nicht mehr ermöglicht werden konnte. Ich muß mich deshalb in dem vorliegenden Festband darauf beschränken, nur einen kleinen Teil meiner Resultate zu publizieren. Ich wähle hierzu zwei Organe, die bisher von den Forschern noch sehr wenig berücksichtigt worden sind und deren Gestaltung und Funktion infolgedessen nahezu unbekannt geblieben oder falsch gedeutet worden sind: Ich meine den Epipharynx¹ und das Tentorium.

Ich werde auf den folgenden Blättern nur insofern die Fachliteratur berücksichtigen, als sie die Organisation der Collembolenmundwerkzeuge behandelt, indem ich alle weiteren Erörterungen — zumal alle vergleichend anatomischen Betrachtungen, die auch andre Insektengruppen berücksichtigen sollen — auf meine ausführliche Arbeit verschiebe, die ich im Sommer dieses Jahres abzuschließen gedenke.

¹ Ich werde bei Schilderung des Epipharynx auch zum Teil das Labrum berücksichtigen müssen, da es zum Verständnis des ersteren von wesentlicher Bedeutung ist.

Labrum und Epipharynx.

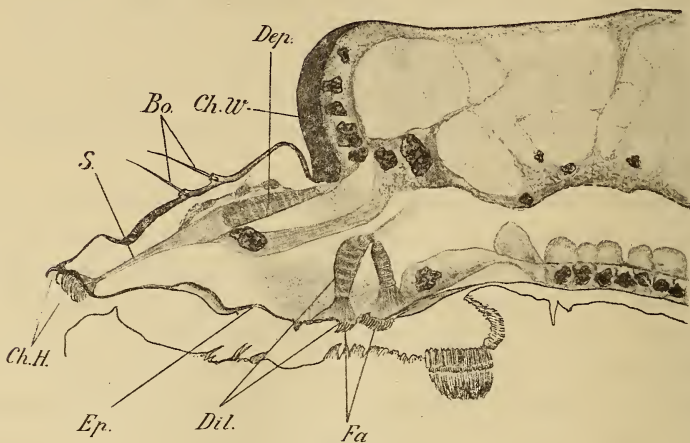
Der Epipharynx stellt in gewisser Weise nur die Fortsetzung des Labrum dar. Letzteres ist, wie bekannt, eine unpaare blattartige Bildung, die, symmetrisch zur Medianlinie, im oberen Drittel des Kopfes beginnt und sich in schiefer Richtung nach abwärts erstreckt; derart, daß sie im Verein mit den zweiten Maxillen (dem Labium) den Eingang zum Mund bildet. Das Labrum gewährt den inneren Mundorganen (Mandibeln, I. Maxillen, Glossa und Paraglossen), die alle mehr oder minder hinter ihm liegen, oder sich dahinter zurückziehen können, einen gewissen Schutz. Im kontrahierten Zustand der Mundteile sind nämlich von den oben erwähnten Kauwerkzeugen nur die Palpen der I. Maxillen sichtbar, die sich durch lange Borsten, an welche Nerven herantreten, als Tastorgane ausweisen.

Die zweifellose Symmetrie des Labrum, die oft mit einer augenscheinlichen Betonung der Medianlinie Hand in Hand geht, hat bisher die Embryologen, die sich mit unserm Gegenstand beschäftigten, immer wieder zu Untersuchungen darüber veranlaßt, ob wir in diesem Organ nicht doch ein Gebilde vor uns haben, das ehemals zweiteilig war und phylogenetisch auf ein Extremitätenpaar zurückzuführen sei. Meines Wissens ist diese Ansicht bis jetzt durch keinen Befund, auch nicht bei andern Insektengruppen, bestätigt worden. Die beim erwachsenen Tier manchmal angedeutete Zweiteiligkeit des Labrum ist, aller Wahrscheinlichkeit nach, als sekundäre Erwerbung auf die Funktion gewisser Muskeln zurückzuführen, welche die Aufgabe haben, das Labrum nach abwärts zu ziehen, d. h. es den übrigen vorderen Kopfteilen dicht anzupressen.

Das Labrum hat bei *Tomocerus* etwa die Form eines Trapezes, dessen größere Basis dem Clypeus aufsitzt. Sie zieht sich quer zur Sagittalebene des Tierkörpers in einem flachen Bogen hin, der wiederum in einzelne streng symmetrische Kurven zerfällt. Eine tiefe Falte trennt das Labrum vom Clypeus. Auf seiner Oberfläche finden wir drei Querreihen starker Borsten, an die sich — ähnlich wie bei den Borsten des Klauenteils der Unterlippe — Nervenendigungen heranbegeben, so daß ihre sensorielle Bedeutung außer Zweifel steht: Die zwei oberen Reihen zu je fünf Exemplaren stehen ungefähr alternierend zueinander, mit Ausnahme der mittleren Borsten, die in gerader Linie untereinander angeordnet sind. Die dritte Reihe besteht aus vier Borsten, die unter den vier seitlichen

Borsten der zweiten Reihe stehen. Der distale Rand wird ebenso wie der proximale von einem verdickten Chitinstreifen eingefasst, der ventralwärts dicht mit Haken besetzt ist, wobei in der Medianlinie eine deutliche Lücke gewahrt bleibt, die noch durch eine leichte Einkerbung im eigentlichen Labrum verstärkt erscheint¹.

Am distalen Ende des Labrum schlägt sich seine Vorderwand nach innen um und verläuft nun als Epipharynx bis zum Darmrohr, in dessen dorsale Wandung er auf Sagittalschnitten unmerklich überzugehen scheint (siehe Textfig. 1). In Wirklichkeit ist



Textfig. 1.

Sagittalschnitt durch die obere Partie des Kopfes von *Tomocerus plumbeus* L. *Bo.*, Borsten; *Ch.H.*, Chitinhaken; *Ch.W.*, Chitinwulst; *Dep.*, Depressoren des Labrum; *Dil.*, Dilatatoren des Epipharynx; *Ep.*, Epipharynx; *Fa.*, faserige Differenzierungen; *S.*, Chitinsehne der Depressoren.

der Epipharynx ein ziemlich genau begrenztes Gebilde, was sich am besten auf Totalpräparaten erkennen läßt (siehe Taf. XXXIV, Fig. 1). An der Umschlagsstelle finden sich die oben erwähnten Chitinhaken, die in mehrere Reihen angeordnet sind, von denen sich die vorderste durch besonders kräftige Bildungen auszeichnet (Textfig. 1 *Ch.H.*). Alle Haken besitzen eine nach hinten gekrümmte Spitze, wodurch sie — wie wir gleich sehen werden — befähigt werden, bei der Nahrungsaufnahme wesentliche Dienste zu leisten. Innerhalb des sich zwischen der oberen Labrumplatte und dem Epipharynx befindlichen Raumes, der nur zum Teil von Gewebs-

¹ Auf die sehr interessanten Chitinbildungen in den beiden seitlichen Winkeln des Labrum (basalwärts), die vielleicht phylogenetische Bedeutung haben, werde ich in meiner Hauptarbeit eingehen.

elementen erfüllt ist, verlaufen drei Paar symmetrisch angeordnete Muskeln (*Dep*, *Dil*), die mit beiden Teilen in Beziehung treten. Sie nehmen sämtlich ihren Ursprung an dem dicken Chitinwulste (*Ch. W*), welcher die hintere Wand der Falte bildet, die das Labrum vom Clypeus trennt. Ein Paar der Muskeln (*Dep*) können wir als Labrumdepressoren bezeichnen. Sie entspringen in Gestalt zweier breiter halbkreisförmig gebogener Bänder (siehe auch Textfig. 2 und 3 *Dep*), die ihre Konkavität nach unten kehren, getrennt voneinander und symmetrisch zur Medianlinie an dem vorerwähnten Chitinwulst¹ und begeben sich dann nach der distalen Partie des Epipharynx, wobei sie stark gegeneinander konvergieren. In etwas mehr als der Hälfte des Weges kommt es zum Zusammentreffen beider Muskeln und zur gemeinschaftlichen Insertion an einer »Chitinsehne« (*S*), die sich ihrerseits mit büscheliger Auffaserung an der mit Chitinhaken besetzten vorderen Partie des Epipharynx befestigt. Die Bedeutung der Muskeln ist einleuchtend: Wenn sie sich kontrahieren wird das Labrum mit dem Epipharynx nach unten gezogen. Es kann also hierdurch ein Verschluss des Mundes bewerkstelligt werden. Da die Chitinwand des Labrum am distalen Ende ganz besonders dünn ist, so erfolgt hier bei jeder Kontraktion ein nach innen gerichtetes Abbiegen des Randes. Ein Erschlaffen der Depressoren bedeutet zugleich ein selbständiges Aufrichten des Labralapparates, der, infolge seiner Aussteifung mit Chitinelementen, eine hohe Elastizität besitzt. Antagonisten sind aus diesem Grunde für das Labrum nicht nötig. Infolge von rhythmisch aufeinander folgenden Kontraktionen und Erschlaffungen der Depressoren schlagen sich die Chitinhaken des Epipharynx in gewissen Zeitabschnitten in die von Mandibeln und Maxillen zum Mund geführten Nahrungskörper ein, wodurch deren Weiterbeförderung in die Mundhöhle und von da in die übrigen Darmabschnitte erzielt wird.

Was nun die beiden andern Muskelpaare anbetrifft, so sind sie ihrer Funktion nach Dilatoren desjenigen Darmabschnittes, dessen dorsale Partie vom Epipharynx gebildet wird, nämlich der Mundhöhle². Wie schon oben erwähnt entspringen sie an der Rückwand

¹ Die inneren Partien dieser Bänder reichen an ihren Insertionsstellen etwas weiter nach hinten als die äußeren.

² Merkwürdigerweise bezeichnet FOLSOM (JUSTUS WATSON FOLSOM, The anatomy and physiology of the mouth parts of the collembolan, *Orchesella cincta* L. Bulletin of the Mus. of Comp. Zool. at Harvard College. Vol. XXXV. No. 2. 1899) die Mundhöhle als Pharynx, wobei er nicht angibt, was man bei dieser Auffassung als Mundhöhle anzunehmen hat. Den eigentlichen Pharynx dagegen,

der Chitinfalte, die das Labrum vom Clypeus trennt. Das vordere Paar entspringt hinter den Depressoren; es begibt sich dann für eine kurze Strecke in die Konkavität dieser Muskeln und inseriert schließlich am Epipharynx symmetrisch zur Medianlinie an Stellen, die sich durch eine besondere Bezahnung auszeichnen. Das hintere Paar Dilatatorens entspringt ein wenig hinter dem ersten Paar und inseriert weiter hinten am Epipharynx in analoger Weise. Ich werde später die vier Anheftungsstellen der Dilatatorens noch besonders kennzeichnen. Charakteristisch auch für diese Muskeln sind die faserigen Differenzierungen an ihren Insertionsstellen (Textfig. 1 *Fa*). Wir werden diese Erscheinung auch noch bei andern Kopfmuskeln konstatieren können. Die Aufgabe der Epipharynxdilatorens besteht nun darin, die Mundhöhle zu erweitern. Erschlaffen die Muskeln, so kehrt der Epipharynx, infolge der Elastizität seiner Chitinelemente, in seine ursprüngliche Lage zurück. Ich werde am Schlusse dieses Kapitels, wenn wir die Organisation des Epipharynx etwas näher kennen gelernt haben, darstellen, wie die drei Paar Muskeln zusammenwirken.

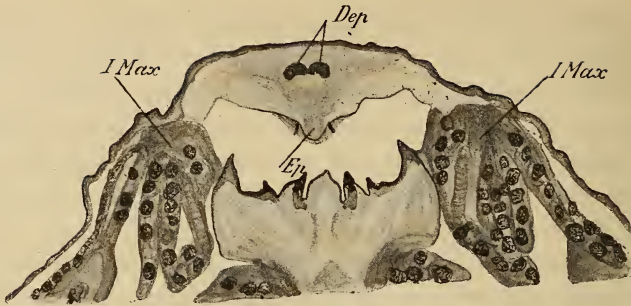
Betrachtet man einen Epipharynx, abgelöst von den Organen, die mit ihm in Beziehung treten, von der Fläche, so erscheint er als ein sehr kompliziertes Gebilde, das sich überdies durch eine sehr bemerkenswerte Eigenschaft auszeichnet: es ist nämlich in seinem vorderen Teile stark asymmetrisch. Seine Asymmetrie erstreckt sich indessen nicht auf seine äußere Form, sondern auf die Art der Anordnung einer Anzahl seiner Teile. Ob diese Asymmetrie in Beziehung gebracht werden kann zur Asymmetrie gewisser andrer Teile der Freißwerkzeuge, wie z. B. der Mandibeln, bleibt dahingestellt. Deutlich lassen sich am Epipharynx zwei Partien unterscheiden: Einen vorderen mit allen möglichen spitzen und zackigen Bildungen versehenen Teil, dem bei der Zerkleinerung der Nahrung eine gewisse Rolle zugeteilt ist und einen hinteren durch zwei komplizierte laterale Chitinfalten ausgezeichneten Teil, dem neben obiger Funktion noch die Aufgabe zufällt, die Nahrung zum Pharynx hinzuleiten. Betrachten wir zunächst die vordere Partie. Dort wo das Labrum sich nach innen umschlägt und zum Epipharynx

der sich durch seine stärkere Muskulatur, besonders durch seine Dilatatorens, von dem übrigen Darmrohr unterscheidet, faßt er mit der darauffolgenden Darmpartie als Oesophagus auf. Außer von FOLSOM wird diese Anschauung meines Wissens von keinem andern Forscher vertreten.

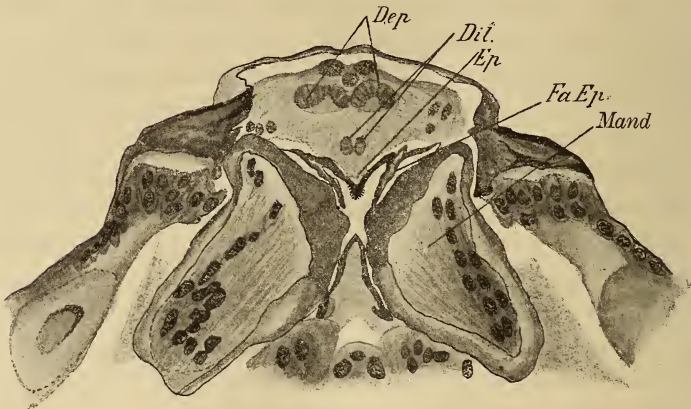
wird¹, befindet sich die erste asymmetrische Bildung, nämlich ein relativ breiter Saum, der in fünf asymmetrische Felder zerfällt, die dicht mit den bereits oben erwähnten, nach hinten gebogenen Chitinbaken besetzt sind. Hieran schließen sich eine Anzahl schwer zu beschreibender plattenartiger und gezählener Bildungen, die auf jeder Seite ein verschiedenes Aussehen haben und sich wohl am besten aus der beigegeführten Zeichnung (Taf. XXXIV, Fig. 1) erkennen lassen. Am meisten fällt auf der linken Seite eine sägenartig gezähnelte Platte und auf der rechten eine tomahawkartige Bildung auf, an der sich deutlich ein Schaftstiel von einem Beilteil unterscheiden läßt. Letzterer hat indessen nur äußerlich die Gestalt eines Beils: Er besteht eigentlich aus einer Anzahl büschelförmig angeordneter Chitinhaken. — Beide Apparate (der sägenförmige wie der tomahawkartige) setzen sich nach hinten in ein starkes symmetrisch zur Mittellinie angeordnetes Chitingerüst fort, das als zwei lange, schmale Platten zu betrachten ist, die sich in übereinstimmender Weise durch Fortsätze zum Teil am Epipharynx, zum Teil am Darm und den Paraglossen befestigen und über die sich zwei noch zu beschreibende Chitinplatten weg erstrecken.

Der mittlere Teil der unteren Epipharynxhälfte zeichnet sich besonders in seinem vorderen Teil durch eine Anzahl streng symmetrisch zur Mediane angeordneter Vorsprünge und Höcker aus, auf denen sich zahlreiche Stacheln und Spitzen befinden. — Sowohl auf Totalpräparaten wie auf Querschnitten — siehe Textfig. 2—4 — läßt sich nachweisen, daß der Epipharynx in der Medianlinie stark gewölbt ist. Der Effekt hiervon ist, daß die stacheligen und höckerigen Teile des Organs um so mehr zur Geltung kommen. Noch etwas vor dem Ende der ersten Hälfte des Epipharynx treten an jeder Seite zwei Chitinfalten auf, die deutlich in je vier fächerförmig aneinandergelegte Teile zerfallen, deren letzter am ausgedehntesten ist. Durch diese Chitinfalten wird entlang der Mittellinie des Epipharynx eine Rinne erzeugt, deren Öffnung nach der Ventralseite zu gerichtet ist. Im ersten Drittel dieser Rinne (siehe Taf. XXXIV, Fig. 1)

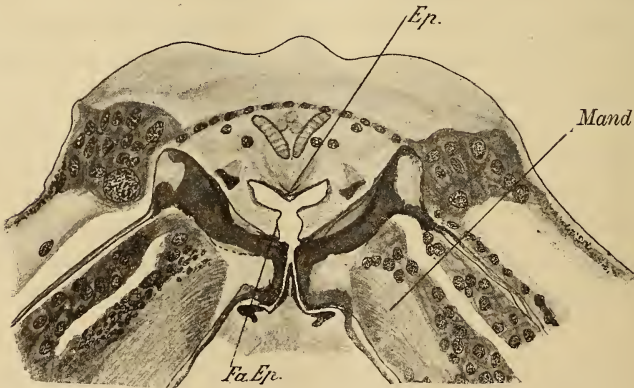
¹ Ich bezeichne somit als Epipharynx den ganzen oberen Teil der Mundhöhle, der sich von der Umschlagstelle der vorderen Labrumplatte bis zum Beginn des Pharynx hinzieht. Somit wird die Unterseite des Labrum aus dem Vorderteil des Epipharynx gebildet. Wollte man den Epipharynx erst etwa in der Gegend der Dilatatoren beginnen lassen, um der Labrumfalte ein einheitliches Gepräge zu wahren, so wäre dies nicht mit dem Charakter der dorsalen Mundhöhlenwand zu vereinigen, die eine durchaus einheitlich gebaute Bildung darstellt.



