

Ueber das Centralnervensystem des Flusskrebses.

Von

Karl Richard Krieger

aus Eilenburg.

Mit Tafel XXXI—XXXIII.

Trotzdem die feinere Structur des Centralnervensystems der Arthropoden bereits von vielen Forschern zum Gegenstand ihrer Untersuchung gewählt worden ist, ist dennoch namentlich, was die räumliche Anordnung der histologischen Elemente und ihre Verbindung unter einander anbelangt, noch manche Frage zu beantworten. Die Autoren der älteren Abhandlungen über den feineren Bau des Nervensystems wirbelloser Thiere, wie EHRENBURG (10)¹⁾, VALENTIN (37), HELMHOLTZ (15), REMAK (33, 34), HANNOVER (14), WILL (39), HAECKEL (13), befassen sich überhaupt bloß mit der Beschreibung der Nerven-elemente, ohne auf die topographische Anordnung derselben näher einzugehen oder beschränken sich wenigstens auf einige Andeutungen darüber. Näher berücksichtigt wurde dieser Gegenstand zum ersten Mal in den Arbeiten OWSJANNIKOW's aus den Jahren 1861 und 1863 (29, 30). OWSJANNIKOW war auch der erste, welcher die Schnittmethode zum Studium des Nervensystems wirbelloser Thiere anwandte, leider aber haben sich seine Untersuchungen als sehr wenig zuverlässig herausgestellt²⁾. Eine genauere Beschreibung auch des räumlichen Aufbaues brachte ferner im Jahre 1863 die Abhandlung WALTER's über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere (38), deren Resultate freilich ebenfalls, wenigstens, was das Nervensystem von *Astacus* anbelangt, mit den späteren Untersuchungen anderer Forscher wenig übereinstimmen.

Von weit grösserer Bedeutung sind das im Jahre 1864 erschienene Werk LEYDIG's vom Bau des thierischen Körpers (25) und die dazu ge-

1) Die in Klammern eingeschlossenen Zahlen beziehen sich auf die Nummern des der vorliegenden Arbeit am Ende angefügten Literaturverzeichnisses.

2) Vergl. DIETL (8), LEMOINE (22), BELLONCI (4).

hörigen Tafeln zur vergleichenden Anatomie (26). Wenn auch LEYDIG sich bei seinen Untersuchungen darauf beschränkte, was ihm die Zergliederung mittels der Nadel und die Betrachtung des frischen oder aufgehellten Objectes von aussen erkennen liess, also die Schnittmethode nicht anwandte, so konnte er doch eine Menge von werthvollen Beobachtungen über das Nervensystem der Wirbellosen machen, namentlich wies er zum ersten Mal auf die Bedeutung der für dasselbe so wichtigen Punktsubstanz hin. In dem langen Zeitraum von 1864 bis 1876 sind über unseren Gegenstand nur zwei Arbeiten von LEMOINE (22) und RABL RÜCKHARD (34) zu erwähnen. LEMOINE untersuchte das Nervensystem der Languste und des Flusskrebse, ersteres auch unter Anwendung der Schnittmethode und berichtigte namentlich verschiedene Angaben OWSJANNIKOW'S. RABL-RÜCKHARD erweiterte, auf die Beobachtung des Objectes in toto gestützt, die von LEYDIG erworbenen Kenntnisse über den Bau des Hymenoptereengehirns. 1876 trat DIETL mit seiner Abhandlung über die Organisation des Arthropodengehirns (7) ans Licht, welche auf Grund der Untersuchung mittels methodisch geführter Durchschnitte eine Menge von wichtigen Resultaten brachte.

Angeregt durch die schönen Erfolge DIETL'S beschloss der Verfasser der vorliegenden Abhandlung eine genauere Untersuchung des Bauchstranges der Arthropoden, als Ergänzung zu DIETL'S Arbeit, da dieser ja nur das obere Schlundganglion berücksichtigt hatte, vorzunehmen. Als Ausgangspunkt wählte er den grössten unserer einheimischen Arthropoden, den allezeit leicht zu erhaltenden Flusskrebs. Doch nahm ihn dieser bald so sehr in Anspruch, dass er sich wenigstens vorläufig auf ihn beschränken musste. Dagegen wurde später, um der Arbeit einen gewissen Abschluss zu geben, auch das Gehirn des Flusskrebse mit in das Bereich der Untersuchung aufgenommen. Zur cursorischen Vergleichung wurden ein näherer und ein entfernterer Verwandter des Flusskrebse, der Hummer und die Kellerassel (*Porcellio scaber*) herangezogen. Einige Hauptresultate der vorliegenden Untersuchung wurden bereits zu Ende des Jahres 1878 im zoologischen Anzeiger von CARUS (49) veröffentlicht.

Während der Verfasser mit der Untersuchung und der Niederschrift der dabei gewonnenen Resultate beschäftigt war, erschienen noch Abhandlungen von FLÖGEL (41), DIETL (8, 9), BERGER (2), YUNG (40, 44), BELLONCI (4) und CLAUS (6) über denselben und über verwandte Gegenstände. Soweit sich dieselben mit der vorliegenden Arbeit berühren, ist im Laufe der Darstellung auf sie Rücksicht genommen worden.

Methoden der Untersuchung.

Zum Studium der einzelnen Gewebselemente an Isolationspräparaten wurden theils frische Gewebstheile, theils solche verwendet, welche mit Präparationsflüssigkeiten behandelt waren.

Von diesen ist zunächst die Ueberosmiumsäure zu erwähnen, doch wurde dieselbe weniger in flüssigem, als in gasförmigem Zustande angewandt. Es wurden nämlich die aus dem eben getödteten Thiere herausgenommenen Ganglien auf einen Objectträger gebracht und dieser, das Präparat nach unten gekehrt, über die Oeffnung einer weithalsigen Flasche, in welcher die Ueberosmiumsäure enthalten war, gelegt, bis das Präparat durch die Einwirkung des Dampfes gebräunt war. Hierauf kamen die Ganglien auf etwa 12 Stunden in Picrocarmin, um sie zu färben, und wurden endlich in stark verdünntem Picrocarmin, dem noch etwas Picrinsäure zugesetzt worden war, macerirt. Diese Behandlungsweise ist vor Allem zum Studium des Kerns und des Protoplasmas der Ganglienzellen geeignet, weniger um die Fortsätze derselben auf weitere Erstreckung zu verfolgen. Zu letzterem Zwecke habe ich mit Glück Lösungen von Chromsäure und chromsaurem Ammoniak von 2 bis 0,005^o/_o angewandt. Ehe man die Ganglien diesen Flüssigkeiten aussetzt, thut man gut sie mit dem Rasirmesser in einige Stücke zu zerschneiden. Ueber die Länge der Zeit, während welcher die Ganglien in den Macerationsflüssigkeiten zu verbleiben haben, lassen sich keine genaueren Angaben machen, doch wird im Allgemeinen eine Maceration von drei bis vier Tagen die besten Erfolge liefern.

Zum Härten derjenigen Ganglien, welche geschnitten werden sollen, halte ich $\frac{1}{3}$ procentige Chromsäure für die geeignetste Flüssigkeit. Alkohol führt selbst dann, wenn er zunächst in stark verdünntem Zustand angewandt und die Concentration langsam gesteigert wird, derartige Schrumpfungen herbei, dass die Schnitte, die man von mit Alkohol gehärteten Ganglien erhält, durchaus unbrauchbar sind. Ueberosmiumsäure in der von DIETL (7) angegebenen Concentration erhält zwar die Ganglienzellen, feineren Nervenfasern und die Punktsubstanz recht gut, lässt aber die stärkeren Fasern schrumpfen. Dasselbe gilt von der Picrinschwefelsäure, während gelungene Chromsäurepräparate sämtliche Elemente schön erhalten zeigen und ausserdem nach Färbung mit Carminlösungen eine sehr scharfe Unterscheidung der einzelnen Gewebstheile gestatten. In eine Chromsäurelösung von oben angegebener Concentration wurden also die aus dem mit Chloroform betäubten Thiere möglichst schnell herausgenommenen Ganglien gelegt und darin während

24 Stunden gelassen. Dann wurden sie mit destillirtem Wasser abgewaschen und noch 24 Stunden dieser Flüssigkeit, die öfters gewechselt wurde, ausgesetzt, um die überflüssige Chromsäure auszuziehen und dadurch das Object für Färbemittel zugänglicher zu machen. Es empfiehlt sich das Gehirn nicht im vollkommen frischen Zustand aus dem Thier herauszunehmen, sondern erst nachdem es im geöffneten Cephalothorax einige Stunden der Wirkung der Chromsäure ausgesetzt und dadurch etwas hart geworden ist. Ist es dann herausgenommen, so wird es in frische Chromsäure gebracht und ebenso behandelt, wie die übrigen Ganglien. Die gehärteten Ganglien wurden sodann in Alkohol aufbewahrt und vor dem Schneiden in Essigsäurecarmin oder Picrocarmin gefärbt. Erstere Tinctionsflüssigkeit liefert besonders schöne Kernfärbungen, lässt sich aber nur bei den kleinen Abdominalganglien anwenden, da sie in den grösseren Thoracalganglien und im Gehirn die äusseren Partien überfärbt, ehe sie noch ins Innere eingedrungen ist. Bei der Anwendung von Picrocarmin ist man diesem Uebelstand nicht ausgesetzt und erhält meist ebenfalls gute Kernfärbungen, die nur nicht so glänzend sind, wie die mit Essigsäurecarmin erreichten. Die gefärbten Objecte wurden mit destillirtem Wasser abgewaschen, dann in stark verdünnten Alkohol gebracht und dessen Concentration langsam gesteigert, bis man beim absoluten angelangt ist. Endlich wurden die Ganglien in Nelkenöl aufgebellt, in Paraffin eingeschmolzen und mittels des verbesserten RIVET-LEYSER'schen Mikrotoms in Schnittserien zerlegt¹⁾. Um mit demselben stets gleich dicke Schnitte zu erhalten, hat man die Einbettungsmasse um das eingeschmolzene Object herum conisch zuzustutzen, so dass letzteres von nur wenig Einbettungsmasse umgeben die Spitze des Kegels bildet, und dies jedes Mal nachdem man zwei oder drei Schnitte gemacht hat, zu wiederholen, damit die Messerklinge stets eine möglichst gleich grosse Masse zu durchschneiden hat.

Zum Studium der auf diese Weise erlangten Schnitte habe ich mich einer Methode bedient, die ich, da sie mir sehr gute Dienste geleistet hat und wohl auch von Anderen mit Erfolg angewandt werden könnte, in Folgendem ebenfalls ausführlich mittheilen will. Beim Schneiden wird für jeden Schnitt der Stand des Objectschlittens nach der am Mikrotom angebrachten Scala mit Nonius notirt, so dass man, selbst wenn ein Schnitt ausgefallen sein sollte, stets genau über den Ort jedes Schnittes orientirt ist. Ich habe mich überzeugt, dass dem Zwischenraum zwischen zwei Theilstrichen der erwähnten Scala genau eine Hebung des Objectes um 0,4 mm entspricht, dass also z. B. ein Vorrücken des Objectschlit-

1) Siehe REICHENBACH (32).

tens um $\frac{1}{4}$ eines Theilstriches einen 0,025 mm dicken Schnitt ergibt. War nun eine Serie von Querschnitten gut gelungen, so wurden sämmtliche Schnitte derselben mit einem OBERHAUSER'schen Zeichenapparat gezeichnet und dabei die verschiedenen Gewebelemente, als Ganglienzellen, Nervenfasern, LEYDIG'sche Punktsubstanz, mit verschiedenen farbigen Stiften markirt. Eine solche Zeichnung stellt Fig. 11 dar und zwar ist dazu derselbe Schnitt gewählt worden, von dem in Fig. 29 die rechte Hälfte genau abgebildet worden ist. Es wird nun dadurch, dass ein genauer Millimetermassstab bei derselben Vergrösserung wie die Schnitte mit dem Prisma gezeichnet wird, ein Massstab für diese Skizzen gewonnen und ein Blatt Papier mit parallelen Linien bezogen, deren Abstand nach diesem vergrössertem Massstab gleich der Dicke der gefertigten Schnitte gemacht wird. (Vergl. Fig. 12. Die Dicke der einzelnen Schnitte betrug hier 0,03 mm, die Vergrösserung, bei welcher sie gezeichnet worden waren, 42.) Weiter werden die einzelnen Zeichnungen auf eine parallel zur Querachse des Schnittes gezogene Gerade (Fig. 11 $\alpha\beta$) senkrecht projecirt und, wenn die Schnittrichtung genau senkrecht zur Medianebene des geschnittenen Objectes war, die einzelnen Projectionen, nach den oben erwähnten Notizen über den Ort der Schnitte, so zwischen die einzelnen Parallellinien eingetragen, dass die Projectionen der Medianlinien der Schnitte auf eine zu den Parallelen senkrecht gezogene Gerade fallen, welche die Projection der Medianebene des Ganglions auf die Ebene des Papiers darstellt. Man hat nun weiter nichts mehr zu thun, als die den Grenzen derselben Gebilde entsprechenden Punkte der hinter einander gelegenen Projectionen mit einander zu verbinden und durch leichte Schattirungen u. s. w. höher und tiefer gelegene Gebilde zu unterscheiden, um ein Bild zu erhalten, wie es das betreffende Object bieten würde, wenn es vollkommen durchsichtig wäre und von oben betrachtet würde. Ist aber die Schnittrichtung nicht genau senkrecht zur Medianebene des Objectes, so bestimmt man durch Vergleichen der jetzt unsymmetrischen Hälften der Schnitte den Winkel der Medianebene zur Schnittrichtung, zieht die Mittellinie so, dass sie mit den Parallelen diesen Winkel bildet und trägt die Projectionen wie oben ein. Dieser letztere Fall wurde als der complicirtere zur Darstellung in Fig. 12 gewählt. Bei der betreffenden Serie begann die Ursprungsstelle des ersten Nerven rechts drei Schnitte eher, als links. Es wurden demgemäss zwei Punkte in einer Entfernung, die der Breite des Ganglions beim Austrittspunkte des ersten Nervenpaares entsprach, so zwischen die Parallellinien eingetragen, dass der eine in den n ten der andere in den $n + 3$ ten Zwischenraum zu liegen kam, diese beiden Punkte durch eine Gerade verbunden und in der Mitte dieser Geraden eine Normale

errichtet, welche die Projection der Medianebene darstellt. Die in Fig. 12 in den untersten, dargestellten Zwischenraum eingetragene Projection ist die von Fig. 11. Durch Horizontal- und Sagittalschnitte, sowie durch Messungen der erhaltenen Zeichnung und des ungeschnittenen Objects kann man die erhaltenen Resultate prüfen. Ich habe diese Methode bereits im zoologischen Anzeiger (20) als eine neue mitgeteilt, nachher aber erfahren, dass eine ganz ähnliche schon im Jahre 1868 von His empfohlen (47) und später auch von SEESSEL (36) mit Glück angewandt wurde und berichtige daher meine frühere Angabe.

Ergebnisse der Untersuchung.