Textfig. 2.



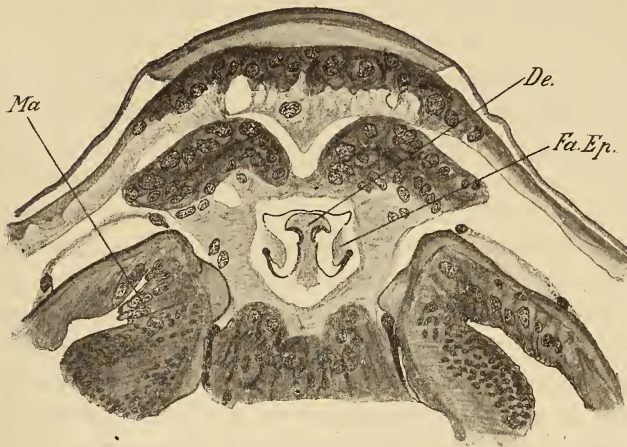
Textfig. 3.



Textfig. 4.

Textfig. 2—4.

Eine Reihe von etwas schiefen Querschnitten durch den Epipharynx und den oberen Teil der Zunge. Fig. 2. Querschnitt durch die vordere Hälfte des Epipharynx. Fig. 3. Querschnitt in der Gegend des Endes der vorderen Hälfte der Epipharyngealrinne. Fig. 4. Querschnitt durch den hinteren Teil der Epipharyngealrinne.



Textfig. 5.



Textfig. 6.

Textfig. 5 und 6.

Eine Reihe von etwas schiefen Querschnitten durch den Epipharynx und den oberen Teil der Zunge. Fig. 5. Querschnitt durch den Teil mit dem Pharynxdeckel. Fig. 6. Querschnitt kurz hinter dem Teil mit dem Deckel geführt. Bezeichnungen wie bei Fig. 1, sonst noch: *Da*, Darm (Pharynx); *De*, Deckel des Pharynx; *Fa. Ep.*, Faltenbildung, durch welche die Epipharyngealrinne zustande kommt; *Mand.*, Mandibeln; *I. Max.*, erste Maxille.

ist der Spalt noch sehr ansehnlich. Etwas vor der Mitte ihres Verlaufs nähern sich die Ränder beider Faltenbildungen um ein Bedeutendes und gehen dann für eine ziemliche Strecke parallel nebeneinander her, um sich schließlich gegen ihr Ende wieder voneinander zu entfernen. Untersuchen wir die lateralen Falten der Rinne — ich will sie »Epipharyngealrinne« nennen — auf Querschnitten (Textfig. 3 und 4), so finden wir, daß sie sich nach hinten zu

stetig verdicken, um endlich in die Paraglossen überzugehen (Textfig. 5)¹.

Der so eigenartig beschaffenen Epipharyngealrinne kommen nun zwei Funktionen zu: sie dient als Leitungsbahn der aufgenommenen Nahrung und hilft mit, sie zu verkleinern. An jenen Stellen, wo sie mit der Mundhöhle kommuniziert, tritt sie noch mit andern Kauwerkzeugen in Berührung, nämlich mit den Mandibeln und mit der Zunge oder, genauer ausgedrückt, mit demjenigen oberen Teil der Zunge, den man als die Paraglossen bezeichnet hat (siehe Textfig. 3 u. 4). Schon in seinem vorderen Teil, wo die Rinne noch nicht vorhanden ist, sehen wir den Epipharynx in funktionelle Beziehungen zu der Zunge treten (siehe Textfig. 2). Letztere steht dem ersteren mit ihrem dorsalen Teil genau gegenüber, wobei gewisse zahnartige Chitinbildungen beider Organe sich einander entgegenwirken. Indem nun lateralwärts die zwischen beiden Organen liegende Höhle von den ersten Maxillen geschlossen wird, haben wir auch vor der Epipharyngealrinne einen Kanal, durch welchen die Nahrungsstoffe nach hinten befördert werden. — Ich werde unten darauf zu sprechen kommen, wie das Zusammenwirken der einzelnen Mundwerkzeuge zu denken ist.

Ein sehr merkwürdiger Apparat bleibt noch zu beschreiben übrig, der zwar nicht als Teil des Epipharynx angesehen werden darf, mit diesem jedoch in innige Beziehung tritt. Es ist dies eine epiglottisartige Bildung, die von den Paraglossen ausgeht und sich quer über die Pharynxöffnung legt. Dort, wo die eigentliche Darmröhre beginnt, befindet sich auch die Basalstelle der Paraglossen. Demnach liegt die Mündung ersterer zwischen dem Epipharynx (dorsal) und den Paraglossen (ventral), wie das ja zum Teil schon aus den vorhergehenden Schilderungen hervorging (siehe auch Taf. XXXIV, Fig. 2). Der Pharynxdeckel stellt sich somit als ein unpaarer, medianer Lappen des dorsalen Teils der Zunge (der Paraglossen) dar, der sich quer über die eigentliche Eingangsporte des Pharynx legt und hierdurch dessen Verschuß bewerkstelligen kann. Da sich bis zum Beginn des Darmes die Falten der

¹ Die letzterwähnten Beziehungen zwischen den Epipharyngealfalten und den Paraglossen werden wohl nur Lesern klar werden, die selbst Spezialstudien über die Collembolenmundwerkzeuge getrieben haben. Es würde den Rahmen, den ich meiner Arbeit gezogen habe, überschreiten, wollte ich auf diese Verhältnisse hier näher eingehen. Ich muß ihre eingehende Berücksichtigung auf meine Hauptarbeit verschieben.

Epipharyngealrinne hinziehen, so ist es verständlich, daß erstere sich auch über den Pharynxdeckel hinwegerstrecken (Taf. XXXIV, Fig. 2 sowie Textfig. 5)¹. Hierdurch wird zweierlei bewirkt: einmal, daß die Verschiebung des Deckels nicht einen gewissen Winkel übersteigt, weiterhin, daß auch die Bewegung der Paraglossen, die ja mit dem Deckel in inniger Verbindung stehen, nicht über ein bestimmtes Maß hinausgehen kann. Welche Bedeutung hat nun dieser Deckel? — Ich denke, daß er eine Art Schluckapparat darstellt. Eine Erklärung, wie er wirkt, läßt sich meines Erachtens nur aus der Morphologie, den Lageverhältnissen und der Funktion der andern Mundapparate gewinnen. Eine direkte Beobachtung der inneren Mundwerkzeuge der Collembolen ist am lebenden Objekt aus technischen Gründen wohl ausgeschlossen.

Nachfolgend will ich nun darzustellen versuchen, welche Funktionen der Epipharynx in Gemeinschaft der an ihn herantretenden Mundorgane zu verrichten hat:

Soll Nahrung aufgenommen werden, so wird sie zuerst mit Hilfe der Mandibeln und Maxillen zum Munde geführt. Hier wird sie von dem vorderen Teil des Epipharynx ergriffen, der sich, infolge der Kontraktion der Depressoren, nach abwärts senkt und seine nach rückwärts gekrümmten Chitinbaken in sie einschlägt, wodurch sie zugleich ein Stück weiter in die Mundhöhle getrieben wird. Durch rhythmische Aufeinanderfolge von Kontraktionen und Erschlaffungen der Depressoren werden auf diese Weise die Nahrungskörper immer weiter nach hinten geschafft. Zugleich wird die Mundhöhle in ihrem vorderen Teil durch Hebung und Senkung des Epipharynx abwechselnd erweitert und verengt, wodurch eine Art Schluckbewegung zustande kommt. Entsprechend verstärkt werden die Erweiterungen und Verengerungen des vorderen Teils der Mundhöhle durch Auf- und Abwärtsbewegungen der Paraglossen, auf deren Ursache ich unten zu sprechen kommen werde. Im hinteren Teil der Mundhöhle sind es die vier Dilatatoren, die auf ähnliche Weise deren Verengung oder Erweiterung verursachen. Daß diese Vorgänge nicht nur das Hinunterschlingen der Nahrung bewerkstelligen sollen, sondern auch ihre Verkleinerung verursachen, geht schon aus dem Vorhandensein und der Anordnung der zahnartigen Chitinelemente am Epipharynx und der Zunge hervor,

¹ Bei Textfig. 5 muß beachtet werden, daß hier auf dem Schnitt nur die mittlere Partie des Deckels getroffen ist, weil dieser gewölbt ist, somit seine Fläche nicht in einer Ebene liegt.

auch wohl aus der Art, wie die Dilatatoren inserieren. Die Insertionsstellen der vier Muskeln befinden sich nämlich in der Gegend der mit Zacken besetzten, symmetrisch gelegenen Wülste in der Mitte des Epipharynx¹. Dort wo die Epipharyngealfalten auftreten liegen seitlich — gleichsam als ihre Fortsetzung — die Mandibeln (siehe Textfig. 4 u. 5), welche die in der Rinne fortgeführte Nahrung durch Bewegungen, die \perp zur Hauptachse des Organs vor sich gehen, zu verkleinern suchen. An dieser Stelle erfolgt demnach eine Bewegung von oben nach unten (Epipharynx) und seitwärts von rechts nach links und umgekehrt. Da nun hierdurch abwechselnd eine Verengerung oder eine Erweiterung des nahrungsleitenden Kanals erzeugt wird, so findet hier außer der Zerkleinerung der Nahrungssubstanzen zugleich ihre Weiterbeförderung statt. Erreichen sie endlich die Mündung des Pharynx, so verhindert der Deckel über ihm zunächst ihren Eintritt in den eigentlichen Darm. Infolge des oben beschriebenen Schluckmechanismus drängen jedoch unaufhörlich Nahrungssubstanzen nach hinten, die aus schon angeführten Gründen nicht mehr zurücktreten können. Die Folge davon ist, daß schließlich der Widerstand des Deckels überwunden und dieser nach hinten gedrückt wird, so daß nun die Nahrung den Pharynx passieren kann. Da nun der Deckel eine Fortsatzbildung der Paraglossen ist und mit diesen in sehr fester Verbindung steht, so ist es einleuchtend, daß jede Verschiebung des Deckels zugleich eine Bewegung der Paraglossen auslöst. — Deckel und Paraglossen bilden zusammen ja einen Hebel, wobei die Ursprungsstelle des ersteren zugleich den Drehpunkt des letzteren darstellt. Die Bewegung der Paraglossen beim Wegdrücken des Deckels aus seiner Ruhelage besteht aber in ihrer Annäherung an den Epipharynx. Da der Deckel mit großer Elastizität stets wieder sucht seine Ruhelage einzunehmen, so wird hierdurch eine regelrechte Auf- und Abwärtsbewegung der Paraglossen — das ist aber eine Kaubewegung — hervorgerufen. Neben dieser Funktion scheint dem Deckel noch die Aufgabe zuzufallen, eine Stauung und ein Zurücktreten der Nahrung aus dem Pharynx in die Mundhöhle zu verhindern. Was schließlich den Modus der Fortbewegung der Nahrung im Pharynx anbetrifft, so ist er bereits bekannt. Er ist zurückzuführen auf die Wirkung von Ringmuskeln und Dilatatoren.

¹ Leider habe ich auf Taf. XXXIV, Fig. 1 vergessen, die Insertionsstellen der Dilatatoren einzuzeichnen.

Sehen wir uns in der Literatur nach Angaben über die oben geschilderten Verhältnisse um, so finden wir nur sehr wenig darüber berichtet; selbst in den wenigen Arbeiten, die sich speziell mit der Anatomie der Collembolenmundwerkzeuge beschäftigen. TULLBERG¹ ist es, der den Epipharynx für die Collembolen, und zwar bei *Tomocerus vulgaris*, entdeckt hat. Er begnügte sich jedoch damit, zu konstatieren, daß die Mundhöhle oben vom Gaumen (Epipharynx) begrenzt werde, der aus einer Chitinmembran bestehe, die mit mehreren gezähnten Erhöhungen versehen sei. Über die Mundhöhle und ihre Beziehungen zum Pharynx erwähnt er noch folgendes: »Die Mundhöhle wird oben und vorn von der Oberlippe begrenzt. Die über ihr eingebogene Haut bildet den oberen Teil der Mundhöhle oder den Epipharynx. Dieser hängt nach hinten mit den beiden oberen Hypopharynxscheiben (d. h. den Paraglossen) zusammen. Zwischen diesen und dem Epipharynx wird eine ziemlich große Höhlung gebildet, die von den Mandibeln ausgefüllt ist, und im hintersten Teil dieser Höhlung öffnet sich der Pharynx.« Entsprechend diesen spärlichen Angaben geben auch die zugehörigen Figuren nur ein flüchtiges Umrißbild der betreffenden Organe. Wie wir gesehen haben, stimmen diese Befunde mit meinen Ergebnissen gut überein.

SOMMER², der wie ich über die Anatomie von *Tomocerus plumbeus* L. gearbeitet hat, erwähnt nicht einmal den Epipharynx. Ich will noch bemerken, daß er die Dilatatoren des Pharynx als Antagonisten der Ringmuskulatur betrachtet und beide als »in den Dienst der Schluck-, zum Teil auch in den des Kaugeschäfts gezogen« ansieht, eine Anschauung, die er allerdings nicht weiter begründet, der aber auch ich, wie oben zu sehen ist, beistimme. Wie aus seiner Fig. 21 Taf. XXXIV hervorgeht, hat er ebenfalls nichts von der gemeinschaftlichen Chitinsehne der Labrumkompressoren gesehen: diese Muskeln inserieren bei ihm etwa in der Mitte der inneren Fläche des Labrumschildes. Auch die Dilatatoren des Epipharynx hat SOMMER wohl gesehen; seine Abbildung zeigt jedoch nichts von ihren Beziehungen zu gewissen Chitinelementen des Epipharynx — desgleichen nichts von ihren faserbüscheligen Differenzierungen an den Insertionsstellen.

¹ TYCHO TULLBERG, Sveriges Podurider. Kongl. Svenska, Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bandet 10. No. 10. Stockholm 1872.

² ALBERT SOMMER, Über *Macrotoma plumbea*. Beiträge zur Anatomie der Poduriden. Diese Zeitschr. XLI. Bd. 1885.

Was endlich die Hauptarbeit über unsern Gegenstand, die von FOLSOM¹, anbetrifft, so finden wir auch in ihr nur wenige hierher gehörige Beobachtungen. FOLSOM hat die Zahnreihe am distalen inneren Rand des Labrum schon gesehen; auch erwähnt er, daß sie in der Mitte eine Unterbrechung erleidet, doch spricht er nicht von der Bedeutung, die ihr bei der Nahrungsaufnahme zukommt². Was der Autor sonst noch über den Epipharynx berichtet, ist recht wenig. Nachdem er die Angabe TULLBERGS zitiert hat, fährt er folgendermaßen fort: »The teeth of the epipharynx are directed towards those of the paraglossae in conjunction with which they appear to hold the food.« Sehr interessant für uns ist hierbei die Figur, auf die er sich bei diesen Angaben bezieht (Taf. IV, Fig. 30). Man sieht nämlich aus dem hier abgebildeten, allerdings sehr schematischen und nur die Umrisse gebenden Querschnitt, daß der Epipharynx bei *Orchesella cincta* L. in gewisser Hinsicht ganz ähnlich beschaffen sein muß wie bei *Tomocerus*. FOLSOM zeichnet nämlich deutlich die beiden lateralen Falten des Epipharynx, welche die Epipharyngealrinne bilden, nur hält er sie eben für Zähne (auf einem Querschnitt sieht das ja auch so ähnlich aus), die zum Halten der Nahrung bestimmt sind. Von den wirklichen Zahnbildungen scheint er — außer der oben erwähnten distalen Zahnreihe — gar nichts gesehen zu haben³. Auch FOLSOM beschreibt die beiden Depressoren des Labrum, wobei er jedoch ebenso wenig wie SOMMER eine gemeinschaftliche Sehne beider Muskeln erwähnt. Er gibt vielmehr an, daß sie dicht nebeneinander an einem inneren Vorsprung der Labrumplatte, etwa in deren Mitte inserieren, was ein ähnliches Bild wie das von SOMMER in seiner Fig. 21 dargestellte abgibt. Die Endpartien der Dilatatoren des Epipharynx zeigen ebensowenig wie bei SOMMER fädige Differenzierungen sowie Beziehungen zu Zahnbildungen am Epipharynx.

¹ l. c. S. 4.

² Allerdings ist die beigegebene Figur (Taf. II, Fig. 9) nicht leicht mit den von mir angegebenen Verhältnissen durchaus in Einklang zu bringen.

³ Um eine richtige Vorstellung von dem Epipharynx zu erlangen genügt das Anfertigen von Schnitten nicht. Es ist hierzu unbedingt erforderlich, daß man auch Totalpräparate von dem isolierten Organ herstellt, was allerdings bei der Kleinheit des Objekts mit nicht geringen technischen Schwierigkeiten verknüpft ist.

Das Tentorium.

Daß so ein wichtiger Apparat, wie das Tentorium einer ist, bis vor fünf Jahren bei den Collembolen ganz unbekannt war, zeigt, wie wenig eingehend bisher die Mundwerkzeuge dieser Gruppe studiert worden sind. FOLSOM¹ gebührt das Verdienst, das Tentorium für *Orchesella cincta* L. entdeckt und näher beschrieben zu haben. Seit dieser Zeit hat sich meines Wissens kein Forscher mehr mit diesem interessanten und komplizierten Apparat beschäftigt.

Nach dem eben Gesagten könnte der Leser wohl auf den Gedanken kommen, daß das Tentorium einen außerordentlich kleinen Apparat darstelle, der eben hierdurch der Aufmerksamkeit der Forscher entslüpft sei. Dies ist indessen durchaus nicht der Fall. Im Verhältnis zum Kopf des Tieres hat er sogar recht beträchtliche Dimensionen. Seine Länge beträgt mehr als die Hälfte der Längsausdehnung des Kopfes. Es sind vielmehr einige technische Gründe, welche das Studium des Tentoriums ungünstig beeinflussen. Zunächst schon die Schwierigkeit, eine kontinuierliche Serie gut erhaltener Schnitte durch den Collembolenkopf mit allen seinen Organen zu bekommen. Sodann das Erfordernis einer Färbemethode, die das Tentorium gut differenziert, so daß es sich leicht von den oft in innigste Beziehung mit ihm tretenden übrigen Mundteilen und Muskeln unterscheiden läßt. Durch mikroskopische Präparation läßt sich ja leider — im Gegensatz zum Epipharynx — kein Einblick in unser Organ gewinnen und zwar aus folgenden Gründen: Wie wir noch sehen werden, befestigen sich am Tentorium eine Unmenge von Muskeln. Diese von dem Apparat einzeln abzulösen, halte ich geradezu für unmöglich, da sie so fest daran haften, daß ihre Entfernung ohne Verletzung des Organs nicht zu erreichen ist. Und doch ließen sich ohnedies nicht einmal gröbere Details an ihm erkennen, da die Muskeln alle Flächen des Tentoriums bedecken. Von einer Behandlung des Objekts mit Kalilauge zur Entfernung der plasmatischen Elemente muß aber schon deshalb abgesehen werden, weil — wie schon FOLSOM bemerkt — hierdurch die feineren Teile des Organs zerstört werden.

Ich habe mir die große Mühe gemacht, das Tentorium zweimal nach gut erhaltenen Schnittserien durch Plattenmodelle zu re-

¹ l. c. S. 4. FOLSOM behandelt allerdings das Tentorium auch in seiner späteren embryologischen Arbeit l. c. S. 25, doch geht er hierbei auf die Morphologie des fertigen Apparates nicht näher ein.

konstruieren — einmal nach Querschnitten, das andre Mal nach Frontalschnitten. Wenngleich ich hierdurch auch eine befriedigende Vorstellung von der Morphologie des Gebildes erlangt habe, so bestehen doch zwischen den einzelnen Teilen der Modelle zu große Lagendifferenzen, als daß ich nach ihnen an dieser Stelle ein Habitusbild des Organs geben möchte. Die Gründe für diese Ungenauigkeiten liegen in seiner Kompliziertheit und in den starken Vergrößerungen, die bei Anfertigung der Modelle angewandt wurden und welche die Anbringung von Richtungsebenen oder -Linien nicht zuließen.

Ich hoffe, diese Lücke in meiner nächsten Publikation ausfüllen zu können.

Das Tentorium besteht aus einem langgestreckten chitinösen Apparat, der sich unterhalb des im Kopf verlaufenden Darmteils hinzieht, mit letzterem jedoch an keiner Stelle in direkte Beziehung tritt. Wir können an ihm einen eigentlichen Körper von plattenartiger Gestalt und eine ganze Reihe von armartigen Bildungen unterscheiden. Sowohl am Körper wie an den Armen befestigen sich Muskeln in großer Zahl, denen die verschiedensten Funktionen zukommen. Alle Mundapparate mit alleiniger Ausnahme von Labrum und Epipharynx treten durch Muskelzüge mit dem Tentorium in Verbindung. Außer den von den Kauwerkzeugen herkommenden Muskeln existieren jedoch noch andre, die allein dem Tentorium zukommen, insofern sie den Apparat unmittelbar an der Kopfwand befestigen und keine Verbindung mit andern Mundteilen eingehen.

Der eigentliche Tentoriumkörper, d. h. das Tentorium ohne die Arme, ist ein recht schwer zu beschreibendes Gebilde. Cum grano salis kann man es sich als eine im Querschnitt \sim -förmig gebogene Platte vorstellen, die ihre Konkavität der dorsalen Kopfwand zukehrt. Sie ist jedoch in verschiedenen Bezirken der Medianfläche mit Löchern versehen, durch welche gewisse Muskeln ziehen. Der Darm verläuft zumeist eine ziemliche Strecke über der Konkavfläche, doch ist er verschiedentlich durch chitinisierte dünne Membranen mit dem Tentorium verbunden. Der Tentoriumkörper beginnt, von vorn gerechnet, dicht hinter dem Schlundring, dem er sich innig anschmiegt; die vorderen Armbildungen hingegen ragen noch weit über das Nervensystem hinaus. Im ganzen gibt es dreizehn Arme, denen zum Teil recht wichtige Funktionen zukommen. Zwölf davon treten als paarige Bildungen auf, ein einziger Arm, der hintere, ist unpaar, hat jedoch einen paarigen, symmetrisch gelegenen

Endabschnitt, so daß auch hier eine gewisse Duplicität gewahrt bleibt. Gehen wir jetzt zur Besprechung der einzelnen Armbildungen über:

Das vorderste Armpaar ist gleich eines der interessantesten. Es zweigt sich an der vorderen und unteren Endpartie des Tentoriumkörpers ab, wobei es mit dessen Längsachse nach unten zu einen stumpfen Winkel bildet. Beide Arme divergieren etwas in ihrem Verlauf (siehe Taf. XXXIV, Fig. 3 *v.T.*). Sie schmiegen sich dicht an die untere Partie des Schlundringes an. Schließlich vereinigen sie sich mit den Paraglossen an deren Basalstelle (siehe auch Taf. XXXIV, Fig. 2).

Ich habe die eben beschriebenen Gebilde als vordere Tentoriumarme bezeichnet, weil sie FOLSOM so genannt hat und ich mich später mit diesem Forscher über diesen Gegenstand auseinandersetzen muß. In Wirklichkeit müssen sie je und je als Bildung *sui generis* betrachtet werden, da sie weder dem Tentorium noch den Paraglossen zugehören. Sie unterscheiden sich zunächst von den übrigen Tentoriumarmen schon auffällig dadurch, daß sie im wesentlichen aus zwei Teilen bestehen — einem plasmatischen und einem eigentümlich geformten chitinösen Anteil (siehe Textfig. 7—11). Der plasmatische Teil ist als Matrix des chitinösen anzusehen. Er enthält von Strecke zu Strecke umfangreiche Kerne (siehe Textfig. 9 u. 10). Der Chitinteil stellt eine stabartige Bildung dar, die im Inneren einen Hohlraum besitzt und die sich — wie man wohl aus ihrem intensiven Färbevermögen schließen darf — durch ein besonders festes Gefüge auszeichnet. Dieser Stab geht nun weder unmittelbar in das Chitin des Tentoriums noch in das der Paraglossen über. An letzterem erstreckt es sich vielmehr in je einer grubenartigen Vertiefung mit seinem plasmatischen Anteil noch eine ganze Strecke weit an der unteren Fläche des Körpers hin, bis er — sich immer mehr verjüngend — endlich frei aufhört (siehe Tafelfig. 3). Eigentümlich ist die Art, wie der Stab an dem Tentorium verankert wird (siehe Textfig. 7 u. 8). Es erstrecken sich nämlich von ihm aus radiär angeordnete fadenartige Differenzierungen durch das Plasma bis zur Chitinfläche. Sie erinnern lebhaft an die Faserbündel, die wir bereits am Ende der Depressoren des Labrum und den Dilatatoren des Epipharynx kennen gelernt haben.

Ebensowenig wie in das Tentorium gehen die beiden Arme in die Paraglossen über. Es fällt nicht schwer, auch an dieser Stelle deutlich die Grenzen beider Teile festzustellen, wie das

sowohl aus Tafelfig. 3 als aus Textfig. 11 mit genügender Klarheit hervorgeht. Die Arme zeigen hier eine keulenförmige Anschwellung, die noch dadurch von Interesse ist, daß sie an ihren freien lateralen Partien von einer Chitinmasse umgeben werden, die als direkte Fortsatzbildung des Chitinstabs anzusehen ist. Diese Chitinwülste haben eine praktische Bedeutung für die Mandibeln: Sie stehen nämlich gewissen Verdickungen dieser Mundwerkzeuge gerade gegenüber, so daß man wohl nicht fehlgeht, wenn man sie als deren Drehpunkte ansieht; um so mehr als letztere durch eine Chitinmembran, die sich ebenfalls von dem Stab abspaltet, und die sich unterhalb des Höckers befestigt, gewaltsam in der Nähe der Armendigungen festgehalten werden.

Trotz allem bisher Gesagten besteht eine direkte, wenn auch äußerst dünne Brücke zwischen Tentorium und Paraglossen: Wie Textfig. 7—11 zeigen, geht vom Tentoriumkörper dorsal ein stets sich verschmälernder Chitinstreifen aus, der in der Kante verläuft und sich schließlich an den keulenförmigen Enden der Arme plattenartig verbreitert¹.

Auf die Art und die Bedeutung der Muskeln, die sich am Tentorium befestigen, werde ich in allgemeinen Zügen in dem Abschnitt über die Funktion des Gebildes zu sprechen kommen.

Die nächsten Arme, die wir nun vornehmen wollen, erstrecken sich nach vorn dorsalwärts. Es sind zwei Paare, deren Abzweigungsstellen ungefähr in derselben Ebene liegen. Letztere sind sehr gut auf Textfig. 7 (die beiden dorsalen Spitzen) zu sehen. Die beiden der Mediane genäherten Arme verlaufen am Schlundring dicht an dessen innere, d. h. dem Darm genäherten Fläche angeschmiegt. Sie konvergieren hierbei stark und vereinigen sich noch innerhalb des Nervenringes in einer umfangreichen klotzartigen Chitinmasse, an die sich zahlreiche Muskeln befestigen. Jenseits der Vereinigungsstelle teilt sich erstere in eine Anzahl symmetrisch angeordneter Stäbe, die sich rechts und links in weitem Bogen durch den dorsalen Teil des Kopfes ziehen, um mit dem dort befindlichen plasmatischen Gewebe zu verwachsen.

Das äußere Paar der vorderen dorsalen Arme verläuft lateral vom Schlundring, ohne ihn zu berühren. Es divergiert sehr stark, wobei jeder Teil sich etwas flächenhaft verbreitert. Gegen Ende

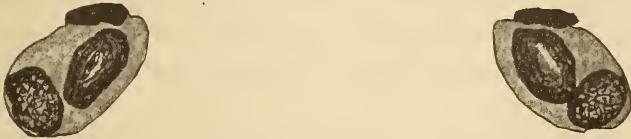
¹ Er besitzt das Färbevermögen des Tentoriums, unterscheidet sich deshalb leicht von der Chitinmasse des Stabes.



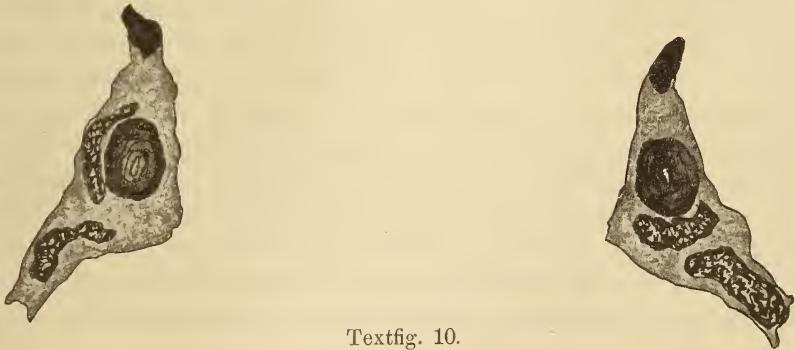
Textfig. 7.



Textfig. 8.



Textfig. 9.



Textfig. 10.

Textfig. 7—10.

Querschnitte durch die »vorderen Tentoriumarme«. Fig. 7. Vorderes Ende des Tentoriumkörpers. Die »vorderen Tentoriumarme« liegen nach unten in einer grabenartigen Vertiefung. Jeder Chitinstab ist von einer Plasmamasse umgeben und durch faserige radiär gerichtete Stränge mit dem Körper des Tentoriums verbunden. Die beiden oberen Spitzen stellen die Basalstellen des zweiten und dritten Armpaares dar. Fig. 8. Gegend, wo der Nervenring beginnt. Fig. 9. Mittlere Armgegend. Der plasmatische Teil enthält große Kerne. Oben erkennt man die feinen stabartigen Fortsätze des Tentoriumkörpers. Fig. 10. Gegend kurz vor der Vereinigung der Arme mit den Paraglossen. Der plasmatische Teil der Arme hat an Umfang gewonnen. An der oberen Ecke findet sich der Tentoriumfortsatz.



Textfig. 11.

Querschnitt durch die »vorderen Tentoriumarme«. Fig. 11. Stelle der Vereinigung der Arme mit den Paraglossen. Seitlich ist die Ursprungsstelle eines I. Maxillarmuskels getroffen. (Diese Figur wurde aus Raumrücksichten, im Verhältnis zu den übrigen Bildern der Serie, auf $\frac{2}{3}$ der Originalgröße reduziert.)

des Verlaufs teilt jeder Arm sich in eine Anzahl Nebenarme, die sich an dem chitinösen inneren Teil der Stemmata oder in deren Umkreis befestigen. Diese Arme stehen allein von allen andern in keiner Beziehung zu Muskeln. Sie dienen deshalb nur zur Befestigung des Tentoriums am vorderen dorsal seitlichen Teil des Kopfes.

Das vierte und fünfte Armpaar gehört zu den wichtigsten Teilen des Tentoriums. Das eine Paar erstreckt sich etwas schief zur Vertikalen nach oben; das andre ungefähr in derselben Richtung nach abwärts. Es ist deshalb möglich, auf einem schiefen Querschnitt beide Gebilde zu treffen (siehe Tafelfig. 4). Beide Armpaare divergieren etwas in ihrem Verlauf. Sie stehen nicht in direkter Beziehung zu der Kopfwand, sondern indirekt erst durch Vermittelung von Muskeln. In der Art und Weise, wie die Muskeln sich an der Kopfwand befestigen, ergibt sich jedoch ein Unterschied zwischen beiden Armpaaren: Während die Muskeln der ventralen Arme direkt an der Kopfwand ihren Ursprung nehmen, geschieht dies bei den Muskeln der dorsalen Arme durch Vermittelung einer Sehne. Auch bei diesen Muskeln treffen wir wieder an den Enden die eigentümlichen faserigen Differenzierungen. Die einzelnen Fäden lassen sich dabei deutlich bis in die inneren Chitinlamellen hinein verfolgen. Die sich dunkler färbende Substanz zwischen je zwei Fäden erscheint infolgedessen auf dem Schnitte wie je ein Knötchen. Mit dem oben Gesagten sind indessen die Differenzen zwischen den dorsalen und den ventralen Armen noch nicht erschöpft. An Sagittalschnitten zeigt sich nämlich ein ganz andres Bild als das durch

Tafelfig. 4 dargestellte. Hier treten deutlich einige Besonderheiten der ventralen Arme auf. Zunächst erweisen sich ihre Muskeln als bedeutend mächtiger als die dorsalen; sie bestehen aus zwei umfangreichen Partien. Sodann inseriert an der Terminalfläche der ventralen Arme je ein dem Tentorium nicht zugehöriger Muskel, der sich nach hinten zieht. Die interessanteste Bildung stellt aber eine Abzweigung jedes Armes nach vorn dar und zwar an der Stelle, wo die eigentlichen Tentoriummuskeln inserieren. Diese Zweigbildung läuft eine Strecke lang an der Seite des Nervensystems hin und befestigt sich schließlich mit büscheliger Auffaserung an der vorderen inneren Partie der Zungenbeine.

Von dem sechsten Armpaar gebe ich in Tafelfig. 5 eine Abbildung. Es entwickelt sich aus einem unpaaren, schmalen Medianteil des Tentoriumkörpers als zwei lange starke Chitinstäbe, die sich nach hinten und ventralwärts erstrecken. Auch an sie befestigen sich echte Tentoriummuskeln, welche sich an ihrem Ende in zwei starke Chitinsehnen verlängern, die einerseits mit den großen tubulösen Kopfdrüsen¹ verwachsen sind, andererseits sich mit ihren faserig differenzierten Endteilen an der Chitinhaut der ventralen hinteren Kopfwand anheften. Sehr kompliziert werden die Verhältnisse dadurch, daß in der Nähe des Ausgangspunktes der sechsten Arme der Fußabschnitt der Glossa mit den seitlichen Teilen des Tentoriumkörpers verwächst und jederseits durch mehrere Muskeln mit den Armen in Beziehung tritt. Doch davon werden wir später einiges erfahren.

In direktem Anschluß an die auf Tafelfig. 5 gezeichnete winklige Partie des Tentoriumkörpers (von der die beiden Arme ausgehen) setzt sich nach hinten und etwas nach unten gerichtet eine im Durchschnitt ovale lange Stange an, die genau in der Mediane liegt und mit einer wagenbalkenartigen Querstange endigt. Die seitlichen Enden dieser Querstange befestigen sich schließlich jederseits mit einer hell sich färbenden faserbüscheligen Partie an dem am meisten nach innen reichenden winkligen Teil der tubulösen Drüse.

¹ Siehe R. W. HOFFMANN, Über den Ventraltubus von *Tomocerus plumbeus* L. und seine Beziehungen zu den großen unteren Kopfdrüsen. Ein Beitrag zur Kenntnis der *Collembolen*. Zoolog. Anzeiger. XXVIII. Bd. Nr. 3. 1904.

Wenden wir uns nun zu den Leistungen des Tentoriums, so lassen sich zweifellos zwei Funktionen nachweisen: eine passive — wenn ich so sagen darf —, die darin besteht, daß der Apparat zahlreichen Muskeln als Ursprungsstelle dient und eine aktive, die ihn in den Stand setzt, sich selbsttätig zu verschieben, was natürlich eine Lageveränderung aller jener Mundwerkzeuge zur Folge haben muß, die mit dem Tentorium in irgendeiner Weise verbunden sind.

Ich kann hier natürlich nur einen flüchtigen Überblick über die Muskelzüge geben, die sich an dem Tentorium befestigen, da zum vollen Verständnis ihres Verlaufs die Kenntnis ihrer Insertionsstellen an den betreffenden Mundteilen gehört. Desgleichen wird es mir nicht möglich sein, eine erschöpfende Darstellung der aktiven Funktion des Tentoriums ohne Berücksichtigung der Organisation und Lage der gesamten Kauwerkzeuge zu geben. Alle diese Dinge werde ich eingehend in meiner ausführlichen Arbeit berücksichtigen.