I. Histologisches.

1. Nervöse Gewebselemente.

In Bezug auf die nervösen Gewebselemente und ihre Beziehungen zu einander, bin ich bei meinen Untersuchungen zu fast ganz denselben Resultaten gelangt, wie sie DIETL in seiner Schrift über die Gewebselemente des Centralnervensystems bei wirbellosen Thieren (9) niedergelegt hat. Indem ich daher auf diese verweise, kann ich mich bei der Beschreibung der erwähnten Gewebselemente kurz fassen und werde nur da etwas länger verweilen, wo meine Ansichten von denen DIETL's abweichen.

A. Ganglienzellen. Die Ganglienzellen des Centralnervensystems des Flusskrebse sind sammt und sonders membranlos, der Gestalt nach sphärisch bis zwiebel- und birnförmig und mit einem verhältnissmässig grossen, sphärischen Kern versehen. Wenn nun auch die Ganglienzellen keine eigene Membran besitzen, so ist doch das Protoplasma einer jeden von dem der benachbarten vollkommen getrennt, da jede von einer eigenen Bindegewebetskapsel umgeben ist. Es bestehen diese Kapseln aus einer dünnen, homogenen Haut, die leicht für eine Zellmembran gehalten werden könnte, wenn sich nicht, namentlich bei den grösseren Zellen an derselben theils innen, theils aussen angelagerte Bindegewebkerne von etwa 0,015 mm Länge und 0,0075 mm Breite wahrnehmen liessen. DIETL hat an der Innenfläche der Ganglienzellenhülle von Tethys sogar eine zarte Endothelbekleidung gefunden (9, p. 29). Die Kapseln benachbarter Zellen verschmelzen sehr innig mit einander, so dass sie beim Zerzupfen sich zwar leicht von den von ihnen umschlossenen Zellen ablösen lassen, aber dabei meist mit Stücken von Kapseln benachbarter Zellen in Zusammenhang bleiben.

Das Protoplasma der Ganglienzellen erscheint im frischen Zustande feinkörnig, sonst aber vollkommen homogen. An Zellen, welche in stark

verdünnten Lösungen von Chromsäure und chromsaurem Ammoniak macerirt waren, wird die Körnelung gröber. Die von vielen Autoren beschriebene concentrische Streifung konnte ich nur an Zellen wahrnehmen, welche mit Ueberosmiumsäure, stärkeren Chromsäurelösungen oder Pierinschwefelsäure behandelt waren. Am schönsten habe ich sie an meinen in $\frac{1}{3}$ procentiger Chromsäure gehärteten Schnittpräparaten auftreten sehen. Wie ich auf diesen oft beobachten konnte, setzt sich die Streifung auch auf den Ausläufer fort, wobei sie dann die concentrische Richtung aufgibt und dem Verlaufe des Ausläufers folgt, doch nur ein Stück weit, denn in seinem spätern Verlaufe erscheint der Ausläufer vollkommen homogen und zeigt höchstens eine äusserst feine Körnelung. Der Uebergang von dem gestreiften Protoplasma der Zelle in den homogenen Fortsatz geschieht in der Weise, dass letzterer in der Nahe der Zelle von ersterem wie von einer Scheide umgeben wird. Selten dringt der homogene Fortsatz bis in die Zelle selbst vor, so dass dann Bilder entstehen, bei deren Betrachtung man an einen Kernfortsatz denken könnte. Ich möchte jedoch diesen Bildern keine zu grosse Beweiskraft zuschreiben, da die Zellen, an denen sie auftreten, meist schlecht erhaltene sind.

Was die Frage nach der Zahl der Fortsätze der Ganglienzellen anbelangt, so muss ich mich unbedingt für die Unipolarität derselben erklären, wenigstens für die Unipolarität in dem Sinne, dass, wenn mehrere Fortsätze vorhanden sind, diese sämmtlich von demselben Pol der Zelle entspringen. In der weitaus grössten Anzahl der Fälle ist mir nämlich sowohl auf Schnitten, wie bei Isolationspräparaten an jeder Zelle nur ein Fortsatz zu Gesicht gekommen. Nur einige wenige Male konnte ich bei Isolationspräparaten, die aus in höchst verdünntem chromsaurem Ammoniak macerirten Stücken von Ganglien hergestellt waren, dicht neben dem Hauptfortsatz, von demselben Protoplasmakegel aus, welcher den Uebergang von letzterem zum eigentlichen Zellkörper vermittelt, einen zweiten, sehr zarten Ausläufer sich erheben sehen, der im günstigen Falle sich in einer Spiraltour um den Hauptfortsatz herumwand, meist aber schon bald über seiner Ursprungsstelle abgerissen war. Fig. 34 stellt zwei Zellen dar, an denen der Nebenfortsatz ziemlich weit erhalten ist. Die Spirale, in welcher sich der Nebenfortsatz um den Hauptfortsatz aufwickelt, ist bei weitem steiler, als bei den Spiralfaserzellen der Wirbelthiere, soweit ich diese aus Abbildungen kenne¹⁾. Das Vorkommen von wirklich multipolaren Zellen im Centralnervensystem von Crustaceen wird vor Allem von OWSJANNIKOW (29, 30) und in neuester Zeit wieder von CLAUS (6) vertreten. Wie die multipol-

1) C. KRAUSE (48, Fig. 232 B).

laren Zellen OWSJANNIKOW's zu Stande gekommen sind, hat bereits DIETL (9, p. 8) dargelegt, nämlich dadurch, dass bei Schrumpfung des Protoplasmas dieses stellenweise an der Bindegewebskapsel hängen blieb.

CLAUS (6) bildet in Fig. 56 *a* multipolare Zellen aus dem Nervensystem der Phronimiden ab, sagt aber leider nicht, ob dieselben nach Schnitten oder nach Isolationspräparaten gezeichnet sind. Sollte letzteres der Fall sein, so wäre damit das Vorkommen von multipolaren Zellen im Centralnervensystem der Crustaceen bewiesen, sollten sie aber nach Schnittpräparaten gezeichnet sein, so möchte ich doch an einen Irrthum glauben. CLAUS sagt zwar, dass Bindegewebehüllen für die einzelnen Zellen nicht vorhanden seien, es liegen aber, wie aus seinen Zeichnungen hervorgeht, die einzelnen Zellen nicht dicht gedrängt nebeneinander und man wird annehmen können, dass der zwischen ihnen befindliche Raum von einer festen Zwischensubstanz ausgefüllt ist, an welche sich bei Schrumpfung des Protoplasmas einige Stränge anheften können. Auch haben von den abgebildeten Zellen namentlich die unten rechts und unten in der Mitte befindlichen, ganz das Aussehen, als ob sie auf die angegebene Weise geschrumpft wären. Allerdings bliebe dann noch die Länge einzelner dieser Fortsätze unaufgeklärt, doch könnte auf Schnittpräparaten die Zwischensubstanz zwischen den einzelnen Zellen, die ja doch wohl vorhanden ist, zu Täuschungen Anlass gegeben haben. Jedenfalls ist es mir niemals gelungen, auf Isolationspräparaten eine multipolare Zelle aufzufinden, was doch da, wo solche wirklich vorhanden sind, z. B. bei den Wirbelthieren, nicht allzu schwer ist, und ebenso wenig konnte ich eine solche auf Schnittpräparaten von gut gehärteten Ganglien entdecken. Auch bipolare Zellen, wie sie CLAUS in Fig. 56 *b* abbildet, kommen nach meinen Erfahrungen im Centralnervensystem von *Astacus* nicht vor.

Es erscheint allerdings für den ersten Augenblick befremdend, dass während im Centralnervensystem der Wirbelthiere sich zahlreiche multipolare Zellen vorfinden, solche in dem entsprechenden Organ der Arthropoden nicht vorhanden sein sollen, allein dieses Verhalten findet nach meiner Ansicht in der verschiedenen Lagerung der nervösen Elemente bei den beiden Typen seine einfache Erklärung. Bei den Wirbelthieren finden sich die Ganglienzellen im Innern der Nervencentren untermischt mit anderen Elementen und müssen daher, um mit diesen in Verbindung zu treten, nach allen Seiten Ausläufer aussenden. Bei den Arthropoden dagegen sind sie auf die Peripherie der Ganglien beschränkt, wo sie, nur von dem die einzelnen Zellen trennenden Bindegewebe unterbrochen, abgeschlossene Lager bilden, während alle anderen Elemente mehr in das Innere der Ganglien verlegt sind. Um nun

diese zu erreichen, müssten alle Ausläufer einer Ganglienzelle, wenn mehrere vorhanden wären, zunächst so ziemlich denselben Weg einschlagen und es ist wohl leicht zu erklären, dass sie hierbei zu einem einzigen verschmelzen, der sich erst im Innern des Ganglions in mehrere Aeste theilt.

Der Kern der Ganglienzellen ist stets kugelförmig. Er besitzt eine eigene Membran, von deren Existenz man sich an Isolationspräparaten, und zwar namentlich an solchen, die mit Ueberosmiumsäure und Picrocarmin behandelt waren, leicht überzeugen kann. Besonders deutlich wird die Kernmembran an zerdrückten Zellen, bei denen sie oft Falten wirft oder Risse zeigt. Auch feine Schnitte, in denen eine Scheibe von einem grossen Kern enthalten ist, lassen die Kernmembran deutlich erkennen. Der Inhalt der Kerne erscheint im frischen Zustand klar und vollkommen homogen, ebenso nach Maceration in stark verdünntem chromsauren Ammoniak. Andere Reagentien, als Ueberosmiumsäure, Chromsäure in nicht allzu dünnen Lösungen, Picrinschwefelsäure lassen eine Körnelung in demselben auftreten. Die einzelnen Körnchen ordnen sich manchmal zu einem Reticulum, in welchem dann die Kernkörperchen suspendirt sind. Letztere sind namentlich in den grösseren Zellen meist in mehrfacher Zahl vertreten, eins davon ist gewöhnlich der Kernmembran dicht angelagert, während die anderen sich mehr in der Mitte befinden. Sie besitzen ein ausserordentlich starkes Lichtbrechungsvermögen und nehmen sehr begierig Farbstoffe auf. Auch durch Osmiumsäure werden sie viel stärker gefärbt, als die übrigen Theile der Zelle: sie sind schon vollkommen schwarz, wenn der übrige Zellinhalt erst eine schwach gelb-graue Färbung zeigt.

Was das Verhältniss der Grösse des Kerns zu der der ganzen Zelle betrifft, so ist schon von DIETL ganz richtig hervorgehoben worden, dass je mehr die Zelle an Grösse abnimmt, desto grösser im Verhältniss der Kern wird. Dieses Steigen der Kerngrösse beim Kleinerwerden der Zelle geht ziemlich regelmässig in der Weise vor sich, dass man, wenn der Durchmesser einer beliebigen Zelle gleich n , der ihres Kernes gleich m ist, bei einer anderen Zelle von $\frac{n}{3}$ Durchmesser einen $\frac{m}{2}$ grossen Kern erwarten kann. So beträgt z. B. der Durchmesser der grössten Ganglienzellen im Centralnervensystem des Flusskrebse, wie sie sich in den Abdominalganglien finden, 0,17 mm, der ihres Kernes 0,06 mm. Um etwa ein Drittel kleinere Ganglienzellen, nämlich solche von 0,06 mm Durchmesser kommen namentlich in den Thoracalganglien sehr reichlich vor; misst man den Durchmesser ihrer Kerne, so wird man ihn etwa 0,03 mm gross finden. Gerade ein Drittel weniger als diese

wieder, nämlich 0,02 mm, halten die kleinsten Zellen mit deutlichem Protoplasmasaum, welche überhaupt im Centralnervensystem des Krebses vorkommen, im Durchmesser und wieder im Einklange mit der aufgestellten Regel beträgt der Durchmesser ihres Kernes 0,045 mm. Natürlich kommen auch Abweichungen von derselben vor, doch sind diese nie sehr bedeutend.

In Bezug auf die Eintheilung der Ganglienzellen schliesse ich mich ebenfalls DIETL (9, p. 43 u. 44) an, nur möchte ich seine Abtheilungen 2 und 3 in eine einzige zusammenziehen, da beide ganz allmähig in einander übergehen. Auch bemerkt DIETL selbst, dass sich zahlreiche Uebergangsformen zwischen beiden finden. Ich würde also folgendermassen eintheilen:

a. Zellen mit deutlichem Protoplasma, der Kern enthält meist mehrere Kernkörperchen. Setzen alle Ganglienzellenlager mit Ausnahme der unter b hervorgehobenen zusammen. (DIETL 2 und 3. Die erste Abtheilung DIETL's fehlt bei *Astacus*.)

b. Kleine Zellen mit sehr schmalem Protoplasmasaum, der meist nur an der Ansatzstelle des Fortsatzes deutlich wird. Kern mit Kernkörperchen. Setzen die seitlichen Ganglienzellenlager des Gehirns und die in Fig. 3 mit *gk* bezeichneten Ganglienzellenlager des unteren Schlundganglions zusammen (DIETL 4).

c. Sehr kleine kernartige Elemente mit Fortsätzen. Protoplasma ist überhaupt nicht mehr nachzuweisen. Inhalt stark lichtbrechend, mit feiner Körnelung, aber ohne besonders hervortretende Kernkörperchen. Bilden keine Lager, sondern finden sich in der Rinde verschiedener Punktsubstanzballen (DIETL 5?).

Ich glaube DIETL richtig verstanden zu haben, wenn ich meine Abtheilung c auf seine fünfte beziehe. Allerdings sagt er, dass der Inhalt der betreffenden Kerne vollkommen homogen sei, während er mir stets feinkörnig erschien und beschränkt sie auf die Augenanschwellungen, während mir es gelang, dieselben, wenn auch nicht so zahlreich, wie dort, auch in der Rinde anderer Punktsubstanzballen nachzuweisen.

B. Faserige Elemente. Die faserigen Elemente lassen sich nach der Art ihrer Verwendung beim Aufbau der Ganglien in Ganglienzellenfortsätze, Fasern der Quercommissuren, Fasern der Längscommissuren und peripherische Nervenfasern, nach ihrer histologischen Beschaffenheit in starke, röhrlige und feine, fibrillenartige eintheilen.

Im Gegensatz zu vielen Autoren muss ich nach meinen Erfahrungen bestreiten, dass die starken, röhrligen Fasern sich aus Primitivfibrillen zusammensetzen. Ihr Inhalt lässt nämlich im vollkommen frischen Zustande nicht die geringste Spur einer Streifung erkennen, sondern ist

vollkommen homogen, hell und dickflüssig, wie dies schon ältere Autoren wie HELMHOLTZ (15) und HAECKEL (13) richtig angeben und wie dies in neuerer Zeit YUNG (41) bestätigt hat. Wird auf durchschnittene, frische Nervenfasern ein Druck ausgeübt, so fliesst der Inhalt an den freien Enden aus. Mehrere Male konnte ich auch in Fasern, in denen in Folge der beginnenden Zersetzung Körnchen auftraten, an diesen eine Molecularbewegung wahrnehmen. Eine solche wurde auch von BOLL (4) im Achsenzylinder einer zum elektrischen Nerven von Torpedo gehörigen Nervenfasern beobachtet. Nach der Maceration in chromsauren Salzen wird der Inhalt körnig, aber die Körnchen zeigen nur selten und auch dann nur sehr undeutlich eine Anordnung zu Streifen in der Richtung der Längsachse der Faser. Auf in Pierocarmin gefärbten Schnitten von in Chromsäure gehärteten Ganglien ist der Inhalt der Nervenfasern zart rosa gefärbt und fast homogen, nur eine sehr schwache Körnelung macht sich bemerkbar. Beim Härten muss er eine bedeutende Volumverminderung erfahren, denn er füllt auf Schnittpräparaten meist nicht mehr die Scheide vollständig aus. Dabei zieht er sich entweder, wie es scheint, in Folge der Schwerkraft, auf die eine Seite der Faser zurück (vergl. Fig. 24, 25 und 26 *en*), oder er erfüllt hintereinander gelegene Stücke der Scheide theils vollkommen, theils lässt er sie vollkommen frei.

Unter den Fasern der Längscommissuren zeichnen sich jederseits zwei vor allen übrigen durch ihre Grösse aus. Es sind dies die sogenannten kolossalen Nervenfasern. In ihnen entdeckte REMAK (33, 34) ein Bündel von feinen Fasern, welches von den meisten späteren Beobachtern wieder gefunden und als ein dem Achsenzylinder der Wirbelthiernervenfasern homologes Primitivfibrillenbündel aufgefasst wurde. Auch ich habe dasselbe gesehen, aber stets nur an solchen Fasern, welche in Zersetzung übergingen und kann daher nicht umhin, es für ein bei der Zersetzung entstehendes Gerinnungsproduct zu erklären. Am besten bekommt man dasselbe zu Gesicht, wenn man ein Stück einer Längscommissur, das man am besten dem Zwischenraum zwischen zwei Abdominalganglien entnimmt, in Krebsblut zerzupft oder auch in derselben Flüssigkeit in toto von oben unter starker Vergrösserung betrachtet. Hat man das Präparat einem eben getödteten oder lebenden Thier entnommen und sich bei der Präparation möglichst beeilt, so wird zunächst der Inhalt auch der kolossalen Nervenfasern vollkommen klar und homogen erscheinen. Doch schon nach Verlauf von einer bis fünf Minuten ändert sich das Bild: In der Mitte der Faser tritt ein zunächst äusserst feinkörniger Streif auf, dessen Durchmesser etwa ein Viertel so gross ist als der der ganzen Faser, und wenig später gewahrt man in

diesem Streif zunächst noch sehr undeutlich gerade, längs verlaufende, äusserst feine Linien, die mit der Zeit etwas deutlicher werden, aber immer etwas blass bleiben. Noch später beginnt der Streif, der also jetzt als Fibrillenbündel erscheint, sich ganz allmähig in Form einer Schlangelinie zu krümmen. Dieses Stadium ist in Fig. 36 dargestellt. Bis hierher hat der den Streif umgebende Faserinhalt seine Homogenität bewahrt, nun aber stellen sich, während die Krümmungen immer steiler werden, in demselben Körnchen und von einer scharfen Linie begrenzte, tropfenartige Gebilde ein, wie sie bereits von HELMHOLTZ (15) und HAECKEL (13) als in sich zersetzenden Fasern auftretend beschrieben werden. Im mittleren Streif beginnen darauf die einzelnen feinen Linien ihre bis dahin bewahrte Parallelität aufzugeben und legen sich in kleineren Partien in Form von unregelmässigen Wellenlinien zusammen. Wenn diese Linien von feinen Fibrillen gebildet würden, müssten diese ein ganz ausserordentlich grosses Ausdehnungsvermögen besitzen. Aber gerade der Anblick, welchen der Streif in diesem Stadium gewährt, macht es mir sehr wahrscheinlich, dass Fibrillen in demselben gar nicht vorhanden sind, sondern ihre Bilder durch Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit, in welche der Inhalt zerfallen ist und die in dünnen Lagen neben einander liegen, vorgetäuscht werden, denn die in dem Streif in diesem Stadium sichtbare Zeichnung erinnert stark an die Wolken, welche sich bilden, wenn man zwei Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit, z. B. Wasser und Glycerin, mit einander mischt. Indem späterhin die tropfenartigen Gebilde immer mehr überhand nehmen, geht der Inhalt der Faser seinem vollkommenen Zerfall entgegen. Wird die Faser frisch in dünne Lösungen von Chromsäure oder deren Salzen gebracht, so treten die beschriebenen Zeichnungen nicht auf, sondern der Inhalt wird gleich dem anderer Fasern körnig.

Jede stärkere Faser ist von einem hellen, starren, elastischen Neurilemmrohr umgeben, an dessen Innenseite sich längliche Kerne mit ziemlich grobkörnigem Inhalt befinden. Die Länge dieser Kerne beträgt etwa 0,02, ihre Breite 0,01, ihre Höhe 0,004 mm. Sie liegen mit einer ihrer flachen Seiten dem Neurilemm dicht an und sind von einem aus einer homogenen Substanz bestehenden Hof umgeben, der sich in scharfer Linie von dem Faserinhalt absetzt (Fig. 36 a). Der Länge der Faser und des Kerns nach spitzt sich der Hof, sich dicht an das Neurilemm anlegend, zu. Einige Male sah ich zwei nahe bei einander gelegene Kerne in einen Hof eingebettet (Fig. 36 b). Irgend etwas, was den RANVIER'schen Einschnürungen entspräche, habe ich an den Nervenfasern nicht wahrnehmen können. Der Durchmesser der gewöhnlichen

starken Fasern schwankt von 0,002 bis 0,04 mm, der der kolossalen Nervenfasern erreicht den Werth von 0,4 mm und etwas darüber.

Die stärkeren Fasern bilden die Hauptmasse der Faserzüge des Nervensystems, ihnen würden die Ausläufer der grösseren Ganglienzellen [p. 536, Abtheilung a] zuzurechnen sein, aus ihnen setzen sich die Längscommissuren, die Quercommissuren innerhalb der Ganglien und der grösste Theil der peripherischen Nerven zusammen.

Eine weit geringere Verbreitung haben die feineren, fibrillenartigen Fasern aufzuweisen. Sie erscheinen selbst bei stärkeren Vergrösserungen als einfache Linien, auf Querschnitten als Punkte, es lässt sich also über ihre Structur nichts genaueres mittheilen. Möglicher Weise sind sie nur eine äusserst feine Modification der stärkeren Fasern, wenigstens scheinen sie noch einer Theilung fähig zu sein, da die Fasern, aus denen die später zu beschreibende Punktsubstanz besteht, ein noch feineres und zarteres Aussehen haben, als die feinen Fasern, welche sich in ihr auflösen.

Zu den feinen Fasern gehören die Ausläufer der protoplasmaarmen und protoplasmafreen Ganglienzellen (Abtheilung b und c); sie (die feinen Fasern) setzen den das Chiasma bildenden Theil des Augennerven und einen Theil des Nerven der inneren Antennen zusammen. Möglicher Weise sind auch einzelne von ihnen anderen Nervenbündeln beigemischt, doch lässt sich dies, da sie nur zu grösseren Massen vereinigt erkennbar sind, nicht mit Sicherheit feststellen.

Da wo sie in grösserer Anzahl peripherische Nervenstämme zusammensetzen helfen, werden sie vom Bindegewebe zunächst in grössere, rundliche Bündel verpackt (Fig. 46 f). Von der Hülle dieser Bündel aus erstrecken sich dann mit der Längsachse des Bündels parallel verlaufende, bindegewebige Septen in die Fasermasse hinein, die, indem sie sich mehrfach theilen und verästeln, die Fasern in kleinere Bündel sondern. Wir haben es also hier mit einer Art der Verpackung feinsten Fasern zu thun, die ganz mit der übereinstimmt, welche von HERMANN (46) und HANS SCHULTZE (35) als Abfächerung für die Nerven von Hirudo, Gasteropoden und Lamellibranchiaten beschrieben wurde.

C. Punktsubstanz und Beziehungen zwischen Ganglienzelle und Nervenfaser. Im Innern sämmtlicher Ganglien des Flusskrebses bemerkt man schon bei der Betrachtung mit dem blossen Auge im frischen Zustande weissliche Ballen von ziemlich ansehnlicher Grösse. Nimmt man das Mikroskop zu Hülfe, so sieht man, dass dieselben weder aus Ganglienzellen, noch aus Faserbündeln bestehen, sie scheinen sich vielmehr auf Schnitten sowohl, wie auf Zupfpräparaten aus einer feinkörnigen Masse zusammensetzen. Diese

Masse wurde zuerst von LEYDIG (25, p. 89, 91, 152, 226) genauer untersucht und mit dem Namen »Punktsubstanz« belegt. Später hat sich namentlich DIETL (7—9) mit denselben eingehender beschäftigt und sie als »Marksubstanz« bezeichnet. Ich behalte den älteren Namen bei, da er sie ihrem Aussehen nach sehr gut charakterisirt und der Name »Marksubstanz« zu leicht zu Verwechslungen mit dem Mark der Wirbelthier-nervenfasern, mit dem sie durchaus nichts zu thun hat, Anlass geben kann. Von anderen Forschern, die sich mit dem Nervensystem der Wirbellosen beschäftigt haben, ist sie vielfach übersehen oder auf Schnitten mit quergeschnittenen Faserbündeln verwechselt worden. So von OWSJANNIKOW (29, 30) und in neuester Zeit wieder von YUNG (41). Wenigstens glaube ich nicht fehl zu gehen, wenn ich bei Letzterem in »des espaces arrondis ayant un aspect granuleux et qu'un plus fort grossissement montre remplis par des lumières de fibres très étroites« die Punktsubstanz erkenne. Mit quergeschnittenen feinen Nervenfasern kann sie auf Schnitten allerdings einige Aehnlichkeit haben, doch hätten die betreffenden Forscher durch in verschiedener Richtung geführte Schnitte von der Irrigkeit ihrer Auffassung überzeugt werden müssen.

Doch was ist diese Punktsubstanz? Meine Untersuchungen haben mich zu demselben Resultat geführt, zu dem LEYDIG und DIETL kamen, das weiter von H. SCHULTZE (35) und BELLONCI (4) bestätigt wurde. Die Punktsubstanz ist ein Netzwerk, oder vielleicht richtiger ein Filz von feinsten Fasern. Um sich hiervon zu überzeugen, empfehle ich vor Allem zwei Methoden. Die eine, welche bereits DIETL mit Erfolg anwandte, ist die, von in Osmium gehärteten Ganglien möglichst feine Querschnitte anzufertigen und dieselben bei starken Vergrößerungen zu betrachten, die andere besteht in Folgendem: Man lässt ein Stück eines Ganglions mehrere Tage in einer 0,04procentigen Lösung von chromsaurem Ammoniak maceriren, zerzupft hierauf die Punktsubstanz möglichst fein mit Nadeln und bringt sie mit reichlicher Flüssigkeit unter ein mit Wachsfüsschen versehenes Deckglas. Sodann klopft man eine Zeit lang mit einem leichten Körper, etwa dem Nadelstiel, leise auf das Deckglas, wodurch in Folge der dabei entstehenden Strömungen der Zusammenhang der einzelnen Gewebstheile noch mehr gelockert wird, und betrachtet endlich das Präparat bei starken Vergrößerungen. Namentlich am Rande der einzelnen Bröckchen wird man deutlich wahrnehmen, dass die Punktsubstanz aus äusserst feinen, einander durchflechtenden Fäserchen besteht.

Auch in Bezug auf das Verhältniss der Punktsubstanz zu den Ganglienzellen und peripherischen Nervenfasern stimme ich vollkommen mit den oben genannten Autoren überein. Die Ganglienzellenausläufer lösen

sich, indem sie sich in immer feinere Aeste theilen, in der Punktsubstanz auf oder sie bilden vielmehr dieselbe, indem die durch ihre Theilungen entstandenen feinsten Fasern sich auf die verschiedenste Weise durchflechten, und andererseits kommen die peripherischen Nervenfasern aus den Punktsubstanzballen hervor, nachdem sie sich durch die Vereinigung verschiedener solcher feinsten Fasern constituirt haben. Dabei geht nach meiner Ansicht, da ich weder in den Ganglienzellenfortsätzen, noch in den peripherischen Nerven irgend welche Differenzirungen entdecken konnte, sondern beide von einer vollkommen homogenen Masse erfüllt fand, die Theilung nicht etwa in der Weise vor sich, dass schon vorher getrennt neben einander herlaufende Elemente (Primitivfibrillen), nur ihren gemeinsamen Verlauf aufgeben, sondern der vorher gemeinsame Inhalt einer Faser theilt sich in mehrere Aeste, wie sich das Wasser in den Röhren einer Wasserleitung theilt, die die verschiedenen Häuser einer Stadt zu versorgen hat und in ähnlicher Weise verschmilzt der Inhalt der einzelnen Fäserchen, die zu einer peripherischen Nervenfasern zusammentreten, nach meiner Auffassung ebenso zu einer gemeinsamen Masse, wie sich das Wasser verschiedener Bäche zu einem Flusse vereinigt.

Der hier vertretenen Ansicht über die Bedeutung der Punktsubstanz für das Centralnervensystem ist CLAUSS in seiner Schrift über die Organisation der Phronimiden entgegengetreten und allerdings sind seine Zeichnungen, welche den directen Uebergang eines Ganglienzellenausläufers in eine peripherische Nervenfasern demonstrieren, vor Allem Fig. 55, durchaus überzeugend. Nur ist er darin entschieden zu weit gegangen, dass er, weil er den directen Zusammenhang zwischen Ganglienzelle und peripherischer Nervenfasern nachgewiesen hat, den Zusammenhang dieser beiden Gebilde unter Dazwischentreten der Punktsubstanz überhaupt leugnet. Für den Flusskrebs wenigstens glaube ich mit Bestimmtheit behaupten zu können, dass ein solcher stattfindet, und wenn sich derselbe auch nicht mit der Klarheit auf Zeichnungen nachweisen lässt, wie der directe Uebergang, so hoffe ich doch, dass Präparate, wie die in den Figuren 15, 20, 23, 27, 28, 34 und 33 abgebildeten auch einige Beweiskraft besitzen werden. Ich will zugeben, dass auch bei *Astacus* Ganglienzellen vorkommen mögen, deren Ausläufer direct in eine peripherische Nervenfasern übergehen, nur ist mir ein solcher directer Uebergang auf meinen Präparaten nie zu Gesicht gekommen. Sollte ein solcher stattfinden, so würde sich eine interessante Parallele zu den Angaben GERLACH'S (12) über das Rückenmark der Wirbelthiere darbieten, in welchem nach diesen beide Arten der Verbindung zwischen Ganglienzelle und Nervenfasern vorhanden sind.