Einer großen Anzahl der Tentoriummuskeln fällt bei der Bewegung des Kopfes eine hier nicht näher zu charakterisierende Aufgabe zu. Es sind deren nicht weniger als zehn Paare. Sie haben ihre Ursprungsstellen im Thorax, zumeist an seiner ventralen Seite. Die Insertionsstellen liegen dagegen an den verschiedensten Stellen des Tentoriums. Schon gleich der unpaare letzte Arm dient in seinem Medianpunkt als Insertionsstelle für derartige Muskeln. Andre wieder inserieren an den lateralen Partien des hinteren Tentoriumkörpers. Überhaupt überschreiten die Insertionsstellen dieser Muskeln nicht das Territorium der mittleren Arme. Zwei Paare der Kopfbewegungsmuskeln haben sehr merkwürdige Insertionsstellen, nämlich die Endteile der ventralen mittleren Arme, und zwar hinter der Stelle, wo sich die ventralen Tentoriummuskeln anheften. Eine Kontraktion dieser vier Kopfbewegungsmuskeln muß nun jedesmal außer der betreffenden Kopfbewegung auch eine Rückwärtsverschiebung des Tentoriums und des mit ihm verbundenen vorderen Teils der Glossa hervorrufen. Doch davon werden wir später noch etwas Näheres hören.

Sodann treten fünf Paare Mandibelmuskeln an das Tentorium, zwei Paar I. Maxillenmuskel und sechs Paar Fühlermuskel. Interessant ist es, daß nicht nur der Tentoriumkörper als Ursprungsstelle dient, sondern auch gewisse Tentoriumarme, siehe z. B. Textfig. 11. Am vorderen Teil des Zungenkörpers entspringen eine ziemliche Menge der Dilatatoren des Pharynx. Einen höchst sonderbaren Ursprungsort hat eine andre Gruppe dieser Muskeln:

nämlich die Vereinigungsstelle der ersten (inneren) Tentoriumarme. Dieser Teil der Arme bildet — wie wir schon gesehen haben — eine klotzartige kompakte Chitinmasse. Außer den Dilatatoren dient er noch einer größeren Anzahl von Fühlermuskeln als Anheftungsstelle. Sehr komplizierte Verhältnisse treten an jener Partie auf, wo der Fußteil der Glossa mit dem Tentorium verwachsen ist. Die beiden Verwachsungsstellen liegen in ziemlicher Nähe des Gipfelpunktes des letzten Armpaares. Mit diesen stehen auch die Glossateile in inniger Beziehung. In Tafelfig. 5 habe ich durch ein † die Stellen angegeben, wo sich zwei Muskeln von dem Sehnen- teil der Arme abzweigen. Sie treten einerseits mit der seitlichen Tentoriumlamelle, anderseits mit dem Fußteil der Glossa in Beziehung. Sodann gibt es noch folgende Muskeln an letzterem. Ein dickerer und ein dünnerer Muskel, die beide seitlich vom Muskel † an dem Fußteil inserieren und sich nach der tubulösen Drüse hinziehen, an der sie seitlich von den sechsten Armen inserieren. (Der dünne Muskel ganz am lateralen Ende der Drüse.) Ein sehr merkwürdiges Gebilde stellt endlich noch ein quer zur Mediane des Kopfes gerichteter unpaarer Muskel dar, der die inneren Partien der Fußteile der Glossa miteinander verbindet und dem zweifellos die Aufgabe zufällt, beide Fußteile einander zu nähern.

An einer größeren Anzahl von Stellen erscheint das Tentorium fest fixiert: 1) durch das erste Tentoriumarmpaar an der dorsalen Kopfwand; 2) durch das zweite Tentoriumarmpaar in der Augengegend des Kopfes; 3) durch den unpaaren letzten Arm (den dreizehnten) am ventralen Hinterende des Kopfes. Sodann existieren zwei Befestigungsmoden, die das Tentorium in Beziehung zu einem andern Mundorgan — nämlich der Zunge — bringt; und zwar durch die »vorderen Tentoriumarme« und durch die Ausläufer der mittleren ventralen Arme. Ich will gleich hier gestehen, daß ich bis jetzt noch nicht klar darüber bin, welche Wirkung diese letzten beiden Verbindungen auf das Tentorium auszuüben vermögen, da ich die Art und den Grad der Bewegungsfähigkeit des gesamten Zungenapparates noch nicht genau beurteilen kann.

Schon aus den vorhergehenden Zeilen wird der Leser den Eindruck gewonnen haben, daß das Tentorium kein rein passiver Apparat sein kann: Den festen, oder — wie die beiden letzten — vielleicht halbfesten Verbindungen des Tentoriums mit der Kopfwand (bzw. der Glossa) stehen Verbindungen entgegen, welche eine

freie Beweglichkeit des Apparates ermöglichen. Die Muskeln der dorsalen und ventralen mittleren Arme erlauben entsprechend seine Verschiebung nach oben oder nach unten. Die Muskeln des sechsten Armpaares eine solche nach hinten. Eine Komplikation letzterer Bewegung kann aber hier durch Aktion der Fußmuskulatur der Zunge eintreten, insofern hierdurch der ganze Tentoriumapparat nicht nur nach hinten geführt, sondern auch in seinen hinteren Teilen auseinander gedehnt werden muß, da er ja fest mit dem Fußteil der Glossa verwachsen ist. Einen dieser Wirkung entgegengesetzten Effekt erzeugt wohl die Kontraktion des unpaaren, die beiden Fußenden der Glossa verbindenden Muskels.

Der Apparat, der unter allen Umständen durch aktive Verschiebungen des Tentoriums betroffen wird, ist zweifellos die Glossa mit ihren Anhängen, den Paraglossen. An nicht weniger als dreimal zwei Stellen hängen ja beide Organe miteinander zusammen. — Welche Art von Bewegung durch Kontraktion der Tentoriummuskeln an dem Zungenapparat hervorgerufen werden, will ich an dieser Stelle nicht weiter untersuchen. — Andererseits ist es klar, daß jede aktive Verschiebung des Zungenapparates auch wiederum nicht ohne Einfluß auf das Tentorium sein kann. Ebenfalls nicht unbeeinflusst können bei Verschiebungen des Tentoriums alle die Apparate bleiben, die durch Muskeln mit ihm in Verbindung stehen, wengleich die weiche und nachgiebige Masse der Muskeln Lageveränderungen des Tentoriums nicht ebenso an den zugehörigen Mundwerkzeugen fühlbar machen wird, wie wenn die Verbindung von festen Chitinstäben übernommen würde. Sodann ist es klar, daß bei Verschiebungen des Tentoriums nicht alle Kauwerkzeuge gleichmäßig beeinflußt werden. Die Art und Intensität der hierdurch hervorgerufenen Bewegung wird für jedes einzelne Mundwerkzeug von der Lage der Insertionsstellen seiner Muskeln sowie von der Tatsache abhängen, welche der Tentoriummuskeln gerade in Aktion sind. Es sind indessen nicht nur die Kauapparate, die mit dem Tentorium in Verbindung stehen, sondern auch — wie wir gesehen haben — die Fühler und der Thorax (letzterer durch die Kopfbewegungsmuskeln). Aus dieser Tatsache können wir den sehr interessanten Schluß ziehen, daß Bewegungen des **Tentoriums** auch Bewegungen des ganzen Kopfes und der Fühler hervorrufen müssen. Da aber Verschiebungen des **Tentoriums** zweifelsohne mit irgendwelchen Kaufunktionen in Beziehung zu bringen

sind, so wird kein Tier imstande sein zu fressen, ohne hierbei Kopf und Fühler zu bewegen.

Es ist nun an der Zeit, auf die Arbeit FOLSOMS — die einzige, die sich mit unserm Gegenstand beschäftigt — etwas näher einzugehen: Das Tentorium ist nach seiner Beschreibung bei *Orchesella cincta* L. »a chitinised structure in the middle of the head, underlying the oesophagus, extending upward on either side of it, and held in place by three pairs of arms diverging from the median plane«. Zwei dieser Arme sind unschwer als unsere »vorderen Tentoriumarme« zu erkennen, die beiden andern entsprechen unsern mittleren dorsalen und mittleren ventralen Armen. Alle andern Armbildungen sind FOLSOM entgangen. Was die vorderen Arme anbetrifft, so erwähnt der Forscher nicht, daß sie als besondere Gebilde anzusehen sind; er gibt auch weder Details über ihren inneren Bau, noch über die Art ihrer Befestigung am Tentorium und den Paraglossen, doch lassen gewisse Bemerkungen mit ziemlicher Sicherheit darauf schließen, daß die Verhältnisse für *Orchesella cincta* L. ganz ähnlich liegen wie für *Tomocerus plumbeus* L. Aus der Art, wie das Tentorium auf Färbungen und Behandlung mit Kalilauge reagiert, schließt er auf drei Grade der Chitinisierung. Gewisse »Ligamente«, von denen ich unten reden werde, sind nach seinen Angaben am wenigsten chitinisiert, eine mittlere Stellung hierin nimmt der Tentoriumkörper ein, während den »vorderen Tentoriumarmen« der höchste Grad der Chitinisierung zukommt.

Ich will hier nicht untersuchen, inwieweit der Grad der Färbung Schlüsse auf die Dichte einer Substanz zuläßt, da ich mich ohne dies, schon aus technischen Gründen, der Ansicht anschließe, daß die vorderen Arme von festerem Chitin sind als das eigentliche Tentorium; natürlich nur insofern, als hiermit die röhrenförmige Bildung im Inneren der Arme verstanden wird. FOLSOM führt nun als Beleg für seine Ansicht die Tatsache an, daß bei mit Kalilauge behandelten Präparaten keine Spur vom eigentlichen Tentorium, sondern nur dessen vorderen Arme zu sehen seien. Es scheint mir deshalb wahrscheinlich zu sein, daß diese Gebilde bei *Orchesella* ebenfalls nur durch einen Plasmamantel, und durch radienartig angeordnete Chitinfäden am eigentlichen Tentorium befestigt sind, um so mehr als FOLSOM noch folgende Bemerkung macht: »When the tentorium is intact, the union of these arms with the rest of the endoskeleton is distinctly indicated by two curving sutures.«

Wie ich schon erwähnte lassen sich die beiden andern von FOLSOM angegebenen Armpaare mit den von mir als dorsale und ventrale mittlere Arme bezeichneten Bildungen homologisieren. Der Forscher hat jedoch nicht erkannt, daß sie durch echte Muskeln mit der dorsalen und ventralen Kopfwand in Verbindung stehen. Er hält diese Bildungen vielmehr für chitinierte Ligamente. Die Folge hiervon ist, daß ihm »the tentorium appears to be immovably fixed in place by means of the chitinous arms and ligaments«.

Auch in seiner embryologischen Arbeit¹ scheint er für *Anurida maritima* Guér. noch derselben Ansicht zu huldigen, wie das wohl aus seiner Fig. 35, Taf. VI, hervorgeht. Wahrscheinlich ist diese Auffassung allein der ungünstigen Konservierung und Färbung seiner Objekte zuzuschreiben. Weitere Angaben von Belang macht FOLSOM in seinem Kapitel über das Tentorium nicht.

Erklärung der Abbildungen.

<i>A.d.t.Dr.</i> , Ausführgang der tubulösen Drüse;	<i>l.F.</i> , laterale Falten des Epipharynx;
<i>B</i> , beilförmiger Anhang am Epipharynx;	<i>Ma</i> , Mandibel;
<i>d</i> , dorsal;	<i>N</i> , Nervensystem;
<i>Da</i> , Darm;	<i>Pa</i> , Paraglossen;
<i>De</i> , Deckel über dem Pharynx;	<i>T</i> , Tentorium;
<i>E</i> , Epipharynx;	<i>t.Dr.</i> , tubulöse Drüse;
<i>G</i> , Glossa;	<i>Ve</i> , Ventralrinne;
	<i>v.T.</i> , die vorderen Tentoriumarme;
	<i>W</i> , Wülste am Labrum.

Tafel XXXIV.

Alle Figuren stellen Schnitte durch den Kopf von *Tomocerus plumbeus* L. dar. Sie wurden mit dem ABBESchen Zeichenapparat und bei Anwendung eines ZEISSschen Mikroskopes mit apochromatischen Linsensystemen entworfen.

Fig. 1. Der Epipharynx von der Fläche gesehen. Nach einem Totalpräparat. Die Paraglossen sind an ihrer Basalstelle abgeschnitten; desgleichen ist der Pharynxdeckel entfernt. Vergr. 150.

Fig. 2. Die untere Partie des Epipharynx. Nach einem Totalpräparat. Der Deckel, sowie ein Teil der »vorderen Tentoriumarme« sind erhalten. Vergrößerung 300.

Fig. 3. Etwas schiefer Frontalschnitt durch die vordere Hälfte des Kopfes. Die »vorderen Tentoriumarme« mit dem Tentoriumkörper sind haarscharf getroffen. Man sieht deutlich, daß die Tentoriumarme, trotz ihrer Ver-

¹ JUSTUS WATSON FOLSOM, The development of the mouth-parts of *Anurida maritima* Guér. Bulletin of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College Vol. XXXVI. No. 5. 1900.

schmelzung mit der Zunge, noch eine gewisse Selbständigkeit bewahren. Die keulenförmigen lateralen Verdickungen der Arme in dieser Gegend bilden die Artikulationsstellen für die Mandibeln, die ihrerseits, letzteren gegenüber, Chitinwülste aufweisen. Ein chitinöses Band zwischen den vorderen Tentoriumarmen und den Mandibeln wurde leider vergessen in die Zeichnung einzutragen. Es hat die Bedeutung, zu verhindern, daß die beiden Artikulationsstellen sich nicht zu weit voneinander entfernen. Vergr. 146.

Fig. 4. Schiefer Querschnitt, derart geführt, daß er die dorsalen und ventralen Tentoriumarme der Länge nach trifft. Vergr. 150.

Fig. 5. Schiefer Querschnitt durch das sechste Armpaar. Die durch † gekennzeichneten Muskeln treten je und je an den Fußabschnitt der Glossa. Die mit einem O versehenen Muskeln inserieren weiter vorn am Tentorium. Vergrößerung 150.

Zur Anatomie und Topographie des Centralnervensystems von *Branchiobdella parasita*.

Von

Dr. Friedo Schmidt

in Göttingen.

Mit 5 Figuren im Text.

Vorwort.

Nachdem durch eine Reihe früherer Autoren die äußere Anlage des Centralnervensystems von *Branchiobdella* bereits ziemlich vollständig erforscht worden ist, soll mit den vorliegenden Untersuchungen der erste Schritt zur Erschließung des inneren Baues des genannten Organsystems getan werden.

Es ist meine Absicht, die Verhältnisse des inneren Baues des Systems hier zunächst nur insoweit darzulegen, als sie sich nach der gewöhnlichen Färbemethode feststellen lassen.

Zur Erweiterung meiner früheren Mitteilungen sollen in dieser Arbeit auch die topographischen Verhältnisse des Systems eingehend erörtert werden.

Über den Nervenfaserverlauf werde ich auf Grund einer speziellen Nervenfasenfärbemethode in einer späteren Arbeit berichten.

Die im Text beigefügten Zeichnungen sind halb schematisiert. Meine Studien betreffen nur die Art *Branchiobdella parasita*.

Göttingen, den 27. Juli 1905.

Historisches.

Der erste, der an *Branchiobdella* genauere Untersuchungen anstellte, ist ODIER (1819). ODIER erkannte bereits das Nervensystem und machte die Angabe, daß das Bauchmark aus zwei Strängen bestehe und in jedem Segment ein Ganglion besitze. Im ganzen seien auf der Bauchseite zehn Knoten vorhanden. In den letzten

Segmenten seien die beiden Stränge weiter voneinander entfernt, so daß sie deutlicher wahrzunehmen seien. Abgehende Nerven hat er nicht unterscheiden können.

Die nächstfolgenden Untersuchungen von HENLE (1835) brachten bezüglich des Centralnervensystems nichts Neues.

Eine wesentliche Bereicherung erfuhr die Kenntnis vom Bau dieses Organsystems von *Branchiobdella* durch die anatomischen Studien von KEFERSTEIN (1863). KEFERSTEIN beschreibt Form und Lage der betreffenden Hauptabschnitte des Schlundrings und des Bauchmarks. In allen diesen Teilen des Systems hat KEFERSTEIN richtig das Vorhandensein von ganglionären Anschwellungen und von Ganglienzellen erkannt. Auch über die Zahl und den Ursprung der von einem segmentalen Ganglienknotten des Bauchmarks abgehenden Lateralnerven macht der Autor zutreffende Angaben.

Auch LEYDIG (1862) hat das Centralnervensystem von *Branchiobdella* in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen. In der Abhandlung »Über das Nervensystem der Anneliden« teilt LEYDIG mit, daß der Bauchstrang des Tieres aus zwei Längsstämmen besteht, die dicht zusammengedrückt sind. In den Knotten »haben die zwei durchsetzenden und anschwellenden Längsstränge auch hier nicht einmal ihre Selbständigkeit aufgegeben«. Auch hat LEYDIG zwischen diesen beiden Stämmen Spalten bemerkt. Von dem auch bei *Branchiobdella* vorkommenden »intermediären Nerv« sagt LEYDIG, er beginne (gleich wie bei den übrigen Hirudineen) vom ersten Bauchknotten (Unterschlundganglion) und ziehe so von Ganglion zu Ganglion. Als reines medianes Gebilde wurzele es in einer der Querbrücken, welche im ersten Bauchganglion die Längsstränge verbinden, und nehme auch in den übrigen Bauchknotten immer seine Richtung auf die Stellen zu, an denen die Längszüge zusammenfließen. Die Nervenzellen seien in besondere Pakete zusammengefaßt. Das obere Schlundganglion mache auf den ersten Blick einen ganglienzellosten Eindruck. Von den zwei querliegenden länglichen Kapseln der oberen Hirnportion wurzele jede mit drei Stielen am Querbande.

In einem Werke »Vom Bau des tierischen Körpers« (1864) erweitert LEYDIG seine früheren Angaben in einigen Punkten.

In LEYDIGS »Tafeln zur vergleichenden Anatomie« (1864) findet man auf Taf. II in Fig. 6 eine Abbildung des vorderen Abschnittes des Centralnervensystems von *Branchiobdella parasita*.