2. Bindegewebe.

In den bisher erschienenen Abhandlungen über das Nervensystem wirbelloser Thiere wird mit »Neurilemm« bald die Hülle des ganzen Nervensystems, bald die der einzelnen Nervenfasern bezeichnet. Da nun diese Bezeichnungsweise leicht zu Verwechslungen Anlass geben kann, mache ich den Vorschlag, die Hülle der Ganglienknoten, Längscommissuren und peripherischen Nerven mit dem auch bei den Wirbelthieren für die Hülle des ganzen Nerven angewandten Namen »Perineurium« zu belegen und nur die Hülle der einzelnen Fasern Neurilemm zu nennen.

Das Perineurium des Flusskrebses besteht aus einer derben, hellen, elastischen Haut, an welcher sich im frischen Zustande keine weiteren Differenzirungen nachweisen lassen. Lässt man aber ein Stück des Nervensystems etwa zwei Tage lang in einer zweiprocentigen, wässerigen Lösung von chromsaurem Ammoniak liegen, präparirt dann das Perineurium ab und betrachtet es von der Fläche, so erkennt man in demselben (vergl. Fig. 37) aus feinen Fasern bestehende Bänder, welche sich unter spitzen Winkeln kreuzen und längliche Kerne von ungefähr 0,02 mm Länge und 0,014 mm Breite. Eine andere Eigenthümlichkeit der Structur tritt hervor, wenn man die Ganglien in der bei Beschreibung der Methoden angegebenen Weise mit Ueberosmiumsäure und Picrocarmin behandelt. Man gewahrt dann an der Innenseite des Perineuriums, vor Allem an dem von der Unterfläche der Ganglien, ein äusserst zierliches Netzwerk, dessen einzelne Fasern zu sternförmigen Knotenpunkten zusammentreten und vielfach über- und untereinander hinlaufen. Nach der Oberseite der Ganglien zu werden die einzelnen Fasern länger und dünner und damit das ganze Netzwerk undeutlich. An dem Perineurium der Längscommissuren finden sich nur Andeutungen, an dem der peripherischen Nerven gar nichts davon. Ueber die Bedeutung dieses Netzwerkes konnte ich nicht ins Klare kommen; vielleicht ist es muskulös, wenigstens zeigen seine Umrisse eine grosse Aehnlichkeit mit denen des Muskelnetzes, welches LEUCKART an der uterusähnlichen Scheide der Pupiparen auffand und beschrieb (23).

Nach aussen vom Perineurium trifft man noch auf eine zweite Hülle des Nervensystems, das äussere Neurilemm der Autoren. Dieselbe besteht aus zellig-blasigem Bindegewebe¹⁾ und dient zur Fixirung des Nervensystems innerhalb der Leibeshöhle, wie es auch alle andern Organe innerhalb derselben umkleidet. Mit dem Nervensystem selbst steht es nur in sehr loser Verbindung und trennt sich meist schon beim Herauspräpariren des letzteren von ihm ab.

1) Vergl. LEYDIG (25, p. 29 ff.).

Nach innen zu vom Perineurium stösst man häufig ebenfalls auf zellig-blasiges Bindegewebe, welches hier dazu dient, Lücken, die zwischen dem Perineurium und den nervösen Elementen entstehen, auszufüllen. Besonders reichlich ist dasselbe am Gehirn und am unteren Schlundganglion ausgebildet. Das letztere wird vollkommen von einer Lage dieses Gewebes umhüllt, die sich auf der Unterseite zu einem ansehnlichen Polster erweitert.

Im Innern der Ganglien tritt das Bindegewebe in Form von Blättern und Fasern auf, welche einzelne Abtheilungen derselben umhüllen und ihnen zur Stütze dienen. Es ist immer leicht an den ihm eigenthümlichen, länglichen Kernen, von ungefähr 0,02 mm Länge und 0,04 bis 0,015 mm Breite zu erkennen. Bemerkenswerth ist, dass diese Kerne beim Hummer nur eine Länge von 0,0075 bei einer Breite von 0,004 mm erreichen, wie überhaupt die zelligen Elemente im Nervensystem des Hummers im Durchschnitt viel kleiner sind als die entsprechenden des Flusskrebeses. Eine Ausnahme hiervon machen die grossen Ganglienzellen in den Abdominalganglien und die kolossalen Nervenfasern.

Von den Bindegewebskapseln der Ganglienzellen und den Septen in den aus feinen Fasern gebildeten Nervenbündeln ist bereits bei den nervösen Elementen die Rede gewesen.

II. Topographisches.

1. Gehirn.

Das Gehirn des Flusskrebeses hat die Gestalt einer Scheibe, deren Höhe in der Mitte etwa 4,3 mm beträgt und nach vorn und hinten bis auf 4 mm abnimmt¹⁾. Die Umrisse dieser Scheibe gleichen von oben gesehen (vergl. Fig. 4) einem symmetrischen Parallelogramm, auf dessen nach vorn gewandte Seite ein niedriges Rechteck aufgesetzt ist. Von den Seiten dieses Trapezes misst die grössere der Parallelseiten, welche nach vorn gekehrt ist gegen 3,5, die kleinere hintere gegen 2 mm, während die nicht parallelen eine Länge von etwa 4,5 mm haben. Die Höhe des vorn aufgesetzten Rechtecks beträgt 0,5 mm, seine Basis ist etwa 2,4 mm lang. Von den nach vorn gewandten Ecken des Rechtecks entspringen die Augennerven (Fig. 4 no), von den vorderen Ecken des Trapezes die Nerven für den vorderen Theil der Wand des Cephalothorax

1) Alle Maassangaben beziehen sich auf das in Chromsäure gehärtete Nervensystem eines Krebses von ungefähr 12 cm Länge. Um eine möglichst genaue Topographie zu ermöglichen, wurden ziemlich viel Maassangaben gemacht, obgleich sich der Verfasser der Gefahr bewusst war, dass dieselben leicht ermüdend auf den Leser wirken können.

(nerves tégumentaires von MILNE EDWARDS) (Fig. 4 *nt*), von den hinteren Ecken des Trapezes die Nerven für die grossen Antennen (Fig. 4 *naa*) und endlich von der hinteren Seite desselben die Schlundcommissuren (Fig. 4 *sc*). Die Nerven für die kleinen Antennen kommen an der unteren Fläche des Gehirns und zwar ungefähr in der Mitte derselben 1,5 mm von einander entfernt zum Vorschein. Ausser diesen stärkeren Nerven sind noch vier äusserst schwache zu erwähnen, von denen zwei (Fig. 4 *nom*), die Augenmuskelnerven, das Gehirn an seiner Oberfläche etwas hinter den hinteren Ecken des vorn aufgesetzten Rechtecks verlassen, während von den zwei anderen unpaaren der eine von der Vorderfläche des Gehirns zwischen den Augennerven, der andere von der Hinterfläche desselben zwischen den Schlundcommissuren entspringt (Fig. 4 *ns₁* und *ns₂*). Beide treten später mit dem Geflecht der Magenerven in Verbindung.

Zerlegt man das Gehirn in Querschnitte, so fallen auf den ersten derselben vor Allem die Querschnitte der beiden Augennerven in die Augen. An denselben unterscheidet man mit Leichtigkeit zweierlei Fasern: stärkere, die sich mit Carmin dunkler färben, und äusserst feine, nur sehr schwach gefärbte. Letztere bilden ein cylindrisches Bündel von 0,15 mm Durchmesser, welches von ersteren allseitig umgeben wird, aber nicht in der Mitte derselben, sondern etwas nach innen gelegen ist. Der ganze Nerv hat einen Durchmesser von 0,4 mm. Wir wollen nun, indem wir alles Andere zunächst vernachlässigen, dem aus feinen Fasern bestehenden Bündel in das Innere des Gehirns folgen und seinen Ursprung festzustellen suchen. Indem es sich langsam senkt und in schräger Richtung der Medianebene des Gehirns zustrebt, trifft es 0,8 mm hinter der Vorderfläche des letzteren mit dem entsprechenden Bündel der anderen Seite zusammen. Beide vereinigen sich und bilden ein Chiasma, dessen hintere Schenkel etwa 0,35 mm hinter dem Vereinigungspunkt auseinandergehen. In diesem Chiasma scheint mir nicht, wie DIETL (7) und BERGER (2) angeben, eine Semidecussation, sondern eine vollständige Kreuzung der Fasern stattzufinden, wenigstens habe ich Fasern, die auf derselben Seite bleiben, nicht mit Sicherheit nachweisen können. Die beiden hinteren Schenkel des Chiasmas biegen in einem Bogen nach aussen um und gelangen, indem sie sich zunächst noch weiter senken, später wieder etwas heben, endlich zu denjenigen Gebilden, welche DIETL (7) und BERGER (2) wohl mit Recht als Homologa der pilzhutförmigen Körper im Gehirn der Insecten ansehen. Es sind dies zwei hintereinander gelegene, aus Punktsubstanz bestehende Ballen.

Der vordere von ihnen (Fig. 1, 13, 14 und 15 I) ist etwas kleiner als der hintere. Er erscheint auf Horizontalschnitten nahezu kreisrund, auf Querschnitten nierenförmig mit nach innen gekehrter Concavität, so dass man seine Gesamtgestalt als dick nierenförmig bezeichnen kann. Der obere Theil der aufrecht stehenden Niere ist stärker entwickelt als der untere. Die Höhe derselben beträgt 0,8, die grösste Breite 0,55 mm. Nach hinten zu findet sich an ihm eine etwa 0,3 mm im Durchmesser haltende Oeffnung, durch welche Nervenfasern ein- und austreten. Die Punktsubstanz des Ballens zeichnet sich durch besondere Feinheit und Gleichmässigkeit des sie zusammensetzenden Faserfilzes aus. Die Gleichmässigkeit würde eine vollkommene sein, wenn nicht auf den Schnitten die bereits von DIETL beschriebenen, meist keilförmig erscheinenden Flecken auftreten, an denen die Punktsubstanz eine grössere Dichtigkeit und die Fähigkeit sich stärker als gewöhnlich mit Farbstoffen zu imbibiren, besitzt. Diese Flecken sind der Ausdruck von drei- oder vierseitigen ziemlich langgestreckten Pyramiden, welche ihre etwas abgestumpften Spitzen der Mitte des Ballens zuwenden, während ihre Basis ungefähr mit der Rinde desselben zusammenfällt. Sie haben eine Höhe von etwa 0,13 mm, der Durchmesser ihrer Basis misst 0,05—0,07 mm. Auf einem Horizontalschnitt durch den oberen, stärkeren Theil des Ballens, kurz über der Oeffnung, durch welche die Nervenfasern ein- und austreten, zählt man ihrer 13—15.

Dicht hinter dem beschriebenen liegt der zweite, etwas grössere Ballen (Fig. 1, 13 und 15 II). Er hat die Gestalt eines mit dem spitzeren Pole nach unten gekehrten Eies von 1,15 mm Längs- und 0,8 mm grösstem Breitendurchmesser. An seiner vorderen Seite, gegenüber der entsprechenden Oeffnung des vorderen Ballens ist auch seine Wand durchbrochen, um den mit ihm in Beziehung stehenden Nervenfasern den Ein- und Austritt zu gestatten. Auf Schnitten erscheint seine äussere Begrenzung nicht, wie die des vorderen Ballens, ganzrandig, sondern schwach gelappt, so dass es den Anschein hat, als ob er sich aus einer grösseren Anzahl kleinerer Ballen zusammensetze, zumal da auch von innen her, entsprechend den äusseren Einbuchtungen die Punktsubstanz Unterbrechungen zeigt. Auf einem Horizontalschnitt kann man drei bis fünf solcher kleinerer Ballen unterscheiden. Uebrigens sind dieselben individuell sehr verschieden deutlich ausgebildet, oft ganz verwischt. Fig. 13 zeigt sie in ganz besonders deutlicher Ausbildung. Auch dieser Ballen besteht aus einer sehr feinen glatten Punktsubstanz und weist in derselben ähnliche Differenzirungen auf wie der vordere. Nur bestehen diese hier nicht aus radial gestellten Pyramiden, sondern aus durch die ganze Masse des Ballens zerstreuten, rundlichen oder polyedrischen

Flecken von 0,035—0,045 mm Durchmesser. Der Abstand der einzelnen Flecken von einander beträgt 0,005—0,04 mm.

Die beiderseitigen hinteren Ballen sind durch eine starke, faserige Quercommissur (Fig. 4 und 43 c) mit einander verbunden. Dieselbe zieht sich in einem nach vorn convexen Bogen unter dem hinteren Theil des Chiasma und, nachdem sie sich etwas gehoben, über den hinteren Schenkeln desselben hinweg und erreicht die hinteren Ballen in der Mitte der Höhe des vorderen Theils ihrer Innenseite. Sobald sie mit denselben in Berührung getreten ist, gehen ihre Fasern auseinander und umspinnen meridianartig die Ballen, um sich später, besonders in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Theilballen in die Masse derselben einzusenken. Etwa da, wo die Commissur unter dem Chiasma hervortritt, vereinigt sich mit ihr ein Bündel von von vorn kommenden Fasern (Fig. 43 v), über dessen Ursprung später die Rede sein wird. DIETL (7 und 9) meint, dass diese Commissur aus Bindegewebsfasern bestehe, ich muss mich dagegen mit BERGER (2) für die nervöse Natur derselben aussprechen, da ich auf Sagittalschnitten, auf denen ihre Fasern im Querschnitt getroffen sind, deutlich die für die Nervenfasern von *Astacus* so charakteristischen, kreisrunden Querschnittsbilder wahrgenommen habe.

Die Rinde der beiden Ballen wird gebildet von Fasern, Blutgefässen und kernartigen Gebilden. Die Fasern mögen sowohl bindegewebiger, als auch nervöser Natur sein; zu äusserst findet sich eine Schicht von unzweifelhaften Bindegewebsfasern mit länglichen Kernen (vergl. Fig. 45), welche die Ballen gegen die benachbarten Gebilde scharf abgrenzt. Die Blutgefässe umspinnen in der Rinde die beiden Ballen und senden von hier aus zahlreiche Aeste in das Innere derselben, die darin vielfach anastomosiren. Von Kernen findet man ausser den grösseren länglichen, welche dem Bindegewebe angehören, noch kleinere von rundlicher oder abgestumpft dreieckiger Gestalt und 0,007—0,009 mm Durchmesser. Von ihrer dem Innern des Ballens zugewandten Seite sieht man meist einen Fortsatz entspringen und sich in die Punktsubstanz einsenken. Diese Fortsätze schliessen sich mit Vorliebe den Blutgefässen an, welche von der Rinde aus in das Innere des Ballens vordringen. Ich trage kein Bedenken diese Gebilde für protoplasmafreie, respective äusserst protoplasmaarme Ganglienzellen (gangliöse Kerne) anzusehen und habe aus ihnen bei meiner Eintheilung der Ganglienzellen (siehe oben) die Abtheilung c gebildet. BERGER (2) hat an ihrer Stelle bei *Squilla* und *Palınurus* Zellen von deutlich ganglionöser Natur gefunden und glaubt daher ebenfalls die entsprechenden Gebilde bei *Astacus* zu den Ganglienzellen rechnen zu dürfen.

Beide Ballen berühren sich über und unter der Stelle, an welcher der Sehnerv zwischen sie tritt und lassen dabei eine in der Frontalebene verlaufende Rinne zwischen sich frei. Diese wird an der äusseren Seite durch ein aus kleinen, protoplasmaarmen Zellen gebildetes Ganglienzellenlager (Fig. 1, 13, 14 und 15 g_{23}) ausgefüllt. Dieses Lager bedeckt kappenförmig die beiden Ballen nach vorn und hinten zu ungefähr bis zur Hälfte. Ueber den vorderen Ballen greift es auch oben und unten ein Stück hinweg, über den hinteren nur an der Unterseite und zieht sich unten in der Rinne zwischen den beiden Ballen am weitesten nach innen. Seine äussere Begrenzung entspricht ungefähr der der Hälfte eines Rotationsellipsoids, dessen grosse Achse mit denen der beiden Punktsubstanzballen parallel läuft. Seine grösste Ausdehnung beträgt von vorn nach hinten 0,75, von oben nach unten 4 mm, seine grösste Dicke 0,35 mm. Die einzelnen Zellen haben einen Durchmesser von 0,013 bis 0,015 mm.

Dass Fasern, welche von diesen Zellen entspringen, zwischen den beiden Punktsubstanzballen, ohne in dieselben einzutreten, durchziehen, um sich später den Schlundcommissuren zuzuwenden, wie dies von BERGER (2, p. 32) beschrieben und abgebildet (2, Fig. 37) wird, habe ich nie beobachten können. Nach seiner Abbildung scheint es mir, als ob eine Verwechslung mit dem Nerve *tégumentaire* vorläge, da dieser ungefähr denselben Verlauf hat, wie das auf Fig. 37 mit *a* bezeichnete Bündel. Die aus dem Lager hervorkommenden Ganglienzellenausläufer wenden sich vielmehr, nachdem sie in den Zwischenraum zwischen den beiden Ballen eingedrungen sind, dem Innern derselben zu, um sich in der Punktsubstanz aufzulösen. Dabei kreuzen und vermischen sich die für den hinteren Ballen bestimmten Ausläufer (Fig. 15 $f_3 II$), welche bedeutend in der Mehrzahl sind, indem sie nach hinten umbiegen mit den aus dem Ballen austretenden Augennervfasern und dringen mit diesen gemeinsam durch die oben erwähnte Oeffnung in das Innere des Ballens ein. Ist dies geschehen, so theilt sich der aus Ganglienzellenausläufern und Augennervfasern gebildete Stamm in mehrere Aeste, die, nachdem sie ein Stück weit in die Punktsubstanz eingedrungen sind, pinselförmig auseinander fahren und sich in derselben auflösen.

Es ist dieser gemeinsame Verlauf von Ganglienzellenausläufern und peripherischen Nervenfasern in so fern bemerkenswerth, als wir sehen werden, dass bei allen anderen Punktsubstanzballen, mit Ausnahme des vorderen, seitlichen des Gehirns, die Stellen, an welchen die erwähnten beiden Faserarten mit der Punktsubstanz in Beziehung treten, getrennt sind.

Ein anderer, kleinerer Theil der aus dem äusseren Ganglienzellenlager stammenden Fasern, besonders die aus dem oberen Theile desselben, wendet sich dem vorderen Ballen zu. Hier treten aber die Fasern nicht direct in die eigentliche Punktsubstanz ein, sondern bilden zunächst in der Mitte des Ballens ein ziemlich lockeres Netzwerk feinsten Fasern und dieses geht dann, indem es nach aussen zu immer dichter wird, in Punktsubstanz über. Hierdurch wird der vordere Ballen auf feinen Schnitten zu einem sehr geeigneten Object, um die histologische Beschaffenheit der Punktsubstanz kennen zu lernen.

Ausser den aus dem eben beschriebenen Ganglienzellenlager stammenden erhalten die beiden Ballen noch Ganglienzellenausläufer, die aus einem nach innen zu gelegenen Lager stammen (Fig. 4, 13, 44 und 45 g_2). Seiner Gestalt nach gleicht dasselbe einer aufrecht stehenden auf beiden Seiten concav aufgeschliffenen Platte. Nach oben und unten und vorn und hinten hat diese Platte ungefähr dieselben Dimensionen wie der vordere Ballen, welcher ihre nach aussen gekehrte Concavität ausfüllt. In der Mitte ist sie äusserst dünn oder auch ganz durchbrochen, nach aussen zu, vor Allem nach oben und unten steigt ihre Dicke bis auf 0,15, an manchen Stellen bis auf 0,2 mm. An der Unterseite des Ganglions erstreckt sich von der Platte aus ein etwa 0,2 mm breiter, immer dünner werdender Streifen von Ganglienzellen, nach vorn und auch nach hinten zu treibt dieselbe oben und unten je einen kurzen dicken Fortsatz. Die Längsausdehnung dieser Fortsätze nach hinten zu beträgt etwa 0,2 mm, ihr Querschnitt ist abgestumpft dreieckig und entspricht in seinen Dimensionen der Dicke der Platte. Sie nehmen die zum Chiasma ziehenden Augennervfasern und die Quercommissur zwischen den hinteren Ballen zwischen sich. Die Zellen dieses inneren Lagers gleichen in ihrer histologischen Beschaffenheit denen des vorher beschriebenen äusseren und haben im unteren Theile auch dieselbe Grösse, während sie im oberen Theile bis 0,049 mm gross werden. Hier, im oberen Theile, finden sich auch einige grosse Zellen mit deutlichem Protoplasma, doch schicken diese ihre Ausläufer nicht zu den beiden seitlichen Ballen, sondern in den nach innen von ihnen gelegenen Theil des Gehirns, während die Ausläufer der kleinen, protoplasmaarmen Zellen sich sämmtlich nach aussen und zwar meist zu dem vorderen Ballen wenden (Fig. 45 f_2 1).

Wir sahen bereits, dass aus dem hinteren der beiden seitlichen Ballen ein aus feinen Fasern gebildetes Bündel hervorgeht, welches, nachdem es in der oben beschriebenen Weise mit dem entsprechenden Bündel der anderen Seite ein Chiasma gebildet hat, einen Theil des Augennerven ausmacht. DIETL (7 und 8) und BERGER (2) nehmen an,

dass auch der vordere Ballen Fasern für dieses Bündel liefert, mir sind aber solche nie zu Gesicht gekommen. Dagegen sah ich, besonders deutlich auf Sagittalschnitten, aus ihm ein zweites ebenfalls aus feinen Fasern bestehendes Bündel hervorkommen, welches später einen Theil des Nerven für die innere Antenne ausmacht (Fig. 14 *nif*, Fig. 16 *f*). Dieses Bündel sammelt sich nicht in der Punktsubstanz selbst, sondern in dem Netzwerk feinsten Fasern, welches auch die Vermittelung zwischen den in den Ballen eingetretenen Ganglienzellenausläufern und der Punktsubstanz bildet. Sobald das Bündel aus dem Ballen ausgetreten ist — es geschieht dies am unteren Rande der oben beschriebenen Oeffnung für die mit dem Ballen in Beziehung tretenden Fasern —, biegt es nach unten um und gleitet zwischen den beiden Ballen nach abwärts. Sodann folgt es der unteren Fläche des vorderen Ballens ein kleines Stück weit nach vorn, wendet sich darauf etwas nach innen und tritt endlich, nachdem es sich mit einem Bündel stärkerer Fasern, welche aus einem im mittleren Theile des Gehirns gelegenen Ballen stammen, an der Unterfläche des Gehirns aus demselben aus (Fig. 14). BELLONCI (4) sagt, dass aus den Seitenanschwellungen des Gehirns kein peripherischer Nerv hervorkomme, ich glaube aber auf einer seiner Abbildungen (Taf. IV, Fig. 4) ein Faserbündel zu erkennen, welches vom vorderen seitlichen Ballen entspringt und sich dem Nerven für die innere Antenne zuwendet.

Ueberblicken wir die bis jetzt beschriebenen Faserzüge aus dem Zwischenraum zwischen den beiden seitlichen Ballen, so haben wir:

A. Mit dem vorderen Ballen in Beziehung stehend:

I. Ganglienzellenausläufer.

1. Der kleinere Theil der aus dem äusseren seitlichen Lager entspringenden.
2. Der grössere Theil der aus dem inneren seitlichen Lager entspringenden.

II. Peripherische Nervenfasern. Ein Theil des Nerven für die innere Antenne.

B. Mit dem hinteren Ballen in Beziehung stehend:

I. Ganglienzellenausläufer.

1. Der grössere Theil der aus dem äusseren seitlichen Lager entspringenden.
2. Der kleinere Theil der aus dem inneren seitlichen Lager entspringenden.

II. Peripherische Nervenfasern. Der das Chiasma bildende Theil des Augennerven.

Hierzu kommen noch verschiedene Faserzüge (vgl. Fig. 15), welche

eine Verbindung zwischen beiden Ballen herzustellen scheinen, deren Verlauf sicher festzustellen mir jedoch nicht gelungen ist. An manchen Stellen wird auch der Raum zwischen beiden Ballen von einem Netzwerk aus feinen Fasern ausgefüllt, welches dem im Innern des vorderen Ballens gleicht.

Nachdem wir so, indem wir einem Theil der Fasern des Sehnerven gefolgt sind, einen wichtigen Abschnitt des Gehirns kennen gelernt haben, der sich durch seine kleinen, protoplasmaarmen Ganglienzellen, durch seine zarte Punktsubstanz und durch seine feinen Nervenfasern vor allen übrigen Theilen des Gehirns auszeichnet und, wie wir wohl annehmen können, den specifischen Sinnesperceptionen des Sehens und Hörens dient, wenden wir uns zum Augennerven zurück, um, indem wir den gröberern Fasern desselben folgen, uns mit einem zweiten Abschnitt des Gehirns, der vorderen Anschwellung, bekannt zu machen. Wir finden hierbei, dass ein Theil dieser Fasern sich in zwei Paaren von Punktsubstanzhallen, welche sich in der vorderen Anschwellung des Gehirns finden, auflöst, während ein anderer sich nach innen wendend auf die andere Seite des Gehirns übertritt, hier nach vorn umkehrt und endlich mit dem Sehnerven der anderen Seite wieder aus dem Gehirn austritt, d. h. mit anderen Worten eine Commissur zwischen den beiden im Augensiel gelegenen Sehganglien bildet, wie dies bereits von BERGER (2) beschrieben worden ist. Die Hauptmasse dieser commissurbildenden Fasern liegt an der nach aussen gekehrten Seite des Augennerven und tritt an der Oberfläche des Gehirns, über dem Zwischenraume zwischen den beiden Ballenpaaren der vorderen Anschwellung auf die andere Seite über. Wenige andere scheinen auch, indem sie von der inneren Seite des Augennerven kommend, sich in ihrem Verlauf an das vordere Ganglienzellenlager angeschmiegt haben, sich dicht hinter diesem nach der anderen Seite des Gehirns zu wenden (Fig. 13 *cnö*). Dass, wie BERGER angiebt, Fasern des Augennerven direct als Ausläufer aus den Ganglienzellen des vorderen Lagers hervorgehen, glaube ich bestreiten zu müssen. Ich habe, nach dem Erscheinen von BERGER's Arbeit, meine Präparate mehrere Male in Hinsicht darauf durchgesehen, aber nie ein solches Verhalten entdecken können. Auch ist es mir nicht gelungen, Fasern des Augennerven bis zu den Schlundcommissuren zu verfolgen, doch möchte ich hier nicht unbedingt der Ansicht BERGER's widersprechen, da wegen der mannigfachen Krümmungen, welche die aus dem vorderen Theile des Gehirns stammenden Fasern für die Schlundcommissuren bis zu ihrem Eintritt in letztere erleiden, ein solcher Zusammenhang leicht übersehen werden kann.

Die Ballen, in welchen sich die übrigen Fasern der Augennerven

auflösen (Fig. 1 und 13 III, IV), sind von ellipsoidischer Gestalt und so gestellt, dass die grossen Achsen der Ellipsoide senkrecht zur Ober- und Unterfläche des Gehirns stehen. Ihre Höhe beträgt etwa 0,7, ihr grösster Querdurchmesser etwa 0,4 mm. Sie bilden, wie bereits erwähnt wurde, zwei Paare. Die Ballen des vorderen (Fig. 1 und 13 III) sind etwas weiter von einander entfernt, als die des hinteren Paares (Fig. 1, 13 und 14 IV). Das hintere Paar liegt dem vorderen so dicht an, dass seine Punktsubstanz direct in die des vorderen übergeht. Zwischen ihnen verlaufen die das Chiasma bildenden Stränge des Augennerven; das Chiasma selbst kommt zwischen die hinteren Ballen zu liegen. Unterhalb dieser Stränge stehen die zu einem Paare gehörigen Ballen durch faserige Quercommissuren und Punktsubstanzbrücken in Verbindung.

Von faserigen Quercommissuren finden sich eine zwischen den vorderen Ballen, welche ziemlich weit nach hinten zu liegen kommt und einen nach vorn offenen sanft gekrümmten Bogen bildet, und zwei zwischen den hinteren Ballen, von denen die vordere stärker, die hintere (Fig. 14 c₄) weniger stark nach hinten convex gekrümmt ist (Fig. 1). Unter diesen Quercommissuren trifft man auf die Punktsubstanzbrücken, von denen sich für jedes Paar nur eine findet. Für das vordere Paar wird diese Brücke in der Weise gebildet, dass sich die Ballen in zwei nach innen und etwas nach hinten greifende Lappen fortsetzen, welche sich einander nähern und mit ihren unteren Theilen in einander übergehen. Aus diesen Lappen kommen nach hinten verlaufende Fasern hervor, welche sich theils der zwischen den hinteren Ballen der seitlichen Anschwellung verkehrenden Commissur beimischen, theils in die Schlundcommissuren überzugehen scheinen. Die ersteren sind in Fig. 13 dargestellt und mit *v* bezeichnet. Da die Vereinigung der beiden Lappen erst unterhalb der Ebene des in dieser Figur dargestellten Schnittes von Statten geht, erscheinen dieselben darauf noch getrennt. Die Brücke für die hinteren Ballen kommt dadurch zu Stande, dass sich zwei kleinere, sphärische Ballen (Fig. 13 und 14 IVa) von ungefähr 0,23 mm Durchmesser zwischen dieselben einschieben und nach innen zu mit einander, nach aussen zu mit dem unteren Theil der Innenfläche der grossen Ballen verschmelzen.