Nächst LEYDIG sind die bedeutendsten Untersuchungen über das Centralnervensystem von *Branchiobdella* die von DORNER (1865) und

VON LEMOINE (1880). Daher werde ich in dieser Schrift auf die Arbeiten dieser beiden Forscher in erster Linie Rücksicht zu nehmen haben. Die Darlegungen dieser werde ich jedoch weiter unten vor Aufführungen der Resultate meiner eignen Untersuchungen bringen.

Nach LEMOINE sind noch besonders zu nennen SALENSKY (1882), VOIGT (1888). SALENSKY behandelt die Entwicklung des Tieres und weist nach, wie das Centralnervensystem sich anlegt. VOIGT verweist hinsichtlich des Centralnervensystems des Tieres auf die Arbeiten früherer Autoren.

Die im vorliegenden Aufsätze berücksichtigten Arbeiten sind am Schlusse zusammengestellt.

Die Anlage des Centralnervensystems.

Zunächst will ich zur Orientierung über das in Rede stehende System von *Branchiobdella* einige allgemeine Angaben vorausschicken, die ich zumeist den Arbeiten meiner Vorgänger entnehme.

Das Centralnervensystem von *Branchiobdella parasita* setzt sich aus dem Nervenschlundring und der sich ventral daran anschließenden Bauchganglienkette zusammen. Der Schlundring besteht wieder aus zwei Teilen, dem Ganglion supraoesophageum und dem Ganglion infraoesophageum.

Angesichts der bestehenden Streitfrage, ob der Nervenschlundring als Ganzes oder ob nur die dorsal gelegene Partie, das Ganglion supraoesophageum, einem Gehirn der Wirbeltiere gleich zu erachten ist, vermeide ich im folgenden die Bezeichnung »Gehirn«. Ich gebrauche für die Teile des Schlundrings die oben erwähnten Namen.

Der Nervenschlundring ist im Vergleich zu den Bildungen der Bauchganglienkette stark entwickelt. Das Ganglion infraoesophageum übertrifft das Ganglion supraoesophageum bedeutend an Größe.

Das Ganglion supraoesophageum weicht in der Gestalt von den übrigen Ganglien ab. Das Ganglion infraoesophageum zeigt in der Anlage große Ähnlichkeit mit den gewöhnlichen Bauchganglienknotten.

In jedem der vorderen acht Rumpfsegmente, die bekanntlich eine fast vollkommen gleichartige Anlage besitzen, enthält der aus zwei Längssträngen (»Längscommissuren«) bestehende Bauchstrang eine ganglionäre Anschwellung, den sogenannten Ganglienknoten oder Bauchmarksknoten. Die vorderen acht Knoten sind vollkommen gleich gebaut.

Das letzte Ganglion (im 9. Rumpfsegment gelegen) des Bauchmarks ist als eine Art Aggregat von segmentalen Ganglienknoten

aufzufassen. Ich will dies Ganglion mit LEYDIG (7) »Analganglion« nennen.

Mit dem Centralnervensystem ist aufs engste verknüpft ein spezielles Muskelsystem, vermöge dessen sich jenes den Kontraktionen des Körpers anpaßt und sich vor Knickungen und Zerrungen bewahrt. Auf das Vorhandensein dieses Muskelsystems habe ich bereits an andern Orte hingewiesen.

Auch Teile des Blutgefäßsystems treten mit dem Centralnervensystem in innige Verbindung.

Das Ganglion supraoesophageum.

Die äußere Anlage dieses Ganglions ist bereits von DORNER und von LEMOINE¹ eingehend beschrieben und durch vorzügliche Zeichnungen dargestellt worden.

Nach diesen beiden Autoren wird das Ganglion supraoesophageum von einem im vorderen Teil des Kopfes gelegenen, quergestellten, in sich leicht gebogenen Balken gebildet, der an seinen beiden Seitenteilen eine ganglionäre Verdickung besitzt. An dieser Verdickung vermutet LEMOINE eine dünne Pigmentschicht; über der Verdickung sei das Integument außerordentlich durchsichtig, was den Autor zu der Annahme veranlaßt, dieser Teil des Organs diene der Lichtempfindung. Der Balken besteht (nach LEMOINE) vorwiegend aus transversal gerichteten Nervenfasern. Auf seiner hinteren Fläche ist er an beiden symmetrischen Seitenteilen mit je einem ovalen, ganglienzellhaltigen Körper durch je zwei bis vier Brücken (aus Nervenfasern bestehend) verbunden (DORNER und LEMOINE). Von den ovalen Körpern gehen (nach LEMOINE) nach hinten einander kreuzende Fasern aus, die einen Pharynxplexus bilden. Ferner steht der Balken jederseits durch eine bogenförmig den Schlund umfassende Spange mit dem Ganglion infraoesophageum in Verbindung. Die Spange schließt einzelne Nervenzellen in sich. In ihrem mittleren Teil befindet sich auf ihr (nach beiden Autoren) eine kleine Verdickung, von der vier Nervenwurzeln abgehen. An einer dieser Wurzeln hat DORNER eine Teilung wahrgenommen.

Die Angaben DORNERS und LEMOINES kann ich der Hauptsache nach bestätigen, an einzelnen Punkten aber noch durch speziellere Beobachtungen vervollständigen.

¹ Wie aus LEMOINES Abbildungen von den Kiefern der *Branchiobdella* hervorgeht, hat er Parasiten- und Astaciformen für die gleiche Art gehalten und als *Br. parasita* aufgeführt.

Das Ganglion supraoesophageum liegt im vorderen Teil des Postbuccalsegments¹. An das Organ grenzen, zum Teil sehr nahe, die Radiärmuskeln des Schlundes.

Die Spange zieht nahe der Grenze des vorderen Postbuccalsegments gegen das Buccalsegment entlang. Sie besteht im wesentlichen aus Nervenfasern, deren Verlauf der Längsrichtung des Gebildes entspricht. Am lateralen Umfange der Spange, etwa auf der Mitte derselben, befindet sich die besonders von LEMOINE erwähnte Verdickung, welche Ganglienzellen enthält, deren Nervenfortsätze von der Fasermasse der Spange aufgenommen werden. Etwas ventral von dieser Verdickung entsendet die Spange einen Nerven nach vorn ins Buccalsegment. Etwas dorsalwärts von der Verdickung entspringt aus der Spange ein zweiter Nerv, der gleichfalls ins Buccalsegment hineinführt und zwar an dessen Integumentpartie. Auf der Höhe dieses letzteren Nerven besitzt die Spange zugleich an ihrem hinteren Umfange einen ansehnlichen, birnförmigen Anhang, der mit Ganglienzellen angefüllt ist. Die von diesen ausgehenden Nervenfortsätze vereinigen sich zu einem Nervenstrange, der nach vorn gerichtet ist, aus der Spange austritt und sich dem Buccalsegmente zuwendet. Er teilt sich sofort in zwei seitlich auseinanderweichende Äste; der mediale Ast begibt sich an die Schlundpartie des genannten Segments, der laterale Ast wendet sich dem Integument zu, welches er auf der Grenze des genannten Segments gegen das dahinter gelegene erreicht.

Dieses Gebilde möchte ich als »Buccalganglion« bezeichnen.

Weiter dorsal von diesem Buccalganglion geht von der Spange ein dritter Nerv ab, der wieder an die Schlundpartie des Buccalsegments hinantritt.

Beim lebenden Tiere nimmt man an den ganglionären Seitenteilen des Balkens deutlich eine pigmentierte Partie wahr. Auf Schnitten habe ich keinen genaueren Aufschluß über die Natur dieser Erscheinung erhalten können. Die Frage, ob diese Seitenteile der Lichtempfindung dienen, hoffe ich durch physiologische Versuche zu entscheiden.

Unter den Ganglienzellen des Ganglion supraoesophageum — und, wie ich vorgreifend bemerken will: auch der übrigen Teile des Centralnervensystems des Tieres — unterscheidet man zwei Arten.

¹ Über die einzelnen Abschnitte des Kopfes und deren Bezeichnung siehe: Diese Zeitschrift, LXXV. Bd., S. 618—619.

Die eine Art (Fig. 1 und 3 *B.Gz*) ist schlank, birn- oder keulenförmig. An dem Zelleib läßt sich keine umschließende Membran erkennen. Der Zelleib besteht aus einer homogenen, nicht färbbaren Masse, in welcher spärliche Körnchen und Fibrillen enthalten sind, welche leicht Farbstoffe, besonders Hämatoxylin, aufnehmen. Er umhüllt mit seiner geringen Masse den Zellkern. Dieser ist kuglig oder (infolge Druckes von seiten benachbarter Zellen) eiförmig, besitzt eine derbe auf beiden Seiten glatte Kernhaut, welche eine Anzahl eckiger, stark färbbarer Chromatinbrocken zusammenhält, die in einem homogenen Kernsaft eingebettet sind. Das zugespitzte Ende der Zelle ist in einen einzigen, immer feiner werdenden Fortsatz, den Nervenfortsatz, ausgezogen.

Die andre Ganglienzellart (Fig. 1 u. 3 *P.Gz*) ist massiger, bauchiger und vielfach von polygonaler Form (sie wechselt etwas, je nach der Fixation). Der wiederum membranlose Zelleib enthält in großer Zahl gleichartige Körnchen, die sich beispielsweise mit Hämatoxylin, Boraxkarmin, Gentianaviolett, leicht färben. Die Körnchen sind in der Grundmasse des Plasmas gleichmäßig verteilt, so daß die gefärbte Zelle auf den ersten Blick einförmig dunkel erscheint. Ganz besonders ist dies der Fall bei Anwendung von Gentianaviolett nach Fixation mit HERMANN'Scher Flüssigkeit. Der Kern hat dieselbe Form wie der der vorigen Art, doch ist er meist größer und besitzt stets einen gleichfalls kugeligen, fast immer central gelegenen Nucleolus. Dieser fällt durch seine Größe und wegen der in ganz geringer Anzahl und Größe vorhandenen Kernbrocken deutlich ins Auge. Auch diese Zellart besitzt nur einen Nervenfortsatz. Dieser geht allmählich aus dem verjüngten Teile des Zelleibes hervor, ist daher derber als bei der vorigen Zellart.

Es sind also die in den Zellenballen enthaltenen Ganglienzellen sämtlich unipolar.

In allen Ganglienzellanhäufungen des Tierkörpers ist der birnförmige Typus in bedeutend überwiegender Zahl vertreten (siehe Fig. 1 und 3).

Die einzelnen Zellen sind voneinander durch eine Zwischensubstanz getrennt, die nicht zelliger Struktur ist. In der homogenen nicht färbbaren Grundmasse sind feinste, schwer färbbare Körnchen und Fäserchen vorhanden.

Solche Ganglienzellanhäufungen finden sich außer dem von mir erwähnten Buccalganglion und der Verdickung an der Spange noch einige bedeutendere am Ganglion supraoesophageum selbst, wie schon

aus DORNERS und LEMOINES Darstellung hervorgeht. Zunächst gehören hierzu die hinter dem quergestellten Balken gelegenen eiförmigen Körper, dann die seitlichen Teile des Balkens selbst (siehe bei DORNER, Taf. XXXVI, Fig. 4 und bei LEMOINE, T. XI, Pl. XIa, Fig. 2), endlich ist dessen dorsale Fläche noch mit einem Ganglienzellbelag versehen.

Sowohl im Ganglion supraoesophageum als auch im Spangenteil werden die Nervenfasermassen durch ein dünnes Häutchen zusammengehalten, welches eine Art Scheide um dieselbe darstellt. Dies Häutchen weist kleine, längliche oder platte, leicht färbbare Kerne auf. An den Stellen, wo sich an die Nervenfasermassen Ganglienzellanhäufungen anschließen, ist das Häutchen sackartig erweitert und nimmt auch diese in sich auf. Die oft enge Kommunikationsstelle, welche den von den Fasermassen eingenommenen Raum mit dem für die Ganglienzellen bestimmten verbindet, wird von den letzteren benutzt, um ihre Nervenfortsätze in die Fasermasse eintreten zu lassen.

Gegen das umliegende Körpergewebe werden die besprochenen Abschnitte des Schlundringes durch ein zartes Häutchen abgeschlossen, von gleichfalls zelliger Natur, von ganz demselben Aussehen und mit ganz den gleichen Kernen wie das vorgenannte Häutchen. Dieses zweite Häutchen umschließt, knapp sich anschließend, die betreffenden Teile des Systems also noch einmal als ein Ganzes.

Was nun noch die die Fasermassen bildenden Nervenfasern betrifft, so sind dieselben zu ansehnlichen, gleichgerichteten Zügen vereinigt. Die Querschnitte der Fasern sind punktförmig. Die als Isolation der einzelnen Fasern gegeneinander dienende Substanz ist nicht zelliger Art. Die Struktur der Fasermasse ist je nach der Fixationsmethode verschieden. Bei Sublimat- oder Heißwasserfixation sieht man punktförmige Querschnitte von Fasern; bei Fixation mit Chromessigsäure, HERMANNscher Flüssigkeit, Alkohol bietet die Fasermasse auf Querschnitten ein gefeldertes Aussehen dar.

Ganglion infraoesophageum.

Die Angaben DORNERS und LEMOINES lassen sich wie folgt zusammenfassen: Das Ganglion hat die Gestalt eines Y, dessen beide nach vorn gerichteten Äste sich dorsalwärts fortsetzen und als Spange mit dem Ganglion supraoesophageum in Verbindung treten, und dessen unterer Ast sich nach hinten ein wenig verjüngt und in die Bauchganglienreihe übergeht. Als besonders auffallend wird das

Auftreten von sieben (LEMOINE sechs) zur Seite gerichteten birnförmigen Anhängen bezeichnet, die von nervösen Zellen gebildet werden. Die beiden vordersten Anhänge liegen einander sehr nahe, die vier übrigen sind durch immer größere Zwischenräume getrennt; die drei hintersten haben (nach DORNER) mehr oder weniger lange Stiele, während die vordersten kurz aufsitzen. Von dem vierten Paare (von hinten ab gerechnet) sagt DORNER noch, daß sich die Ganglienzellanhäufungen der Unterseite des Nervenstranges zu einer zusammenhängenden Masse vereinigten; das siebente (vorderste) Paar liege sehr weit nach der Seite zurück.

Diese Angaben der beiden Autoren kann ich (bis auf die zwischen beiden bezüglich der Zahl¹ der ganglionären Anhänge bestehende Differenz) vollauf bestätigen. Auch muß ich betonen, daß DORNERS Fig. 3, Taf. XXXVI und LEMOINES Fig. 6, T. IX, Pl. XI α die Einzelheiten vorzüglich wiedergeben.

Mit LEYDIGS (8) Fig. 6, Taf. II, decken sich meine Resultate betreffs der Zahl der Anhänge nicht. LEYDIG bildet deren neun Paare ab.

Die Zahl der Anhänge beträgt am eigentlichen Ganglion infraoesophageum tatsächlich sechs, wie LEMOINE angibt. Der siebente Anhang, den DORNER noch weiter vorn und seitlich gesehen hat, ist identisch mit dem von mir oben beschriebenen »Buccalganglion«, welches LEMOINE vermutlich übersehen hat. Für die von LEYDIG beobachteten neun Anhänge weiß ich keine Deutung.

Was nun zunächst die topographischen Verhältnisse des Infraoesophageum anlangt, so liegt das vorderste Paar von Anhängen ein wenig vor der Mitte des vorderen Postbuccalsegments, das vorletzte Paar auf der Grenze dieses Segments gegen das hintere; das letzte Paar Anhänge gehört also bereits dem hinteren Postbuccalsegmente an. Das Organ liegt mehr dem Integument als dem Schlundrohr genähert; während es mit seiner ventralen Fläche fast die Längsmuskelschicht des Integuments berührt, ist es dorsal von dem Schlundrohr durch einen größeren freien Raum getrennt. Nach den Seiten hin grenzen an das Organ dorsoventral gestellte Radiärmuskeln (des Schlundes). Diese haben zu dem Organ eine eigentümliche Lage-

¹ DORNER hat auch jugendliche Exemplare untersucht und festgestellt, daß bei diesen die Zahl und Form der ganglionären Anhänge in verschiedenen Teilen des Nervensystems sich anders verhält, als bei ausgebildeten Zuständen. Da ich nur ausgewachsene Tiere studiert habe, kann ich die betreffenden Angaben DORNERS nicht in Betracht ziehen.

beziehung: sie benutzen nämlich die zwischen den einzelnen (oben beschriebenen) Anhängen desselben bestehenden bucht- oder nischenartigen Zwischenräume als Durchgang vom ventralen Integument zur Schlundwandung, so zwar, daß jede der ersten vier Nischen durch eine Muskelfaser, die fünfte (letzte) Nische durch zwei Fasern gerade vollständig ausgefüllt wird. Während der eigentliche Körper des Organs auf diese Weise seitlich eng begrenzt ist, haben die äußeren Enden der Anhänge eine viel freiere Lagerung; die Radiärmuskeln befinden sich nämlich in etwas größerem Abstände von diesen.

Der Winkel zwischen den beiden Ästen des Y wird gleichfalls von Radiärmuskeln ausgefüllt.

Der eigentliche Körper des Ganglions besteht fast ausschließlich

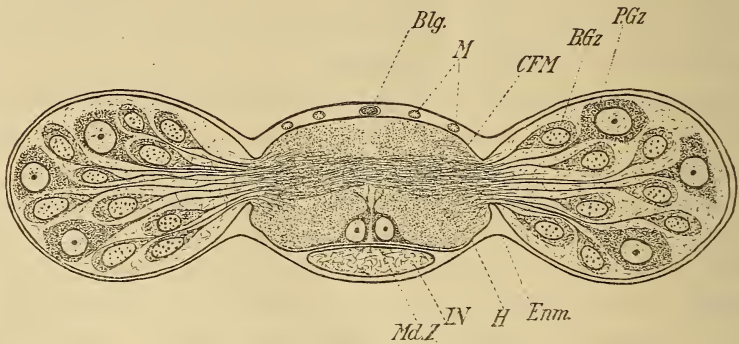


Fig. 1.