Die Ganglienzellenausläufer für die Ballen der vorderen Anschwellung liefert vor Allem ein Ganglienzellenlager, welches zwischen den Austrittsstellen der Augennerven und am vorderen Theile der Unterfläche des Gehirns gelegen ist (Fig. 1, 13 und 14 g_{z1}). Dasselbe ist als vorderes Ganglienzellenlager bereits aus den früheren Arbeiten über das Crustaceengehirn bekannt. Fangen wir bei der näheren Betrachtung

desselben von oben an, so finden wir, dass es hier zunächst paarig entwickelt ist. Es erscheint nämlich im oberen Drittel des Gehirns auf Horizontalschnitten in Form zweier Halbkreise, die ihre Kreishögen nach vorn, ihre Grenzdurchmesser nach hinten und etwas nach aussen kehren, so dass letztere einen nach vorn offenen stumpfen Winkel bilden. In der Mitte stossen beide Halbkreise zusammen. Die Breite des ganzen Gebildes beträgt hier etwa 0,7 mm. In diesem oberen, paarigen Theile enthält das Lager mit Ausnahme weniger grösserer nur Zellen von gleicher Grösse (Durchmesser der Zelle 0,033, Durchmesser des Kernes 0,02 mm). Die Ausläufer der Zellen dieser Abtheilung ziehen, auf jeder Seite zu einem Strange vereinigt, über die vorderen Schenkel des Chiasma hinweg zu den hinteren Punktsubstanzballen der vorderen Anschwellung und lösen sich in denselben auf. Verfolgen wir nun das vordere Ganglienzellenlager auf Horizontalschnitten weiter nach unten, so sehen wir, dass, nachdem die beiden lateralen Hälften ziemlich bald mit einander verschmolzen sind, das Lager sich als gleichschenkliges Dreieck mit nach hinten gewandter Spitze präsentirt. Dabei ist auch die Constanz in der Grösse der einzelnen Zellen verloren gegangen, so dass jetzt grosse und kleine Zellen bunt durcheinander liegen. Was die absolute Grösse der Zellen betrifft, so ist zu bemerken, dass sie im Durchschnitt nach unten immer mehr zunimmt. Im untern Theil des Lagers haben die grössten Zellen einen Durchmesser von 0,07, ihre Kerne einen von 0,03 mm, während bei den kleinsten diese Maasse 0,013 und 0,01 mm betragen. Die Ausläufer aus diesem Theil wenden sich theils zu den vorderen Ballen, theils ziehen sie zu zahlreichen kleineren Bündeln vereinigt nach hinten und oben, um in die Schlundcommissuren einzutreten. Sie auf Sagittalschnitten bis zu letzteren zu verfolgen, ist mir allerdings nur in einzelnen Fällen gelungen, doch spricht der ganze Verlauf aller, die sich weiter nach hinten erstrecken, für dieses Verhalten. Nachdem das Lager in einem sanften Bogen auf die Unterseite des Gehirns übergetreten ist, erscheint es eine Strecke weit auf Querschnitten in genau derselben Gestalt, wie vorher auf Horizontalschnitten. Nur steigt seine Breite, die an der Umbiegungsstelle ungefähr 0,5 mm betragen hatte, unter dem Zwischenraum zwischen den beiden Ballenpaaren auf fast 0,7 mm, nimmt aber dann sehr bald wieder ab. 0,9 mm hinter der Vorderfläche des Gehirns erreicht das Lager in der Mitte sein Ende, während es sich seitlich noch 0,2 mm in 0,2 mm breiten Lappen nach hinten fortsetzt (Fig. 44 gz_1). Die Grösse der Zellen und der Verlauf ihrer Fortsätze sind im horizontalen Theil des Lagers dieselben, wie im unteren Abschnitt des verticalen.

Wie schon oben erwähnt, schicken auch einige Zellen des innern

Lagers der seitlichen Anschwellung ihre Fortsätze nach den Ballen der vordern Anschwellung. Dieselben zeichnen sich durch ihre Grösse und dadurch, dass sie mit deutlichem Protoplasma versehen sind, vor den übrigen Zellen dieses Lagers aus.

In der Vorderanschwellung des Gehirns bleiben uns nun noch einige Gebilde zu beschreiben übrig, über deren Bedeutung ich nicht ins Klare kommen konnte. Es sind dies:

1) Ein Streifen von grober, aber sehr dichter Punktsubstanz, welcher im Zwischenraum zwischen den beiden Ballenpaaren, dicht unter der Stelle, an welcher die vordern Schenkel des Chiasma auseinander weichen, in quer durch diesen Theil des Gehirns ziehende Fasern eingebettet sich vorfindet (Fig. 4 *x*). Bei einer Länge von 0,6 mm zeigt er in der Mitte einen fast kreisrunden Querschnitt von ungefähr 0,08 mm. Nach beiden Seiten zu verjüngt er sich und endigt jederseits mit einer stumpfen Spitze. Er ist leicht in der Weise gekrümmt, dass er einen nach vorn und oben concaven Bogen bildet. Dadurch, dass er sich stark mit Farbstoffen imbibirt, springt er auf Schnitten trotz seiner geringen Grösse leicht in die Augen. An seiner Unterseite bemerkt man spärliche, mit Fortsätzen versehene Kerne von 0,04 mm Durchmesser, wie wir sie in der Rinde der Ballen der seitlichen Anschwellungen kennen lernten. Ausser mit diesen Kernen, welche ihre Ausläufer in ihn hineinsenden, scheint er auch noch durch die ihn umgebenden Fasern mit Zellen des innern Lagers der Seitenanschwellungen in Verbindung zu stehen. Seiner Lage wegen lässt sich dieser Ballen vielleicht mit dem von LEYDIG (25) und DIETL (7) als Commissurensystem, von FLÖGEL (11) als Centalkörper beschriebenen Organ des Insectengehirns vergleichen, zumal da dasselbe in ähnlicher Gestalt, nur stärker ausgebildet, als beim Flusskrebs, von BERGER (2) im Gehirn von *Artemia salina* aufgefunden wurde.

2) Ein Paar rundliche, aus sehr feiner und dichter Punktsubstanz bestehende Ballen (Fig. 14 *m*), welche unter den hintern Ballen der Vorderanschwellung gelegen sind. Ihr Durchmesser beträgt gegen 0,16 mm. Nach hinten zu erscheinen sie in mehrere Lappen zerspalten, von hier aus kann man auch einige Fasern nach den Schlundcommissuren hinziehen sehen, doch ist es mir nicht gelungen, nachzuweisen, dass sich dieselben auf die gewöhnliche Weise in der Punktsubstanz der Ballen sammeln; sie treten vielmehr plötzlich hinter denselben auf. Von ihrer Umgebung scheinen die Ballen durch eine feine Membran abgeschlossen zu sein. Wahrscheinlich sind diese Ballen mit den von DIETL (8) auf Fig. 1 und 3 mit *m* bezeichneten identisch.

Durch die hintern Schenkel des Chiasma und die zwischen den

beiden hintern Ballen der Seitenanschwellung verkehrende Commissur wird die eben beschriebene Abtheilung des Gehirns von der dritten, der hintern Anschwellung, getrennt. Bei der Beschreibung derselben beginnen wir wieder mit den Punktsubstanzballen, als den eigentlich formgebenden Elementen.

Von dem obern Theil der hintern Ballen der vordern Anschwellung aus zieht sich über die hintern Schenkel des Chiasma und über die Quercommissur zwischen den hintern Ballen der Seitenanschwellungen hinweg, jederseits eine Brücke von Punktsubstanz zu einem Ballenpaar, welches dicht hinter dem Chiasma in der obern Hälfte des Gehirns liegt (Fig. 4 und 13 V). Jeder dieser Ballen besteht eigentlich aus zwei kleineren von kugliger Gestalt, von denen der eine sich nach aussen und hinten an den andern anschliesst und mit ihm verschmilzt. Der Durchmesser eines solchen kleinern Ballens beträgt gegen 0,25, die Länge des ganzen Gebildes dem entsprechend 0,5 mm. In der Medianebene des Gehirns gehen die beiden vordern Theilballen in einander über. Ganglienzellenausläufer erhält dieses Gebilde aus dem später zu beschreibenden hintern Ganglienzellenlager (Fig. 4 gz_5); aus ihm hervor kommt der nerve tégumentaire (Fig. 4 und 14 nt). Nachdem derselbe aus jedem Theilballen mit einer Wurzel entsprungen ist und diese Wurzeln sich bald darauf vereinigt haben, wendet er sich nach vorn und auswärts, wobei er sich an den hintern Ballen der Seitenanschwellung anlegt, läuft dann in der Rinne zwischen den beiden Ballen dieser Anschwellung nach aussen und verlässt endlich das Gehirn an der früher bezeichneten Stelle.

Nach unten und aussen zu schliesst sich an diesen Ballen ein weiterer von ellipsoidischer Gestalt mit einem seiner Pole an (Fig. 4 u. 13 VI). Die grosse Achse dieses Ballens senkt sich steil nach vorn und aussen herab, so dass sie mit der Unterfläche des Gehirns, der der andere untere Pol beinahe aufliegt, einen Winkel von etwa 60° bildet. Die Länge der grossen Achse beträgt ungefähr 0,55, die der kleinen gegen 0,3 mm. Mit dem entsprechenden Ballen der andern Seite ist er durch eine fasrige Quercommissur verbunden, die bogenförmig vom obern Pole aus über den vordern Theil der Ballen für den nerve tégumentaire hinwegzieht. Ganglienzellenausläufer erhält er von dem hintern Theile des hintern Lagers. In der Gegend des untern Poles geht aus ihm ein Theil des Nerven für die innere Antenne hervor. Dieses Faserbündel, welches im Gegensatz zu dem aus dem vordern Ballen der Seitenanschwellung stammenden aus gewöhnlichen, starken Nervenfasern besteht (Fig. 14 niag, Fig. 16 g), verläuft dem Perineurium der Unterfläche des Gehirns folgend etwas nach vorn und tritt, nachdem es sich mit dem erwähnten,

aus feinen Fasern bestehenden Bündel (Fig. 14 *niaf*, Fig. 16 *f*) vereinigt hat, aus dem Gehirn aus.

Hinter den eben beschriebenen und den hintern Ballen der seitlichen Anschwellungen befindet sich das letzte Paar der grössern Punktsubstananzhäufungen des Gehirns in Form zweier quergelagerten, lang eiförmigen Ballen, welche ihren stumpfern Pol nach innen kehrend und nach aussen sich leicht herabsenkend den Abschluss des Gehirns nach hinten zu bilden (Fig. 4 und 13 *VII*). Ihre Länge beträgt 0,9, ihr grösster Querdurchmesser etwas über 0,5 mm. Seine Punktsubstanz zeigt bald deutlicher, bald weniger deutlich unregelmässige, auf Schnitten meist wurmförmig erscheinende Verdichtungen. Auf dem Fig. 14 zu Grunde liegenden Präparat war so gut wie nichts von ihnen zu sehen, sie sind daher auch nicht eingezeichnet worden, dagegen sind sie bei DIETL (7) auf Fig. 25 in sehr ausgeprägtem Zustand sichtbar. An der Unter- und Hinterfläche der Ballen, sowie an der Hinterfläche der vorher beschriebenen für die innern Antennen finden sich ziemlich zahlreich ganglionöse Kerne, die in Grösse und Aussehen ganz denen gleichen, die wir in der Rinde der Ballen der Seitenanschwellung fanden. Ihre Ausläufer senken sich in die Punktsubstanz der betreffenden Ballen ein. Vom proximalen Pole der in Fig. 4 mit *VII* bezeichneten Ballen entspringt ein starkes, aber ziemlich lockeres Faserbündel und verläuft, nachdem es gleich nach seinem Austritt nach vorn umgebogen ist, der Innenfläche des Ballens für die groben Fasern des Nerven der innern Antenne folgend, zu der Commissur zwischen den hintern Ballen der seitlichen Anschwellung (Fig. 4 *y*); am distalen Pole dagegen kommt der Nerv für die äussere Antenne aus dem Ballen hervor, und verlässt nach aussen strebend, fast zu gleicher Zeit mit dem Ballen auch das Gehirn.

Mit Ganglienzellenausläufern wird dieser Ballen von einem Ganglienzellenlager aus versorgt, welches nach hinten von ihm jederseits zwischen der Austrittsstelle des Nerven der äussern Antenne und der der Schlundcommissur gelegen ist, sich aber auch ein kleines Stück weit auf die Oberfläche des Gehirns fortsetzt (Fig. 4 und 13 *gz₄*). Die Grösse der darin enthaltenen Zellen beträgt 0,027—0,034—0,055 mm, die der betreffenden Kerne 0,017—0,02—0,027 mm. Dabei sind die grössern Zellen stärker vertreten, als in den übrigen Ganglienzellenlagern des Gehirns.

Das nun noch übrig bleibende, hintere Ganglienzellenlager (Fig. 4 und 13 *gz₅*), entspricht seiner Form nach im Allgemeinen dem vordern, so dass man beide als ein an der Unterfläche des Gehirns medial hinziehendes Ganglienlager auffassen könnte, welches in der Mitte auf 0,2—0,3 mm unterbrochen ist. Bei einer Breite von 0,5 erreicht es eine

Länge von fast 0,7 mm. 0,5 mm hinter seinem vordern Ende spaltet es sich in zwei seitliche Theile, zwischen welche der an der Hinterfläche des Gehirns gelegene Einschnitt hineingreift. Verfolgt man dieses Lager auf einer Serie von Querschnitten, so findet man es zuerst auf den Schnitten, welche durch den hintersten Theil der nach vorn umkehrenden hintern Chiasmaschenkel gehen, in Form zweier kleinen, nahe der Mitte gelegenen Häufchen von Ganglienzellen. Dieselben liegen nur wenig tiefer als die Querschnitte der hintern Chiasmaschenkel und sind, wie überhaupt das ganze Lager, vom Perineurium der Unterfläche des Gehirns durch eine etwas über 0,2 mm dicke Schicht von zellig-blasigem Bindegewebe getrennt. Schon wenige Schnitte weiter nach hinten sind diese beiden Häufchen zu einem sich parallel dem Unterrande des Schnittes hinziehenden Bande verschmolzen und noch weiter nach hinten, von da an, wo durch das Zurseitretreten der Ballen für die nerves tégumentaires in der Mitte Platz gewonnen wird, erscheint das Lager in Form eines mit der Spitze nach oben gerichteten, gleichschenkligen Dreiecks. Auch diese Gestalt geht einige Schnitte weiter nach hinten wieder verloren, denn indem an der Basis des Dreiecks eine immer grösser werdende Einbuchtung erscheint, erlangt das Lager zunächst die Gestalt einer nach oben gerichteten Pfeilspitze, theilt sich dann in die oben erwähnten seitlichen Fortsätze und erreicht dadurch, dass der Querschnitt der letztern immer kleiner wird, sein Ende. Der Durchmesser der Zellen dieses Lagers schwankt, bei einem entsprechenden Kerndurchmesser von 0,015—0,022, von 0,02—0,03 mm. Ganz vereinzelt finden sich auch einige grössere Zellen. Die Ausläufer der Zellen des vordern Theiles des Lagers begeben sich auf ziemlich directem Wege zu den Ballen für die nerves tégumentaires, während die des hintern Theiles zu wenigen, starken Bündeln vereinigt zur Oberfläche des Gehirns aufsteigen und in einem Bogen, dessen oberste Wölbung dicht unter das Perineurium zu liegen kommt, nach vorn und aussen umbiegen, um sich dem Ballen für die groben Fasern des Nerven für die innere Antenne zuzuwenden.