Querschnitt durch das Ganglion infraesophageum, auf der Höhe des letzten ganglionären Anhangs. *B.Gz.*, birnförmige Ganglienzelle; *Blg.*, Blutgefäß; *CFM*, centrale Fasermasse; *Enm.*, Endomygium; *H*, inneres Häutchen; *IV*, intermediärer Nerv; *M.*, Muskel; *Md.Z.*, mediane Zelle; *P.Gz.*, polygonale Ganglienzelle.

aus Nervenfasern. Die Anhänge enthalten die zugehörigen Ganglienzellen und sind als die Analoga der unten zu beschreibenden Ganglienballen des Bauchmarks aufzufassen.

Einen Einblick in die anatomischen Verhältnisse des Organs mag ein Querschnittbild gewähren. Fig. 1 stellt einen Querschnitt durch das Organ auf der Höhe des letzten Paares von Anhängen dar.

Die mit *CFM* Fig. 1 bezeichnete centrale Masse, die von einem Häutchen *H* umkleidet ist, wird von meist quer getroffenen Nervenfasern gebildet. Es ist dies die »centrale Punktsubstanz« LEYDIGS (7), die ich jedoch, den tatsächlichen Verhältnissen besser entsprechend, mit HERMANN¹ als »centrale Fasermasse« bezeichnen will.

¹ HERMANN, Das Centralnervensystem von *Hirudo medicinalis*, München 1875.

Wie die Fig. 1 erkennen läßt, wird die centrale Fasermasse in der Richtung der Medianebene durch eine schwache, aber immerhin deutliche Lichtung in bilaterale Hälften zerlegt. Bei genauer Untersuchung von Längs- und Querschnitten durch das Organ konstatiert man, daß die Fasern bei ihrem Längsverlauf durch das Organ zum größten Teil auf der betreffenden Halbseite der centralen Fasermasse verbleiben. Nur auf der Höhe der Anhänge begeben sich Faserzüge von der einen Hälfte zur andern hinüber; diese kreuzen sich also in queren Verlauf; es sind dies die sog. Querkommissurbahnen (siehe Fig. 1), welche von Fortsätzen gebildet werden, die von einem Teil der in den Anhängen gelegenen Ganglienzellen ausgehen.

Da auf der Höhe der Anhänge durch das Auftreten der querkommissurellen Fasern die Duplizität der centralen Fasermasse verwischt wird, haben LEYDIG (6 u. 7) und DORNER mit gewissem Recht angenommen, daß nur auf diesen Höhen eine Vereinigung der Längskommissuren gegeben sei. Die von beiden Autoren beobachteten und von DORNER abgebildeten Spalten (Taf. XXXVI, Fig. 3) in der Medianlinie zwischen den Längskommissuren des Ganglions auf der Höhe der Zwischenstrecken zwischen je zwei aufeinander folgenden Paaren von Anhängen kommen dadurch zustande, daß auf diesen Höhen die zwischen den beiden Hälften der centralen Fasermasse bestehende dorsoventrale Lichtung besonders deutlich ist.

An der Stelle, wo sich das Organ in die beiden Äste des Y teilt, weicht die Fasermasse in ihre beiden Hälften auseinander.

Betreffs der Isolation der einzelnen Fasern der centralen Fasermasse gilt hier dasselbe, wie im oberen Schlundganglion.

Die centrale Fasermasse des Unterschlundganglions enthält nun aber nicht ausschließlich Nervenfasern, es finden sich in dieser noch in spärlicher Zahl eigenartige Gebilde: von Strecke zu Strecke paarweise auftretende großkernige Zellen. Ein solches Paar ist auf Fig. 1 mit *Md.Z* bezeichnet. Diese Zellen liegen, in der Medianlinie einander berührend, im ventralen Bereiche der centralen Fasermasse. Sie erinnern im Habitus an die polygonalen Ganglienzellen, indem ihr Zelleib ziemlich massig ist und wie bei jenen gekörnt erscheint. Der Kern der Zellen ist groß, kugelig mit großem, kugeligem Nucleolus. Nach vorn und hinten, seitwärts und dorsalwärts laufen die Zellen in spitze Enden aus. Über den weiteren Verlauf der nach vorn und hinten gerichteten Enden konnte ich bei der von mir angewandten Färbemethode keinen sicheren Anschluß erhalten. Der zur Seite gerichtete Fortsatz verläuft am ventralen bis lateralen Um-

fange der centralen Fasermasse; der dorsalwärts gerichtete zeigt Verzweigungen, die zwischen die Fasermasse führen. Gelegentlich der Besprechung des Bauchmarks werde ich auf die Bedeutung dieser Zellen zurückkommen.

Solcher Zellen gibt es in der ganzen Ausdehnung des Ganglion infraoesophageum fünf Paare. Das erste (am weitesten nach vorn gelegene) Paar findet sich auf der Höhe zwischen dem zweiten und dritten Anhang; das zweite Paar auf der Höhe des dritten Anhangs; das dritte Paar auf der Höhe des hinteren Teils des vierten Anhangs; das vierte Paar auf der Höhe des fünften, das fünfte auf der Höhe des sechsten (hintersten) Anhangs.

Das Häutchen (Fig. 1 *H*), welches die centrale Fasermasse umschließt, nimmt gerade so wie das Häutchen im Bereich des Ganglion supraoesophageum in seitlichen birnförmigen Aussackungen die Ganglienzellen auf.

Unter diesen Zellen unterscheidet man wieder die beiden oben charakterisierten Arten. Die großen polygonalen Zellen liegen mehr im peripheren, die kleineren birnförmigen Zellen mehr in dem der centralen Fasermasse anliegenden Teile des Ganglienhaufens. Die Fortsätze der Zellen führen alle geradenwegs in jene Masse (oder in den nunmehr zu beschreibenden Strang) hinein.

Ventral von der centralen Fasermasse zieht sich an der ganzen Länge des Infraoesophageum noch ein eigentümlicher Strang hin (Fig. 1 *I.N*). Er ist zwecks Isolation von den übrigen Teilen des Organs in eine eigne Scheide *H* (die der Scheide der centralen Fasermasse gleichwertig ist) eingeschlossen; diese Isolation ist allerdings streckenweise, besonders auf der Höhe der Anhänge, aufgehoben, einerseits zur centralen Fasermasse, anderseits zu den seitlichen ganglionären Anhängen hin. Der Strang enthält Ganglienzellen und Nervenfasern, jedoch in spärlicher Verteilung. Die ersteren, nach dem birnförmigen Typus oder, weniger häufig, nach dem polygonalen Typus gebaut, liegen von Strecke zu Strecke zu Gruppen vereinigt. Auf den Zwischenstrecken finden sich ziemlich wirtl. durcheinander gelegte Fasern, die zum Teil die Fortsätze der hier gelegenen Zellen sind. Die Nervenfasern verlaufen entweder im Strange der Länge nach, oder sie treten durch kleine Öffnungen, welche in denjenigen Scheiden vorhanden sind, die den Binnenraum des Stranges von dem der centralen Fasermasse trennen, in die letztere ein. An den Stellen, wo die Isolation des Stranges gegen die seitlichen Anhänge des

Organs aufgehoben ist, begeben sich, wie schon erwähnt, auch Fortsätze aus diesen in den Strang hinein.

Während der Strang auf der Höhe des dritten Anhangs des Organs am mächtigsten entwickelt ist, — er kommt hier an Mächtigkeit der der centralen Fasermasse gleich — wird er nach hinten zu bedeutend schwächer. In der gleichen Richtung nimmt in ihm auch die Häufigkeit der zelligen Elemente ab. So sind auf der Strecke vom vorderen Ende des Ganglions bis auf die Höhe des vorderen Poles des vierten Anhangs Zellen noch ziemlich zahlreich vorhanden; auf dem Niveau des vierten Anhangs finden sich schon viel weniger Zellen; von hier ab bis unmittelbar nach Abschluß des Organs nach hinten enthält der Strang immer nur von Strecke zu Strecke paarweise Zellen.

Dieser Strang zeigt ganz dasselbe Verhalten, wie ein gleich gelagertes Gebilde in der Bauchganglienkeette. Daher dürfte beiden die gleiche Bedeutung zukommen. So möge denn ersterer auch dieselbe Bezeichnung »intermediärer Nerv« erhalten, welche dem Gebilde in der Bauchganglienkeette von *Hirudo medicinalis* bekanntlich zuerst von FAIVRE¹, bei *Branchiobdella* zuerst von LEYDIG (7) beigelegt worden ist.

Die Angabe DORNERS, daß die mittlere (der sieben Ganglienkapseln), also die dritte nach meiner Rechnung, sich an der Unterseite des Organs zu einer zusammenhängenden Masse vereinige, entspricht den Tatsachen. Wie ich oben ausführte, ist auf der Höhe dieses Anhangs der »intermediäre Nerv« am mächtigsten entwickelt und mit zahlreichen großkernigen Zellen ausgestattet. Zugleich steht auf dieser Höhe der Binnenraum des intermediären Nerven mit dem der seitlichen Ganglienkapseln infolge Aufhebung der Isolation in weiter Kommunikation.

Bei der Trennung der centralen Fasermasse am vorderen Ende des Organs in die beiden Äste des Y weicht auch der intermediäre Faden in zwei Äste auseinander, die aber bald endigen.

Die Lateralnerven, welche von dem Infraoesophageum ausgehen, entspringen aus diesem am seitlich ventralen Umfange der centralen Fasermasse. Sie enthalten Fasern sowohl derselben Seite, als auch der Gegenseite der centralen Fasermasse, also auch quercommissurale Fasern. Die Beteiligung des Inhaltes des intermediären Fadens an dem Zustandekommen der Lateralnerven scheint hier überall nur

¹ Annales des Scienc. nat. IV. Sér. T. V und VI.

sehr gering zu sein. Die Lateralnerven wenden sich von dem Organ aus ventralwärts und durchdringen die Schichten der Körperlängsmuskulatur an einer Stelle, die ich bereits an einem andern Orte¹ bezeichnet habe. Die Lateralnerven besitzen eine doppelte Umhüllung. Die innerste wird von dem Häutchen *H* gebildet, welches sich vom Umfange der centralen Fasermasse aus auf die abgehenden Nerven fortsetzt. Dies Häutchen wird nach außen hin von dem Häutchen *Enm*² überlagert; indem es das Ganglion gegen das umliegende Körpergewebe abschließt, begleitet es auch die Lateralnerven.

Von dem in Rede stehenden Organ gehen im ganzen drei Paare von Lateralnerven ab. Das eine (vordere) tritt zwischen dem vierten und fünften Anhang, das andre zwischen dem fünften und sechsten Anhang, das dritte auf der Höhe des sechsten Anhangs aus.

Ein viertes Paar geht in kurzer Entfernung hinter dem letzten Anhang, also einer ganglienzellenlosen Strecke ab, die nicht mehr zum eigentlichen Ganglion infraoesophageum gehört.

Das bislang über die Scheiden an den einzelnen Abschnitten des Nervenschlundrings Gesagte sei hier noch einmal kurz zusammengefaßt. Es ist überall zwischen zwei Häutchen zu unterscheiden: das eine, innere (*H*) umhüllt die centrale Fasermasse, es nimmt in Aussackungen die Ganglienzellen auf und setzt sich auch auf die abgehenden Nerven fort; das andre, äußere Häutchen (*Enm*) isoliert das Organ als Ganzes, und ebenso auch noch die Nerven gegen das umgebende Körpergewebe.

Bauchmark.

Durch DORNERS Untersuchungen werden zunächst LEYDIGS Angaben bestätigt.

Bezüglich des intermediären Nerven berichtet DORNER, daß er schon im Kopf unterhalb des letzten Ganglienkapselpaares mit einer unbedeutenden Anschwellung beginnt und bis zum zweiten Ganglion verläuft, ebenfalls mit einer kleinen Anschwellung endend. »In den Ganglien selbst ist keine Spur des Fadens zu bemerken, aber sogleich hinter demselben beginnt er aufs neue, um wieder vor dem dritten Ganglion zu enden. In dieser Weise zieht er bis zum letzten Ganglion. Nur selten sieht man, wie beim Blutegel, den inter-

¹ Siehe diese Zeitschrift, LXXV. Bd. S. 658 Textfig. 19 die Pfeile.

² Siehe ebenda S. 679.

mediären Faden durch einen äußerst kurzen, nur an einer Seite vorhandenen Querbalken mit dem Nervenstrang in Verbindung treten. Andre seitliche Ausläufer habe ich nicht wahrgenommen, so daß es unbekannt bleibt, welche Funktion dieser bei den Lumbricinen nicht wiederkehrende Nerv hat.«

An den Ganglienzellen hat DORNER einen großen Kern mit deutlichem Kernkörperchen festgestellt. Zelle wie Kern seien mit kleinen Körnchen und Molekülen ziemlich dicht erfüllt. Außerdem bringt die Arbeit von den einzelnen Teilen des Centralnervensystems eine Reihe Maßangaben, die ich hier wohl übergehen darf.

LEMOINES Abhandlung fügt bezüglich des Bauchmarks nichts Neues hinzu.

An das hintere Ende des Ganglion infraoesophageum schließt sich, wie gesagt, unmittelbar das eigentliche Bauchmark an. Dieses geht im vorderen Teile des hinteren Postbuccalsegments aus dem Ganglion infraoesophageum hervor, in der Form von zwei ansehnlichen, in der ventralen Mittellinie einander längs berührenden und nach hinten in der gleichen Weise fortlaufenden rundlichen Nervenstämmen, den sog. Längscommissuren. Zu diesen beiden gesellt sich noch ein dritter, unpaarer, meist schwächerer Strang, die Fortsetzung des schon erwähnten »intermediären Nerven«. Dieser nimmt ventral zwischen und parallel den beiden vorgenannten Platz und erstreckt sich gleich wie diese durch alle Rumpffsegmente hindurch bis unmittelbar vor die Fläche des Saugnapfes. Sein Querschnitt ist (außerhalb der Ganglienknotten) entweder rund oder oval oder dreieckig (letzteres infolge seiner Lage zu den beiden andern Strängen). Der Querdurchmesser des »intermediären Nerven« wechselt sehr. Er ist auf manchen Strecken außerhalb der Ganglienknotten (also auf den sog. interganglionären Strecken) gegenüber den Längscommissuren geradezu winzig und danach mit Recht als »Faden« zu bezeichnen. So ist er unmittelbar hinter dem Ganglion infraoesophageum ziemlich stark, wird dann sehr dünn, so daß er zwischen den Längscommissuren als ein dünnes, schmales Band erscheint. Beim Eintritt in das erste Rumpffsegment nimmt er wieder an Dicke zu. Ähnlich liegen die Verhältnisse in den andern Segmenten.

Fig. 2 stellt einen Querschnitt durch die Längscommissur des Bauchmarks aus einem der vorderen Körpersegmente dar. Die beiden Commissurstränge sind mit »C.St.« bezeichnet, der intermediäre Nerv mit »I.N.«. Alle drei Stränge enthalten eine dichte Masse von Nervenfasern. Längsschnitte durch diese Stränge zeigen den voll-

kommen gleichmäßigen Längs- und Parallelverlauf dieser Fasern. Auf den interganglionären Strecken der drei Stränge fehlen in diesen jedwede Nervenzellen oder andre Zellen, die etwa eine stützende oder isolierende Bedeutung haben könnten (anders liegen die Verhältnisse auf den den Bauchmarksknoten angehörenden Strecken der drei Stränge, wie weiter unten behandelt werden wird). Gegen einander sind die Stränge auf diesen Strecken, wie Fig. 2 gleichfalls dertut, isoliert; jeder ist für sich in eine dünnwandige Röhre (*H*) eingeschlossen. Nur an einzelnen Stellen gehen die Röhren ineinander über, jedoch ohne daß dabei ein Austausch bezüglich des Inhalts der Röhren stattfindet.

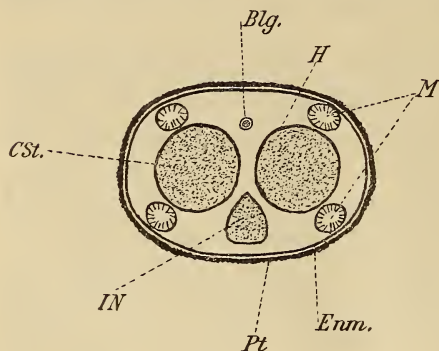


Fig. 2.

Querschnitt durch eine interganglionäre Strecke des Bauchmarks (aus dem zweiten Rumpfsegment). *Blg.*, Blutgefäß; *CSt.*, Commissurstrang; *Enm.*, Endomysium; *H*, inneres Häutchen; *IN*, intermediärer Nerv; *M*, Muskel; *Pt*, Peritoneum.

Verfolgt man die Stränge noch einmal zum Ganglion infraesophageum, so stellt sich heraus, daß die vorgenannten Umhüllungen der Stränge nichts anderes sind, als die Fortsetzungen desjenigen Häutchens *H*, welches wir schon in den dem Kopfe angehörigern Abschnitten des Centralnervensystems auftreten sahen. Das Häutchen geht also an dem hinteren Pole des Ganglion infraesophageum an der Stelle, wo aus diesem die Stränge ihren Ursprung nehmen, auf diese über und überzieht jeden Strang gesondert. Übrigens ist das Häutchen auch in den Bauchmarksknoten vertreten (s. u.), es spielt hier dieselbe Rolle, wie in den Ganglien des Kopfes.

Es sind nun aber, gerade so, wie sich auf den Nervenschlundring zum Abschluß gegen das benachbarte Gewebe noch das Häutchen *Enm* legt, auch die drei Stränge der Längscommissur im ganzen noch einmal von einer gemeinsamen, röhrenartigen Hülle umgeben (Fig. 2). Diese Röhre hat auf den interganglionären Strecken einen kreisrunden oder ovalen Querschnitt. (Sie umkleidet natürlich auch die Bauchmarksknoten.)

Sie ist doppelwandig¹. Die innere Wand (Fig. 2 *Enm*) ist dünner

¹ DORNER (S. 476) fügt noch zum Schluß seines Kapitels vom Nervensystem hinzu, daß letzteres von einem dünnen Neurilemm eingeschlossen werde, welches

und auf beiden Flächen glatt; die spärlichen Kerne sind klein, länglich oder platt¹ und gleichen denen des Häutchens *H*. Das äußere Blatt — es ist dies das Peritoneum (Fig. 2 *Pt*) — hat etwas rauhere Flächen. Als Bauchmarkshülle besitzt das Peritoneum Kerne nur auf der Höhe der Bauchmarksknoten (s. u.).

Selbstverständlich ist von den einzelnen Abschnitten des Centralnervensystems nur dem eigentlichen Bauchmark der peritoneale Überzug eigen. Da der Kopf keinen peritonealen Raum enthält, schließen eben alle in jenem gelegenen nervösen Organe nach außen mit dem Häutchen *Enm* ab (s. Fig. 1 und 5).

Die zwischen den einzelnen Bauchmarksknoten ausgespannten Commissuren haben nicht die gleiche Länge. Ich kann in dieser Hinsicht die von DORNER gemachten Angaben bestätigen.

Wie schon S. 666 erwähnt wurde, sind die Bauchmarksknoten der vorderen acht Rumpfsegmente vollkommen gleich gebaut. Ein solcher Knoten soll nun einer speziellen Betrachtung unterzogen werden.

Was zunächst den äußeren Bau dieses Knotens anlangt, so besteht er bekanntlich (vgl. die früheren Autoren) aus zwei Paaren von unmittelbar hintereinander liegenden ganglionären Anhängen, den sog. Ganglienballen. Das vordere Paar ist ein wenig größer als das hintere. Von dem Knoten gehen drei Paar Lateralnerven aus (siehe DORNER, S. 474, sowie dessen Fig. 3, Taf. XXXVI); das erste Paar am vorderen Ende des vorderen Ballenpaares, das zweite auf der Grenze zwischen den beiden Ballenpaaren, das dritte Nervenpaar am hinteren Ende des hinteren Ballenpaares.

Auf der Höhe eines solchen Bauchmarksknotens gehen mit den sonst durchaus gleichförmig nebeneinander verlaufenden Strängen erhebliche Veränderungen vor. Vor dem Eintritt in den Knoten werden die beiden Längscommissuren zunächst erheblich dünner² (Fig. 4 *C.St*); dagegen schwillt alsbald der intermediäre Nerv zu mehr als doppelter Stärke an und gibt an seinem seitlich-dorsalen

nur in geringer Zahl kleine längliche Kerne aufweise. DORNER hat wohl das Häutchen *Enm* gesehen.

¹ Siehe vorhergehende Anmerkung.

² Durch das Dünnerwerden der beiden Längscommissuren erscheint, vom Rücken oder Bauch her gesehen, zwischen jenen eine Spalte. Ich weise hierauf hin, weil LEYDIG (6) sowohl wie DORNER des öftern von solchen Spalten sprechen. Ein Dünnerwerden der Längscommissuren kurz vor Eintritt in das Ganglion findet auch bei *Hirudo medicinalis* statt (siehe LEYDIG [8], Taf. II, Fig. 3).

Umfange für eine kurze Strecke seine Isolation gegen die beiden Commissurstränge auf. Dabei führt aus jeder der beiden seitlichen Hälften des intermediären Nerven ein starker Nervenfasersstrang in leichtem, seitwärts gerichtetem Bogen in die Längscommissur der betreffenden Seite hinein; durch diese Trennung der Faserzüge im intermediären Nerven erscheint die Masse desselben halbiert. Auf dieser Höhe verläßt ein Lateralnerv das Ganglion (s. u.). Weiter zur Mitte des Ganglienballens hin verschmelzen die die beiden Längscommissuren voneinander trennenden Scheiden zu einer einheitlichen, die nun die ganze Masse der Nervenfasern umgibt; dagegen ist der intermediäre Faden hier wieder selbständig geworden (Fig. 3). Querschnitte durch den Bauchmarksknoten weisen daher einen dicken, unpaaren Strang auf, der nun eine centrale Fasermasse des Knotens darstellt, wie wir sie in ganz gleicher Weise im Ganglion infraoesophageum kennen gelernt haben; ventral von diesem Strange liegt der intermediäre Nerv (Fig. 3 I.N.). Die centrale Fasermasse enthält wegen der aus den Ganglienballen und den Lateralnerven hinzutretenden mehr Fasern und hat also einen weit größeren Durchmesser als die beiden sich hier vereinigenden Commissurstränge zusammen.

Auf der Höhe des Knotens, wo der vordere und hintere Ganglienballen einander berühren, findet sich nochmals eine breite Verbindung des intermediären Nerven mit der »centralen Fasermasse«, und zwar wiederum auf jeder Halbseite durch einen ansehnlichen Nervenfaserszug, der von der seitlich-ventralen Partie der centralen Fasermasse zur seitlich-dorsalen des intermediären Nerven hinüberführt. Dieser Nervenfaserszug hat innerhalb der centralen Fasermasse zwei Wurzeln: die eine kommt von vorn, die andre von hinten. Der auf dieser Höhe des Ganglienknotens entspringende Lateralnerv ist zum Teil die Fortsetzung dieses Faserzuges (s. u.).

Ein ebensolcher streckenweiser Zusammenhang des intermediären Nerven mit den beiden Commissursträngen vermittels eines starken Nervenfaserszuges, wie am vorderen Ende des Knotens vorhanden ist, findet sich am hinteren Ende des Knotens, wo der dritte Lateralnerv das Ganglion verläßt (s. u.). Unmittelbar nachdem die zwei Stränge in die interganglionäre Strecke übergegangen sind, sind sie wieder wie vorn dünner, so daß wiederum eine Spalte zwischen beiden sichtbar wird.

Die weiteren Verhältnisse des Baues des Knotens sollen an der Hand der Querschnittzeichnung dargelegt werden (Fig. 3).

Die centrale Fasermasse ist ganz wie im Unterschlundganglion in der Medianebene halbiert, wodurch gewissermaßen noch die ursprüngliche Vereinigung von zwei Commissursträngen angedeutet wird. Bezüglich des Verlaufs der Nervenfasern gilt hier das oben gelegentlich des Unterschlundganglions Gesagte. Außer den längslaufenden Fasern treten auch quere Züge auf. Solche commissurelle Bahnen finden sich im Niveau der Mitte jedes Ganglienballens (siehe Fig. 3).

Auf der Grenze zwischen den beiden Ganglienballenpaaren wird nach DORNER bei der Rückenansicht des Knotens ein Spalt im Verlauf der Medianlinie sichtbar. Wie solche Spalten zustande kommen, habe ich schon oben erklärt.

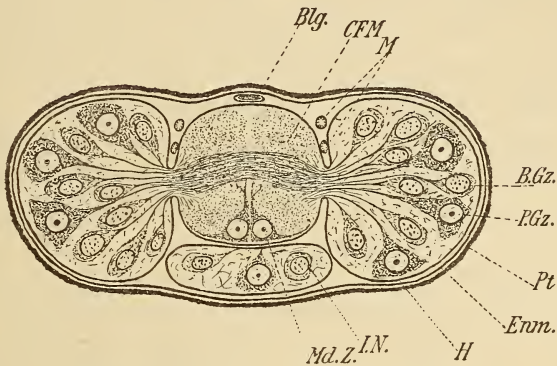


Fig. 3.

Querschnitt durch den Bauchmarksknoten des dritten Rumpfsegments, auf der Mitte des vorderen Ganglienballens. B.Gz. birnförmige Ganglienzelle; Blg, Blutgefäß; CFM, centrale Fasermasse; Ewm, Endomysium; H, inneres Häutchen; I.N., intermediärer Nerv; M, Muskel; Md.Z, mediane Zelle P.Gz, polygonale Ganglienzelle; Pt, Peritoneum.

Nach Fixation mit Sublimat oder heißem Wasser erscheinen die Nervenfasern auf Querschnitten wieder punktförmig in strukturloser Zwischensubstanz. Nach Anwendung von HERMANNSCHER Flüssigkeit, Alkohol oder Chromessigsäure (besonders nach letzterer) als Fixationsmittel zeigt die centrale Fasermasse auf Querschnitten auch hier eine eigenartige Felderung. Es finden sich nämlich einige mit Hämatoxylin stark färbare dendritisch verzweigte Züge, welche die Masse durchsetzen. Eben solche finden sich auch außerhalb des Ganglienknötens in den Längscommissuren. Ich werde auf diese Bildungen gleich zurückkommen.

Die centrale Fasermasse des Bauchmarksknotens enthält nun in ganz ähnlicher Weise, wie die des Ganglion infraoesophageum mediane Zellenpaare, und zwar zwei solcher Paare in jedem

Bauchmarksknoten. Diese liegen auf der Mitte des vorderen bzw. des hinteren Ganglienballenpaares.

Die Zellen — Fig. 3 *Md.* zeigt ein Paar solcher — besitzen sowohl dieselbe Lagerung wie die Zellen im Ganglion infraoesophageum als auch die schon dort beobachteten Fortsätze (s. oben). Der dorsalwärts gerichtete Fortsatz läßt sich einigermaßen verfolgen; er gabelt sich und gibt anscheinend weiter die soeben besprochenen dendritisch verzweigten Züge her, welche sich durch die Masse der Fasern verbreiten. Danach haben diese Zellen vielleicht die Bedeutung von Gliazellen.

Die beiden Ganglienballenpaare zeigen, außer in der Größe, keine Verschiedenheit voneinander. Die großen polygonalen Ganglienzellen nehmen wieder in dem peripheren, die birnförmigen in dem der centralen Fasermasse benachbarten Teile der Ballen Platz. Die von den Zellen ausgehenden Fortsätze sind alle dem Centrum des Knotens zugewandt; sie treten durch einen in der Scheide der centralen Fasermasse am lateralen Umfange bestehenden Schlitz, der den Binnenraum der Ballen mit dem der centralen Fasermasse kommunizieren läßt, in letztere ein.

Der intermediäre Nerv (Fig. 3 *IN*) ist auch im Knoten von einer eignen Haut (*H*) umgeben, die mit der Hülle der centralen Fasermasse nur an den Stellen, wo ein Austausch der Faserelemente stattfindet, in Verbindung steht¹. Der Querschnitt des Fadens ist hier rund oder länglich quer¹. Der Faden zeigt hier dasselbe Verhalten, wie im Infraoesophageum; er enthält außer dem schon dort beobachteten Maschensystem von Fasern eine spärliche Anzahl Nervenzellen mit Kernen, die das eine Mal wie die der birnförmigen, das andre Mal wie die der polygonalen Ganglienzellen gebaut sind.

Die Lateralnerven treten am ventralen Umfange des Bauchmarksknotens aus demselben aus. Der vordere Nerv enthält, wie aus meiner obigen Beschreibung schon hervorgeht, Fasern aus der betreffenden Halbseite der centralen Fasermasse und aus dem intermediären Nerven. Der mittlere Nerv geht aus dem seitlichen Umfange

¹ LEYDIG (6) hat also Recht, wenn er sagt, der intermediäre Nerv wurzele in den Längscommissursträngen und zwar an denjenigen Stellen, wo letztere sich vereinigen (siehe auch folgende Seite). DORNER'S Ansicht, der intermediäre Faden bestehe nur auf den interganglionären Strecken, fehle also im Ganglion, ist mithin eine irrige. Der Faden fällt im Ganglion deswegen weniger ins Auge, weil er nicht mehr wie auf den interganglionären Strecken eine so dichte Masse von Fasern enthält.

des Fadens hervor; die Fasern stammen aber zum größten Teil aus der centralen Fasermasse, wie schon oben ausgeführt wurde. Der mittlere Nerv wurzelt also im vorderen und hinteren Teil des Ganglions zugleich.

Der hintere Nerv entspricht, wie gleichfalls schon hervorgehoben wurde, dem vorderen.

Die Lateralnerven gehen jedesmal vom Bauchmarkknoten aus ventralwärts, durchbrechen die Körperlängsmuskulatur¹ und verästeln sich zwischen dieser und der Ringmuskelschicht des Körpers.

Der vordere Lateralnerv verläuft schräg nach vorn zur Grenze des Segments gegen das vorhergehende. Der mittlere Nerv gabelt sich sehr bald und versorgt den großen Ringel. Der hintere Nerv nimmt seinen Weg zum kleinen Ringel hin.

Alle drei Nerven besitzen außer Fasern auch eingelagerte Zellen. Vornehmlich ist dies der Fall bei den mittleren Nerven; bei diesem zähle ich jederseits etwa ein Dutzend Zellen mit großem Kern und einen großen Nucleolus; die Zellen sind entweder unmittelbar in den Zug des Nerven eingeschaltet oder sie sind mit dem Nerven durch dünne Äste verbunden, als vielverzweigte Zellen² zwischen den Muskelzellen des Nebensystems³ oder an der Ringmuskelschicht gelegen. Der hintere Nerv besitzt zwei eingelagerte Zellen auf der Höhe der Laterallinie, der eine ist nach Art des eben besprochenen gebaut, der andre enthält wie ein Kern der birnförmigen Ganglienzellen viele Kernbrocken.

Der vordere Nerv verhält sich im wesentlichen wie der hintere.

Ich halte die innerhalb der Lateralnerven vorkommenden Zellen für Ganglienzellen. (DORNER hat an isolierten Nerven mitunter ganglionäre Anschwellungen konstatiert, die er als Verstärkungsganglien bezeichnet.)

In der geschilderten Weise sind also die Bauchmarksknoten der vorderen acht Rumpfsegmente gebaut.

Etwas anders liegen die Verhältnisse im

¹ Sie durchbrechen die Längsmuskelschichten zwischen den Längsmuskelzellen β und b hindurch (siehe diese Zeitschrift, LXXV. Bd., S. 645 Fig. 13 und S. 655 Fig. 17 und Text S. 647 oben).

² Auf das Vorhandensein solcher »in ihrer Form an multipolare Ganglienzellen erinnernden« Zellen im »Intermuscularraum« habe ich schon früher aufmerksam gemacht. Diese Zeitschrift, LXXV. Bd., S. 628.

³ Ebenda S. 642 ff.

Bauchmarksknoten des 9. Rumpfsegments (Analganglion).

Der Knoten weicht schon, wie die früheren Autoren betont haben, äußerlich von den übrigen ab. Er besteht beim ausgewachsenen Tier aus fünf nahe hintereinanderliegenden Ganglienballenpaaren (die jugendlichen Formen sollen deren sieben besitzen, nach DORNER), die von vorn nach hinten allmählich an Größe abnehmen.

In der sonstigen inneren Anlage weist das Saugnapfganglion keine Besonderheiten auf. Auf der Strecke dieses Ganglions besitzt die centrale Fasermasse sieben mediane Zellenpaare von der bekannten Eigenart und Lagerung.

Auf der Mitte eines jeden Ganglienballenpaares sind beide Seiten des Ganglions wieder durch Quercommissurfasern verbunden. Auf der Höhe zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Ganglienballenpaaren gibt sich die Halbierung der centralen Fasermasse wieder, wie in den übrigen Ganglienknöten durch einen medianen Spalt kund. Es sind fünf Spalten vorhanden, wie DORNER richtig zeichnet (Taf. XXXVI, Fig. 3).

Die Zahl der Paare von Lateralnerven, die übrigens wieder vom ventralen Umfang des Ganglions ausgehen, beträgt, soweit ich sie bei den vielen hier auftretenden Muskeln (s. u.) mit Sicherheit feststellen konnte, drei.

Hinter dem Ganglion weichen die beiden Commissurstränge seitlich auseinander und endigen schließlich nach Entsendung von kleineren Nervenfaserzügen zwischen den Saugnapfmuskeln.

Ein sympathisches Nervensystem habe ich nicht entdecken können.

Peritonealer Überzug des Bauchstranges.

Wie schon oben erwähnt wurde, ist das peritoneale Blatt, welches die Bauchganglienkeette gegen die Leibeshöhle abschließt, nur an bestimmten und regelmäßigen Punkten gekernt, nämlich auf den Bauchmarksknoten. Auf jedem Bauchmarksknoten der acht vorderen Rumpfsegmente hat das Peritoneum zwei Paar Kerne, die beide am dorsalen Umfang des Knotens gelagert sind. Das eine Paar liegt am vorderen Pol, das andre am hinteren Pol des Knotens; die beiden Zellen jedes Paares sind genau symmetrisch angebracht, wie Fig. 4 *Pt* dartut.

Auf der Höhe des Kerns ist das Peritoneum stark verdickt, so daß es hügelartig vom Bauchmarksknoten absteht (s. Fig. 4 *Pt*), um dem großen mit einem Nucleolus versehenen Kern¹ Aufnahme zu gewähren.

LEMOINE hat diese Kerne auch schon bemerkt und auf einer seiner Zeichnungen mit abgebildet (T. IX, Pl. XI *a*, Fig. 7 *c*) LEMOINE hält die zugehörigen Zellen fälschlich für »un système nerveux surajouté«.

Die aus Endomysium und Peritoneum (oder nur aus dem Endomysium) bestehende Hülle des Centralnervensystems umschließt nun aber nicht nur nervöse Elemente, sondern nimmt noch zwei andre für das Centralnervensystem höchst wichtige Organe auf, nämlich

- 1) ein spezielles Muskelsystem und
- 2) das ventrale Blutgefäß (oder Teile desselben).

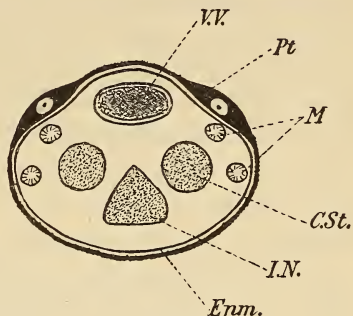


Fig. 4.

Querschnitt durch das Bauchmark, auf der Höhe des vorderen Poles des Ganglienknötens des 5. Rumpfabschnitts. *C.St.*, Commissurstrang; *Enm.*, Endomysium; *I.N.*, intermediärer Nerv; *M.*, Muskel; *Pt.*, Peritoneum (mit Kern!); *V.V.*, Vas ventrale.

Das specielle Muskelsystem.

Das Muskelsystem ist bei *Branchiobdella* ein ausschließlich längslaufendes. Es liegt zwischen dem Häutchen *Enm* und *H.* In jedem der Rumpfabschnitte 1—8 einschließlich setzt es sich aus jederseits einer einzigen Zelle zusammen, die nach dem Doppelspindeltypus² gebaut ist. Der Kern der Zelle liegt im Bauchmarksknoten, gerade auf der Höhe, wo das vordere und hintere Ganglienballenpaar einander berühren², und zwar in der dorsalwärts geöffneten Umschlagsfalte, welche das Häutchen beim Übergange von der centralen Faser-masse auf die Ganglienzellballen bildet. Die beiden Äste, welche die Muskelzelle von dieser Stelle aus kopf- und analwärts entsendet, sind nicht immer gleich lang, endigen auch nicht immer auf den Segmentgrenzen. Sowohl die beiden nach vorn als auch die beiden

¹ Das auf dem Bauchmark liegende Peritoneum sowie dessen Kerne besitzen also dieselben Kennzeichen wie die peritoneale Auskleidung der Leibeshöhle, vgl. diese Zeitschrift, LXXV. Bd., S. 678—679.