2. Schlundcommissuren und Commissurenganglien.

Die Schlundcommissuren setzen sich aus Fasern zusammen, welche den Punktsubstanzballen der vordern und hintern Anschwellung des Gehirns entstammen. Dass sich Fasern aus den seitlichen Anschwellungen zu ihnen wenden, habe ich nie beobachten können, dagegen ist es mir sehr wahrscheinlich geworden, dass Ganglienzellenausläufer aus dem vordern Lager in dieselben eintreten. Die meisten der für sie bestimmten Fasern ziehen dicht unter dem Perineurium der Oberfläche des Ge-

hirns, bezüglich unter dem zwischen diesem und den nervösen Elementen gelegenen zellig-blasigem Bindegewebe hin, nur sehr wenige verlaufen in den untern Theilen des Gehirns. Zuletzt überschreiten sie insgesamt die Ballen für die Nerven der äussern Antennen an der Ober- und Innenseite und verlassen, als Bündel von rundlichem Querschnitt, dicht neben einander und zusammen einen sehr spitzen Winkel bildend das Gehirn.

Der Durchmesser der Schlundcommissuren beträgt gegen 0,45, der der sie zusammensetzenden Fasern schwankt von 0,002 bis 0,03 mm. In diese Angabe sind die kolossalen Nervenfasern, denen wir hier zum ersten Male begegnen, nicht mit eingeschlossen. Sie finden sich in jeder der Schlundcommissuren zu zwei, die äussere stärkere 0,075, die innere schwächere 0,04 mm dick, und liegen, wie im weiteren Verlauf des Bauchmarkes, so auch hier dem Perineurium der Oberseite dicht an. Ueber ihren Ursprung im Gehirn kann ich nur so viel angeben, dass sie sich aus mehreren schwächeren Fasern zusammensetzen; woher die letzteren kommen, blieb mir unbekannt.

Hat man die Schlundcommissuren vom Gehirn aus etwa 8 mm weit nach hinten verfolgt und ist dabei an den Seiten des Oesophagus angekommen, so trifft man jederseits auf eine Anschwellung derselben, von der mehrere Nerven abgehen. Bei näherer Untersuchung stellt sich heraus, dass wir es mit einem wohlausgebildeten Ganglienknoten zu thun haben, dem wir den Namen »Commissurenganglion« geben wollen. Dieses Ganglion ist, was seine innere Structur anbelangt, noch so gut wie gar nicht untersucht worden; das Schicksal der daraus hervorkommenden Nerven haben KROHN (21) und LEMOINE (22) mit grosser Genauigkeit festgestellt.

Der Raum dieses Ganglions (Fig. 2), welches bei halbeiförmiger Gestalt eine Länge von 1, eine Breite von 0,5 und die darüber hinziehende Schlundcommissur mitgerechnet eine Höhe von 0,8 mm erreicht, wird zum grössten Theil von einem Punktsubstanzballen eingenommen (Fig. 2 und 17 pb). Derselbe hat im Ganzen die Gestalt eines kurzen Kegels, der mit seiner Basis nach vorn zu gekehrt und mit einem Theil seiner Mantelfläche von unten her an die Schlundcommissur (Fig. 2 und 17 sc) angelagert ist. Auf den nach innen und oben gekehrten Theil der Basis hat man sich noch einen kleinen Zapfen aufgesetzt und die Spitze, sowie die Kante zwischen Basis und Mantelfläche abgerundet zu denken. Das ganze Gebilde hat eine Länge von 0,7, die Kegelbasis einen Durchmesser von 0,45 mm.

Nach vorn und zum Theil nach aussen zu ist dieser Punktsubstanzballen von einem kappenförmigen Ganglienzellenlager (Fig. 2 und 17 gz)

bedeckt. Dasselbe erreicht seine grösste Dicke (0,2 mm) da, wo es sich vor der Vorderfläche des Ballens an die Unterseite der Schlundcommissur anlegt, und nimmt von dort aus nach allen Seiten stetig an Dicke ab, bis es am Rande nur noch eine Zelle stark ist. Ausser der Vorderfläche des Punktsubstanzballens überzieht es noch das vorderste Drittel der nach aussen gewandten Seite desselben und zieht sich dann hier in einen Fortsatz aus, der den Ballen dicht unter der Schlundcommissur noch auf ein weiteres Drittel seiner Länge nach hinten begleitet. Die Grösse der darin enthaltenen Zellen variirt zwischen 0,045 und 0,06, die der betreffenden Kerne zwischen 0,042 und 0,03 mm. Einzelne kleinere Ganglienzellen finden sich auch ausserhalb des Lagers, auf der Unterfläche des Ganglions zerstreut, vor. Die Ausläufer der Zellen dringen, soviel ich habe beobachten können, sämtlich in den Ballen ein, um sich in der Punktsubstanz desselben aufzulösen.

Der erste der aus diesem Ganglion entspringenden Nerven (Fig. 2 I) kommt vorn und innen, etwa in der Mitte der Höhe des Ballens aus demselben hervor und verlässt, nachdem er etwa 0,2 mm innerhalb der Umhüllung des Ganglions nach vorn zu verlaufen ist, das letztere. Sein Durchmesser beträgt etwa 0,4 mm. Er setzt sich aus Fasern von sehr verschiedener Dicke zusammen, die stärksten davon sind 0,02 mm breit.

Der zweite Nerv (Fig. 2 und 17 II) entspringt am untersten Punkte des Ganglions dicht hinter dem unteren und hinteren Rande des Ganglienzellenlagers. Sein Austritt aus dem Ganglion fällt fast mit dem aus dem Punktsubstanzballen zusammen. Er hat einen Durchmesser von 0,08 mm. Seine Fasern sind bei Weitem schwächer als die des ersten Nerven. Er und der erste Nerv wenden sich nach vorn, um mit den vom Vorder- und Hinterrande des Gehirns entspringenden kleineren Nerven ein Geflecht zu bilden, von welchem aus die Eingeweide des Cephalothorax innervirt werden.

Der dritte Nerv endlich (Fig. 2 III) kommt am hinteren Theile der Aussenfläche des Ganglions etwas über dem Ende des sich vom Ganglienzellenlager nach hinten erstreckenden Lappens zum Vorschein. Wenn auch sein Ursprung neben die Schlundcommissur zu liegen kommt, so bezieht er doch, gleich den beiden ersten, seine Fasern aus dem Punktsubstanzballen und ist nicht, wie es auf den ersten Anblick hin scheinen könnte, ein sich aus den Schlundcommissuren abzweigendes Bündel. Nach seinem Austritt aus dem Punktsubstanzballen, der etwas unter das Ende des erwähnten Lappens fällt, steigt der Nerv dicht an das Perineurium angelegt nach oben und biegt dann vor seinem Austritt aus dem Ganglion in scharfem Bogen nach aussen um. In Be-

zug auf Stärke und histologische Beschaffenheit gleicht er dem ersten Nerv. Er wendet sich direct dem Oesophagus zu und verzweigt sich an demselben.

Ausser diesen drei peripherischen Nerven geht aus dem Punktsubstanzballen des Commissurenganglions noch ein Faserbündel hervor, welches, von der Spitze des von dem Ballen gebildeten Kegels entspringend, mit den Schlundcommissuren nach hinten zieht (Fig. 2 c). Ueber sein weiteres Schicksal kann ich zwar, da es histologisch den übrigen Fasern der Schlundcommissuren vollkommen gleicht und auch räumlich ganz mit denselben verschmilzt, keine bestimmten Angaben machen, doch glaube ich, dass es nicht ungerechtfertigt ist, anzunehmen, dass es endlich die die beiden Schlundcommissuren 4 mm hinter den Commissurenganglien verbindende Quercommissur bildet, zumal da ich aus einer Abbildung BELLONCI's (1, Taf. V, Fig. 7) ersehe, dass bei *Squilla* diese Quercommissur die beiden Ganglien direct verbindet.

3. Unteres Schlundganglion und Thoracalganglien.

In meiner vorläufigen Mittheilung (19) habe ich mit dem Namen »unteres Schlundganglion« nur die ersten fünf von den sechs Abtheilungen des ersten Bauchmarkknotens belegt. Hierzu wurde ich erstens dadurch veranlasst, dass die letzte Abtheilung dieses Ganglienknotens in ihrem Baue mehr den fünf folgenden Ganglien, welche ich als Thoracalganglien bezeichnete, gleicht, als den vorhergehenden Abtheilungen des ersten Knotens, und zweitens dadurch, dass während letztere eng mit einander zusammenhängen, die sechste von ihnen durch eine kurze Längscommissur getrennt ist. Gegen die Bezeichnung dieser letzten Abtheilung als erstes Thoracalganglion und ihre Trennung von den vorhergehenden Abtheilungen spricht aber der Umstand, dass sie ihrer Function nach — es geht aus ihr der Nerv für den letzten Kieferfuss hervor — zu der vierten und fünften Abtheilung gehört, welche die beiden ersten Kieferfüsse mit Nerven versorgen. Ich ziehe es daher jetzt vor, auch die sechste Abtheilung mit zum unteren Schlundganglion zu rechnen, besonders auch mit deshalb, weil die Bezeichnung »unteres Schlundganglion« einmal für den ganzen Knoten gebräuchlich ist.

Da das Verständniss des etwas complicirten Baues des unteren Schlundganglions durch die Kenntniss der Structur der Thoracalganglien bedeutend erleichtert wird, wende ich mich, indem ich das untere Schlundganglion überspringe, zunächst zur Beschreibung der letzteren.

Die fünf Thoracalganglien liegen an der Bauchseite des Cephalothorax in einer aus harten Skelettheilen gebildeten Rinne, die sich über den drei ersten zu einem vollständigen Canal abschliesst. Aus

ihnen entspringt jederseits ein starker Nerv, welcher sich sehr bald nach seinem Austritt in mehrere Aeste theilt und ein Laufbein und die dazu gehörigen Kiemen innervirt. Hinter diesem stärkeren kommt noch ein bei weitem dünnerer Nerv aus den Ganglien hervor, welcher die Muskulatur des Thorax versorgt. Der Bau dieser fünf Ganglienknotten ist in allem Wesentlichen derselbe; kleine Verschiedenheiten erklären sich leicht aus der verschiedenen Lage derselben zu den Organen, welche sie mit Nerven zu versorgen haben. Denn, da die Thoracalganglien auf einen bei weitem kürzeren Raum zusammengedrängt sind, als die Ansatzstellen der fünf Laufbeine, muss jeder der aus ihnen entspringenden stärkeren Nerven sich unter einem anderen Winkel zur Längsachse des Bauchstranges seinem Bestimmungsorte zuwenden, welcher Umstand auf die Lagerung der verschiedenen Gebilde im Innern der einzelnen Thoracalganglien einen Einfluss ausübt. Nimmt man den erwähnten Winkel als nach hinten zu offen an, so beträgt seine Oeffnung für die verschiedenen Thoracalganglien der Reihe nach ungefähr 120, 90, 75, 60 und 40°.

Die äussere Gestalt eines Thoracalganglions kann man sich in der Weise versinnlichen, dass man sich an die Unterseite der in gerader Linie von vorn nach hinten ziehenden Längscommissuren ein Paar Rotationsellipsoide so angelegt denkt, dass die grosse Achse, welche zugleich Rotationsachse ist, mit den Längscommissuren denselben Winkel bildet, wie die aus dem Ganglion entspringenden Nerven, welche sich an den distalen Polen der Ellipsoide ansetzen, während die proximalen Pole unterhalb der Längscommissuren zusammenstossen. Die Lücken, welche dabei zwischen der Unterseite der Längscommissuren und der Oberseite der Ellipsoide entstehen, sind ausgefüllt zu denken. Dabei sind die Ellipsoide, welche die vordern Thoracalganglien bilden, kürzer und dicker, sowie grösser an Masse, als die der hintern. Die Längscommissuren, welche die einzelnen Thoracalganglien miteinander verbinden, sind immer paarig entwickelt, erscheinen aber meist, weil beide von einer gemeinsamen Perineuriumscheide umgeben sind, äusserlich als einfache Stränge, nur die zwischen dem dritten und vierten Thoracalganglion sind auch äusserlich vollkommen getrennt. Die Länge der Commissuren zwischen dem untern Schlundganglion und dem ersten Thoracalganglion beträgt etwa 3 mm, die der folgenden der Reihe nach 4,5, 2,3, 2 und 0,4 mm.

Eine genaue Beschreibung sämtlicher Thoracalganglien nach einander würde zu vielen Wiederholungen führen. Ich ziehe es daher vor, nur eins derselben, das vierte, eingehend zu schildern und an die Beschreibung desselben dann einige Bemerkungen über die Abweichun-

gen, welche der Bau der übrigen von dem des beschriebenen zeigt, anzuknüpfen.

Die Gestalt des Ganglions (Fig. 7) wird bestimmt durch ein Paar ellipsoidische Punktsubstanzballen (Fig. 7 und 18—22 *pb*), welche sich in der Weise von unten an die Längscommissuren anlagern, dass ihre verlängerten grossen Achsen einen nach hinten offenen Winkel von etwa 120° bilden. (Sie bilden den Grundstock für die bei der Beschreibung der äussern Form der Ganglien erwähnten Ellipsoide.) Nimmt man die Richtung der Längscommissuren als Horizontale an, so senkt sich die Ebene dieses Winkels leicht nach hinten herab. Die Länge der Ballen beträgt 0,85, ihr grösster Querdurchmesser 0,5 mm. In der Gegend des vordern Poles nähern sie sich einander bis auf 0,35 mm. Hier sind sie auch in der Mitte ihrer Höhe durch eine Punktsubstanzbrücke (Fig. 19 *br*) und etwas darüber durch eine faserige Quercommissur (Fig. 7 und 19 *c*) mit einander verbunden. Es fällt diese Stelle etwa 0,2 mm hinter den Vereinigungspunkt der getrennt von vorn kommenden Längscommissuren. Die faserige Quercommissur liegt 0,2, die Mitte der Punktsubstanzbrücke 0,4 mm unter der Oberfläche des Ganglions, die Gesamthöhe des letztern beträgt an dieser Stelle 0,8 mm. Die Verbindung zwischen der Brücke und dem Ballen wird durch einen kleinen, etwas über 0,4 mm im Durchmesser haltenden, rundlichen Ballen von sehr feiner und dichter Punktsubstanz hergestellt (Fig. 19 *kpb*), der zur Hälfte in die Masse des grossen Ballens eingesenkt ist. Seine Punktsubstanz geht direct in die der Brücke und die des grossen Ballens über. Letzterer wird an seiner ganzen Oberfläche mit Ausnahme der Stelle, mit welcher er sich an die Längscommissur anlegt, von einer etwa 0,05 dicken Rinde umgeben (Fig. 18, 19 und 21 *ri*), welche wirre Fasern und runde Kerne von etwa 0,04 mm Durchmesser enthält. Diese Kerne sind mit Fortsätzen, die sich in die Punktsubstanz einsenken, versehen und daher wohl als protoplasmalose Ganglienzellen (Abtheilung *c*) aufzufassen.