² LEMOINE gibt auf einer Totalrückensicht eines Bauchmarksknotens die beiden Muskelkerne sowie die beiden Paare Peritonealkerne an (T. IX, Pl. XI *a* fig. 7 *c*). Er meint, diese Kerne gehörten zu einem »système (nerveux) surajouté«

nach hinten gerichteten Äste divergieren von dem Punkte aus, wo der Kern gelegen ist, in einem spitzen Winkel. Daher liegen die beiden gleich gerichteten Äste auf allen Querschnitten durch den Bauchmarksknoten (Fig. 3*M*) noch nahe beieinander, immer noch in der genannten Falte. Auf Querschnitten durch die Längscommissur des Bauchmarks (Fig. 2 und 4*M*) indessen sind die beiden Äste durch einen beträchtlichen Zwischenraum voneinander getrennt. Sie liegen am seitlichen Umfange der betreffenden Seite, derart, daß die Verteilung der muskulösen Elemente am Umfange der Commissur eine gleichmäßige zu nennen ist. Es setzen sich an die Enden die der Muskelzelle des benachbarten Segments an. Die eine Verbindung eingehenden Enden liegen längs aneinander; die Verknüpfung geschieht also in derselben Weise, wie bei den Muskelzellenden der Körpermuskelschicht¹. Die Enden zeigen übrigens manchmal noch eine feine Endgabelung.

Was nun den Bau der Muskelzelle anlangt, so entspricht er dem einer typischen Doppelspindelzelle². Die beiden Schalen klaffen, gemäß dem für Muskelzellen früher³ festgestellten Prinzip nach der Dorsalseite hin und lassen nach dieser Richtung hin das Plasma austreten.

Die Muskelzelle am Bauchmarksknoten des ersten Körpersegments weicht von dem geschilderten nur insofern ab, als der Kern der Zelle am vorderen Pol des Knotens gelegen ist. Die nach vorn gerichteten Fortsätze der Zelle reichen bis weit ins hintere Postbuccalsegment hinein; die Fortsätze enden auf dem Ganglion infraoesophageum und zwar auf der Höhe des letzten Paares von Anhängen. Die Muskelenden liegen hier an der Dorsalseite des Organs (Fig. 1*M*) in analoger Weise wie an den Knoten der Rumpfsegmente.

Eine selbständige (d. h. mit Kern versehene) Muskelzelle fehlt in dem dem Kopfe angehörenden Teile des Centralnervensystems. Dagegen tritt hier ein accessorisches Muskelsystem auf, welches von jederseits einer Muskelzelle des Hautmuskelschlauchs gebildet wird, einer Muskelzelle, die, wie schon an andern Orte erwähnt und durch eine Zeichnung⁴ verdeutlicht wurde, sich aus der inneren Längsmuskelschicht des vorderen Postbuccalsegments heraushebt und deren nach hinten gerichtetes Ende mit dem Centralnervensystem

¹ Vgl. diese Zeitschrift. LXXV. Bd. S. 611.

² Ebenda S. 607.

³ Ebenda S. 701.

⁴ Ebenda S. 659 und S. 658, Fig. 19*.

innig verbunden ist, indem es an demselben entlang läuft. Das Muskelzellige liegt gleichfalls zwischen den Hüllen *Enm* und *H*. Während aber die beiden Fortsätze (Fig. 5 *M*) der aus dem ersten Körpersegmente in den Kopf hineinreichenden Muskelzelle (*M*) in der gewöhnlichen Weise am seitlichen Umfange der Längskommissur gelagert sind, liegt der Fortsatz der das accessorische System bildenden Muskelzelle (Fig. 5 *AM*) am ventralen Umfange der Commissur. Das Ende dieser accessorischen Zelle reicht nach hinten bis auf die Grenze des hinteren Postbuccalsegments gegen das erste Körpersegment.

Am Ganglion supraoesophageum fehlt eine spezielle Muskulatur durchaus¹.

Die Muskelzelle, die am Bauchmarksknoten des achten Rumpfssegments gekernt ist, reicht nach hinten hin bis vor den Bauchmarksknoten des Analsegments.

Das vordere und das hintere Körperende des Tieres entsprechen sich hinsichtlich der Muskulatur des Centralnervensystems, denn die dem neunten (letzten) Rumpfssegment angehörige Strecke des Systems führt keine eignen, selbständigen Muskelzellen. Die muskulösen Elemente, die hier im Bauchmark auftreten, sind gleichfalls nur accessorisch: es sind dies nämlich einzelne Enden, die von Dorsöventralmuskeln des Segments sich abspalten. Diese Enden liegen wieder zwischen den beiden Hüllen *Enm* und *H*. Sie treten von hinten und seitwärts her an der Ventralseite in den Knoten ein, verlaufen zunächst eine Strecke weit an der Ventralseite der centralen Fasermasse, um dann weiter nach vorn zu am seitlichen Umfange derselben innerhalb der ventralen Falte des Häutchens *H* mehr oder weniger weit dorsalwärts emporzusteigen.

Der Verlauf der Enden ist also von hinten nach vorn. Solcher

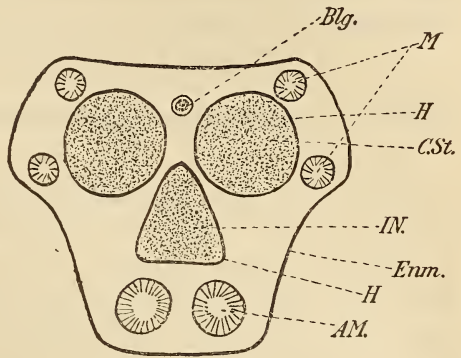


Fig. 5.

Querschnitt durch die interganglionäre Strecke des Bauchmarks unmittelbar hinter dem Ganglion infraoesophageum. *AM*, accessor. Muskel; *Blg.*, Blutgefäß; *C.St.*, Commissurstrang; *Enm.*, Endomysium; *H*, inneres Häutchen; *IN*, intermediärer Nerv; *M*, Muskel.

¹ LEYDIG (6) hat bei *Lumbricus agricola* ebenfalls das Fehlen von Muskeln am Oberschlundganglion konstatiert.

Muskelenden treten in die Bauchmarkstrecke dieses Segments im ganzen sechs Paare ein.

Die beiden am weitesten nach vorn liegenden Paare der eintretenden Muskelenden haben insofern ein Gemeinsames, als sie sich, sobald sie am seitlichen Umfange der centralen Fasermasse angelangt sind, in zwei Fortsätze teilen, die ein wenig auseinander weichen.

Die Enden der folgenden vier Paare sind ungeteilt. Jedes der beiden das letzte Muskelpaar bildenden Enden begleitet je einen der kurz vor dem Saugnapfe aus der Auflösung des Bauchstrangs hervorgehenden Gabelenden.

An den Lateralnerven tritt nirgends eine Muskulatur auf.

Beziehung des ventralen Blutgefäßstammes zum Centralnervensystem.

Bei allen früheren Autoren findet sich nur die Angabe, das Vas ventrale sei mit dem Bauchmark verbunden. Diese Angabe ist ungenau. Ich werde im folgenden die tatsächlichen Verhältnisse klarlegen.

Während seines Verlaufes in den Rumpsegmenten 1—3 einschließlich nimmt das Vas ventrale zum Bauchmark eine freie Lagerung ein. Das Gefäß liegt dorsal frei über diesem; es besitzt die beiden Überzüge *Enm* und *Pt*. Nur hin und wieder ist es durch Überbleibsel des Längsmesenteriums mit dem Bauchmark verbunden¹. Im fünften Rumpsegment gibt das Gefäß seine freie Lagerung auf; es tritt mit dem Bauchmark in innige Verbindung, indem es jetzt sozusagen unter dessen äußere (aus *Enm* und *Pt* bestehende) Umhüllung schlüpft, so daß vom vierten Segment ab bis ins achte hinein Bauchmark und Vas ventrale in einer gemeinsamen Scheide fest vereinigt sind.

Dieser Zustand ist in Fig. 4 dargestellt. Das Vas ventrale liegt auch in diesem Falle noch dorsal am Bauchmark und zwar symmetrisch über den beiden Längscommissursträngen. Das Vas ventrale ist dann noch durch eine besondere Hülle (dem Blatte *H* gleichwer-

¹ Auf diese Tatsache habe ich bereits früher (diese Zeitschrift, LXXV. Bd. S. 678) hingewiesen bei einer Gelegenheit, wo ich erwähnte, daß sich durch die Leibeshöhle ein aus Endomysium und Peritoneum bestehendes dorsoventral gestelltes Längsmesenterium zöge, welches zwischen seine bilateralen Teile das Vas dorsale, den Darm, das Vas ventrale und das Bauchmark nähme; ferner, daß dies Längsmesenterium zum größten Teil unterbrochen sei, so zwar, daß jedes der genannten Organe gegen den Leibeshöhlenraum durch eine eigne Hülle, aus Endomysium und Peritoneum zusammengesetzt, isoliert sei, eine Hülle, die nur die Fortsetzung der den Leibeshöhlenraum auskleidenden sei (vgl. folgende Seite dieser Arbeit).

tig) von den übrigen Teilen des Bauchmarks geschieden (siehe Fig. 4). An einigen Stellen auf dem Wege vom vierten bis achten Rumpsegment tritt das Gefäß wohl mal aus dem Verbande mit dem Bauchmark heraus, um auf kurze Strecken frei über dem letzteren zu verlaufen, wie in den vorderen Rumpsegmenten.

Am äußeren Umfange des Vas ventrale sieht man hin und wieder äußerst feine Gebilde; es sind dies vielleicht Muskeln für das Vas ventrale.

Auf denjenigen Strecken, wo der ventrale Blutgefäßstamm frei über dem Bauchmark liegt, findet sich innerhalb des letzteren, wiederum dorsal, zwischen den Längscommissuren, ein kleines Gefäß, bald mehr, bald weniger deutlich (Fig. 1, 2, 3, 5).

Über die Lagebeziehung des Nervenschlundrings zum umliegenden Körpergewebe habe ich mich bereits ausgesprochen.

Ich will hier noch auf

Die Lagerung des Bauchmarks in den Segmenthöhlen
eingehen.

Das Bauchmark durchzieht den ventralen Teil der Leibeshöhle in unmittelbarer Nähe der ventralen Körperlängsmuskulatur.

Die Längscommissur des Bauchmarks ist stets, abgesehen vom Mesenterium, frei durch den Segmentraum ausgespannt und wird auf diese Weise allseitig von der Leibeshöhlenflüssigkeit umspült. Anders steht es mit dem Bauchmarksknoten. Dieser ist mittels der Lateralnerven an der Körperlängsmuskulatur verankert, derart, daß der Knoten mit seiner ventralen Fläche auf der medianneuralen Muskelgruppe¹ ruht. In der Lagebeziehung zu dieser Muskelgruppe zeigen die einzelnen Partien des Knotens einige Verschiedenheiten. Auf der Höhe der Lateralnerven liegt der Knoten nämlich der genannten Muskelgruppe fest auf; der aus dem Endomysium und dem Peritoneum bestehende Überzug, der die innere Oberfläche des Längsmuskelzylinders gegen den Leibeshöhlenraum abschließt, geht von der Muskulatur über die Lateralnerven und über den dorsalen Umfang des Knotens hinweg, so daß diese Partien des Knotens gewissermaßen außerhalb des Leibeshöhlenraumes zu liegen kommen. Die übrigen Partien des Knotens sind etwas von der Muskulatur abgehoben. Auf diesen Höhen ziehen sich die beiden Blätter *Emm* und *Pt* auch unterhalb des Knotens über die Körperlängsmuskulatur hinweg, umkleiden dann auch den ventralen Umfang des Knotens. Diese Partien liegen also ganz innerhalb des Leibeshöhlenraumes.

¹ Vgl. diese Zeitschrift, LXXV. Bd., S. 647.

Diejenigen Dissepimente, welche vollkommene Scheidewände bilden, werden von der Commissur an Stellen durchbohrt, wo muskulöse Elemente fehlen, die Scheidewand also sehr dünn ist. Dies ist bei den Dissepimenten $3/4$, $4/5$, $5/6$, $6/7$, $7/8$ sowie dem Dissepiment zwischen Kopfabschnitt und erstem Rumpfsegment der Fall¹. Hier gehen die Hüllblätter *Em* und *Pt* des Bauchmarks auf die Dissepimentflächen über (vgl. Fußnote auf S. 688). An den Segmentgrenzen $1/2$, $2/3$, $8/9$, an welchen die Dissepimente im ventralen Bereich eine Unterbrechung¹ besitzen, zieht die Commissur unverändert von Segment zu Segment.

Wie ich an andern Orte schon angegeben habe, mündet auf der Mitte des fünften und sechsten Rumpfsegments median-ventral das Receptaculum seminis bzw. der Penis nach außen. Dadurch wird die median-neurale Muskelgruppe in ihre symmetrischen Hälften auseinandergeschoben und es resultiert für die Bauchmarksknoten der beiden Segmente eine seitliche Verlagerung aus der Medianebene heraus. Diese Verlagerung findet nun aber in den beiden genannten Segmenten nicht immer nach derselben Seite statt. Von den vier möglichen Fällen habe ich drei beobachtet:

Fall 1: Es ist der Ganglienknoten in Segment 5 nach links, in 6 nach links verlagert.

Fall 2: Es ist der Ganglienknoten in Segment 5 nach links, in 6 nach rechts verlagert.

Fall 3: Es ist der Ganglienknoten in Segment 5 nach rechts, in 6 nach links verlagert.

Der vierte mögliche Fall der Verlagerung des Knotens in beiden Segmenten nach rechts scheint nicht vorzukommen.

Von den drei obigen Fällen sind der erste und dritte am häufigsten zu beobachten.

Neben dieser durch die Lage von Receptaculum seminis und Penis und die Verlagerung der beiden Nervenknotten hervorgebrachten Asymmetrie besteht bekanntlich noch eine zweite, erzeugt durch Lage des vorderen Nephridienpaares. Hier kommen wiederum zwei Fälle vor: entweder liegt das linke oder das rechte Nephridium am weitesten nach vorn.

Leider habe ich bei der Untersuchung der Asymmetrie in der Lage der Geschlechtsapparate die Asymmetrie der Nephridien nicht mit berücksichtigt. Es wäre interessant zu ermitteln, ob zwischen

¹ Vgl. diese Zeitschrift, LXXV. Bd., S. 681—692.

den verschiedenen Fällen der Asymmetrie einerseits der Geschlechtsapparate andererseits der Nephridien nicht eine gewisse Regelmäßigkeit besteht.

Schlußbetrachtung.

Das Centralnervensystem von *Branchiobdella parasita* weist die typischen Verhältnisse des Annelidennervensystems auf.

Wegen der Ähnlichkeit der Anlage des Centralnervensystems des Tieres mit der gewisser Chätopoden darf man wohl annehmen, daß einerseits den einzelnen homologen Teilen und Elementen auch die gleiche Bedeutung zukommt, andererseits auch das periphere Nervensystem dieselben gemeinsamen Züge aufweist.

Es sind alsdann die Ganglienzellen in den Ganglienballen des Bauchmarks von *Branchiobdella parasita* als motorische Zellen aufzufassen. Die centrale Fasermasse ist ein Gemisch von motorischen und sensiblen Fasern.

Die motorischen Fasern sind die Fortsätze der genannten Ganglienzellen. Die sensiblen Fasern sind die Fortsätze von den in der Haut gelegenen Nervenzellen, die ein peripheres Nervensystem bilden; diese Fortsätze begeben sich zu Bündeln vereinigt durch die Lateralnerven in das Centralnervensystem, gabeln sich und treten hier mit den motorischen Fasern in Kontakt (vgl. Arbeit von HAVET).

Ob diese Annahme eine richtige ist, wird durch weitere Untersuchungen festzustellen sein.

Literaturverzeichnis.

1. HERMANN DORNER, Über die Gattung *Branchiobdella* Odier. Diese Zeitschr. XV. Bd. S. 464—493.
2. J. HAVET, Structure du système nerveux des Annelides. La Cellule. Bd. I. 1900.
3. JACOB HENLE, Über die Gattung *Branchiobdella*. Arch. f. Anat. u. Physiol. u. wiss. Medizin. Jahrg. 1835. S. 574—608.
4. WILHELM KEFERSTEIN, Anatomische Bemerkungen über *Branchiobdella parasita* Odier. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. S. 509—520.
5. VICTOR LEMOINE, Recherches sur l'organisation des *Branchiobdelles*. Assoc. franç. p. l'avanc. d. sciences. Reims 1880. p. 745—774.
6. FRANZ LEYDIG, Über das Nervensystem der Anneliden. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1862. S. 90—124.
7. — Vom Bau des tierischen Körpers. Tübingen 1864.
8. — Tafel zur vergleichenden Anatomie. Tübingen 1864.

692 F. Schmidt, Zur Anatomie u. Topogr. d. Centralnervensystems usw.

9. AUGUSTE ODIER, Mémoire sur le Branchiobdelle. Mém. de la Soc. d'hist. natur. de Paris. (1819.) Tome I. p. 70.
10. FRIEDO SCHMIDT, Die Muskulatur von Branchiobdella parasita. Diese Zeitschrift. 75. Bd. S. 596—705.
11. SALENSKY, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Biol. Centralbl. Bd. II. 1882—1883. S. 203—208.
12. WALTER VOIGT, Beiträge zur feineren Anatomie und Histologie von Branchiobdella varians. Arb. a. d. Zool. Inst. zu Würzburg. Bd. VII. 1888. S. 102—128.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [82](#)

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

Artikel/Article: [Über die Morphologie und die Funktion der Kauwerkzeuge von Tomocerus plumbeus L 664-692](#)