Von aus grösseren Ganglienzellen bestehenden, ausgedehnteren Lagern finden sich in den Thoracalganglien zwei. Das eine davon liegt vor (Fig. 4—8 *vgz*), das andere zwischen und hinter den Punktsubstanzballen (Fig. 4—8 *hgz*). Im vierten Thoracalganglion ist das vordere in drei Theile, einen mittlern (Fig. 18 *vgzi*) und zwei seitliche (Fig. 18 *vgza* und Fig. 22 *vgz*) zerfallen, wovon der mittlere mit dem hintern Lager verschmolzen ist.

Die seitlichen Theile stellen ein Paar etwas über 0,4 mm dicke Lappen dar, welche die nach vorn und aussen gewandte Fläche des Punktsubstanzballens bedecken. Auf Querschnitten erscheinen sie zu-

erst etwa 0,2 mm vor dem Vereinigungspunkte der Längscommissuren als nach aussen und unten von diesen gelegene Streifen. Nach innen erstrecken sie sich so weit, dass sie mit ihren Enden einander bis auf 0,55 mm nahe kommen, nach aussen und hinten bedecken sie den Ballen bis über die Hälfte seiner Längsausdehnung. An der Aussenseite des Ballens beträgt ihre Breite 0,5—0,6 mm. Die Ganglienzellen, welche diese Theile zusammensetzen, haben meist einen Durchmesser von 0,06, ihr Kern einen von 0,027 mm, doch kommen daneben auch kleinere und grössere vor. (Durchmesser der Zelle = 0,025—0,4 mm, Durchmesser des Kerns 0,017—0,033 mm.)

Der mittlere Theil des vordern Ganglienzellenlagers tritt dicht hinter der Vereinigung der Längscommissuren in Form zweier kleinen Häufchen von Ganglienzellen auf, welche der vordern und innern Fläche der Punktsubstanzballen unten angelagert sind und sehr bald nach hinten zu einem Strang von dreieckigem Querschnitt verschmelzen, um dann unterhalb der Punktsubstanzbrücke in das hintere Lager überzugehen.

Verfolgen wir das hintere Lager von hier aus auf Querschnitten nach hinten, so finden wir, dass es noch eine gute Strecke weit den dreieckigen Querschnitt des vordern beibehält, nur nimmt derselbe beständig an Grösse zu, so dass, während unter der Punktsubstanzbrücke die Basis des Dreiecks 0,3, die Höhe 0,45 mm maass, uns 0,3 mm hinter der Brücke ein Dreieck von 0,7 mm Basis und 0,3 mm Höhe entgegentritt. Das Lager bildet bis hierher in Form einer dreiseitigen Pyramide von unten her eine Ausfüllung der Lücke zwischen den immer mehr aus einander weichenden Punktsubstanzballen. Wie aber aus der angegebenen Höhe des Lagers zu ersehen ist, reicht es zur vollständigen Ausfüllung dieser Lücke nicht aus. Der noch bleibende etwa 0,3 mm hohe Raum zwischen der Unterfläche des Lagers, den Punktsubstanzballen und dem Perineurium der Unterfläche des Ganglions wird daher von zellig-blasigem Bindegewebe (Fig. 49 und 20 *bi*) eingenommen. In der entsprechenden oberen Lücke zwischen den beiden Punktsubstanzballen verlaufen die Längscommissuren. Im hinteren Theile des Ganglions vermögen sie jedoch, trotzdem, dass sie in der Mitte etwas aus einander weichen, ihr immer geräumiger werdendes Bett nicht mehr auszufüllen und den so entstandenen Raum in der Mitte und zu beiden Seiten benutzt das hintere Ganglienzellenlager, um sich auch nach oben auszubreiten. 0,25 mm hinter der Brücke erhebt sich nämlich von der nach oben gewandten Kante der von dem Lager gebildeten Pyramide zwischen den aus einander weichenden Längscommissuren eine zunächst meist nur eine Zelle starke Wand, die sich oben, wo durch die Abrundung der Längscommissuren eine Rinne gebildet wird, etwas verbreitert und

einen etwa 0,15 mm langen Fortsatz nach vorn treibt. Auf dem in Fig. 20 abgebildeten Schnitte sind die vordersten Zellen dieses Fortsatzes gerade angeschnitten (*gzo*). Hinter der Erhebungsstelle nimmt die Wand zwar etwas an Stärke zu, wird aber immer niedriger und das Perineurium der Oberfläche des Gehirns kleidet, sich dicht an die Längscommissuren anschmiegend, die Rinne zwischen letzteren aus.

Unterdessen ist auch im Zwischenraume zwischen den Punktsubstanzballen und den Längscommissuren das Ganglienzellenlager in die Höhe gestiegen und hat sich auch hier an der Oberseite des Gehirns in der zwischen den beiden Gebilden entstehenden Lücke etwas nach vorn geschlagen. Die ersten Zellen unter der Oberfläche des Gehirns erblickt man hier auf den etwa 0,3 mm hinter der Brücke gelegenen Querschnitten und noch 0,1 mm weiter nach hinten sind diese Zellen durch eine Zellsäule mit dem unteren Theile des Lagers verbunden. Von der Stelle an, an welcher der mittlere Fortsatz in die Höhe steigt, nimmt der untere Theil des Lagers immer mehr an Dicke ab und erreicht 0,5 mm hinter der Brücke in der Mitte sein Ende. Seitlich zieht er sich noch etwa 0,06 mm weiter nach hinten. Die Grösse der Ganglienzellen des hinteren und des mittleren Theils des vorderen Lagers stimmt mit derjenigen, welche die seitlichen Theile des vorderen zusammensetzen, überein. Grosse Zellen befinden sich besonders zahlreich in dem mittleren Fortsatz des hinteren Lagers und in den dahinter gelegenen Theilen desselben.

Die Ausläufer der Ganglienzellen der äusseren Theile der beiden Lager ziehen meist zunächst nach der oberen Fläche des ihnen benachbarten Punktsubstanzballens hin (Fig. 22). Weiter habe ich sie mit Sicherheit nicht verfolgen können, doch halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass sie sich in der Substanz desselben auflösen. Ein kleiner Theil der Ausläufer der äusseren Abtheilung des vorderen Lagers wendet sich, indem er zu einem Bündel vereinigt den oberen Theil des Ballens durchbohrt, zur Vorderseite jenes kleinen Ballens, welcher die Verbindung zwischen dem grossen und der Punktsubstanzbrücke herstellt. Hier löst sich das Bündel in einzelne Fasern auf und diese treten auf die andere Seite des Ganglions über, wobei sie den entsprechenden Fasern der anderen Seite begegnen und mit ihnen sich vermischen. Auch hier kann ich über das endliche Schicksal der Fasern keine bestimmten Angaben machen; manchmal schienen sie sich in dem erwähnten kleinen Ballen der gegenüberliegenden Seite aufzulösen.

Die Fortsätze des mittleren Theils des vorderen Lagers wenden sich direct nach aussen den neben den betreffenden Zellen gelegenen Theilen der Punktsubstanzballen zu und lösen sich in denselben auf (Fig. 18 *vgzi*).

Einen sehr merkwürdigen Verlauf nehmen diejenigen Ganglienzellenausläufer, welche dem mittleren Theil des hinteren Lagers entstammen. Sie verlassen nämlich zu mehreren Bündeln vereinigt das Lager, steigen senkrecht oder in einem Bogen nach aussen in die Höhe, wenden sich, wenn sie die Längscommissuren erreicht haben, nach innen, treten zwischen letzteren in wagrechtem Verlauf hindurch und lösen sich endlich in der Punktsubstanz des ihrem Ursprung gegenüberliegenden Ballens auf (Fig. 20, 23 und 25). Da hierbei die von beiden Seiten kommenden Fasern ein Stück weit dicht an einander und durch einander gelagert verlaufen, hat es auf Querschnitten oft den Anschein, als ob man Quercommissuren zwischen den Zellen der beiden Seiten des Lagers vor sich habe, wodurch sich LEMOINE (22) und YUNG (44) haben täuschen lassen. Auch ich glaubte es anfangs mit Quercommissuren zu thun zu haben, bis ich aus diesen Quercommissuren Fasern austreten sah, welche sich in den Punktsubstanzballen auflösten. Indem ich dann diese Fasern auf günstigen Schnitten bis zu ihrem Ursprung aus den Ganglienzellen verfolgte, kam ich zu dem oben dargestellten Resultat. Die über das Ganglion wegziehenden Längscommissuren werden durch die auf die andere Seite übertretenden Ganglienzellenausläufer in drei Etagen zerfällt (Fig. 19, 20 und 23 lc_1 , lc_2 und lc_3). Betrachtet man die einzelnen Bündel von Ganglienzellenausläufern, indem man von vorn nach hinten fortschreitet, so bemerkt man zunächst dicht hinter der Punktsubstanzbrücke einige dünnere Bündel, welche von der Mitte des Schnittes ziemlich nahe gelegenen Schnitten ausgehen. Sie steigen ziemlich senkrecht auf, kreuzen sich in der Höhe der mittleren Etage der Längscommissuren und bilden dann auf ihrem Wege zu den Punktsubstanzballen einen Theil der Grundlage für die oberste Etage (Fig. 23 *gav*). Weiter nach hinten ruht diese Etage auf Fasern, welche zwei Bündeln angehören, die sich 0,15 mm hinter der Punktsubstanzbrücke und etwa ebenso weit von der Medianebene entfernt aus dem Lager erheben (Fig. 20 ga_3). Nach ihrem Austritt aus dem Lager streben diese unter einem Winkel von 45° zur Horizontalen nach aussen und oben und biegen dann, wenn sie die Längscommissur erreicht haben, indem sie einen Bogen beschreiben, in dessen Concavität die unterste und mittelste Etage zu liegen kommen, nach innen um. Während des nun folgenden Verlaufes zwischen der obersten und mittleren Etage vermischen sich die von links kommenden Fasern mit den von rechts kommenden und die meisten von ihnen verlassen den gemeinsamen Weg erst da wieder, wo letztere im Bogen von unten herauf kommen, während die von links kommenden nun in einem weniger gekrümmten Bogen sich dem oberen Theile des rechten Punktsubstanz-

ballens zuwenden, dort pinselförmig aus einander fahren und sich in der Punktsubstanz auflösen. Ein kleinerer Theil verlässt jedoch die gemeinsame Bahn schon kurz hinter der Mitte und wendet sich nach oben und aussen, wobei er die oberste Etage der rechtsseitigen Längscommissuren in zwei neben einander liegende Partien theilt, von denen jede eine kolossale Nervenfasern enthält. Nachdem er endlich die äussere von diesen überschritten hat, strebt auch er dem oberen Theile des rechten Punktsubstanzballens zu (Fig. 20, rechts oben). Einen ganz entsprechenden Verlauf nimmt natürlich auch das von rechts kommende Bündel. Zwischen der untersten und mittleren Etage verlaufen Faserbündel, welche dem Ganglienzellenlager dicht neben den eben beschriebenen entsteigen (Fig. 20 *ga*₂). Während sie ziemlich senkrecht nach oben streben, treten sie durch die unterste Etage hindurch und trennen dieselbe jederseits in eine äussere und eine innere Abtheilung. Sind sie dann unter der mittleren Etage angelangt, so wenden sie sich in stark gekrümmten Bogen nach innen. Hierauf vermischen sie, indem sie zwischen der mittleren und unteren Etage herlaufen, ihre Fasern mit den entsprechenden der anderen Seite. Nachdem da, wo die letzteren von unten herauf kommen, eine Trennung stattgefunden hat, wenden sich die von rechts kommenden Fasern in ziemlich gerader, wagrechter Linie dem linken Punktsubstanzballen zu und umgekehrt. Einzelne schwache Bündel verlassen den gemeinsamen Verlauf schon früher, treten durch die mittlere Etage durch und mischen sich den unter der oberen verlaufenden Fasern bei. Weiter nach vorn zu verkehrt in dem Zwischenraum zwischen der untersten und mittleren Etage die Quercommissur zwischen den beiden Punktsubstanzballen. Die unterste Etage endlich ruht ebenfalls auf einem Faserbündel, dessen Fasern nach beiden Seiten in die Punktsubstanz ausstrahlen (Fig. 20 *ga*₁). Dieses unterscheidet sich jedoch von den vorher beschriebenen dadurch, dass die Ganglienzellenfortsätze, aus denen es sich zusammensetzt, nicht zu einem Bündel vereinigt aus dem Lager austreten, sondern von verschiedenen Seiten her gesondert dem Bündel zueilen, nachdem sie es erreicht haben nach innen umbiegen und in demselben der andern Seite des Ganglions sich zuwenden.

Ausser den grossen Ganglienzellenlagern findet sich noch jederseits unter der Austrittsstelle des Hauptnerven, dem Perineurium dicht angelagert, ein kleineres (Fig. 4—8 *kgz*). Es besteht aus lauter ziemlich gleichgrossen Zellen (0,03 mm mit 0,015 mm grossem Kern) und ist bei elliptischer Gestalt meist nur eine Zelle dick (Fig. 21 *kgz*). Die Richtung seiner grossen Achse, welche etwa 0,25 mm lang ist, fällt mit der Richtung der Nervenfasern im Nerven zusammen. Die

Länge der kleinen Achse beträgt gegen 0,08 mm. Ueber den Verlauf der aus ihm hervorgehenden Ganglienzellenfortsätze vermag ich nichts anzugeben.

Der Hauptnerv kommt, wie bereits früher erwähnt wurde, aus dem distalen Pole des Punktsubstanzballens hervor. Unter seinen Fasern kann man zunächst zweierlei Arten unterscheiden: solche, welche sich aus der Punktsubstanz des Ganglions sammeln, und solche, welche mit den Längscommissuren aus anderen Ganglien kommen. Beide Arten kann man nach ihrem Verlauf wieder in mehrere Unterabtheilungen sondern, dagegen geben sie in Bezug darauf, ob sie motorisch oder sensibel sind, nicht einmal zu Vermuthungen Anlass.

Von der ersten Art, also denen, die im Ganglion selbst ihren Ursprung nehmen, fällt auf Querschnitten ein Bündel sehr leicht in die Augen, welches sich in dem kleinen, aus feiner Punktsubstanz bestehenden Ballen, der die Vermittelung zwischen dem grossen Ballen und der Punktsubstanzbrücke herstellt, sammelt (Fig. 7, 19, 22 und 23 1). Nachdem in diesem seine Fasern den Haaren eines Pinsels vergleichbar zusammengetreten sind, strebt es, in fast gerader Linie den grossen Punktsubstanzballen durchbohrend, der Austrittsstelle des Nerven zu. Unterwegs schliessen sich ihm noch einige schwache Bündel an, die von verschiedenen Punkten des grossen Ballens herkommen. Sein Durchmesser beträgt in der Mitte des Ballens, wo seine Fasern am engsten zusammengedrängt sind, 0,06 mm. Seine Fasern sind im Ganzen genommen feiner, als die der anderen den Nerven zusammensetzenden Bündel.

Kurz vor seinem Austritt aus dem grossen Ballen trifft das eben beschriebene Bündel mit einem zweiten, etwa gleich starken zusammen, das seine Fasern in den unteren Theilen des grossen Ballens gesammelt hat (Fig. 7, 22 und 23 2). Es unterscheidet sich dieses von dem ersten dadurch, dass seine Fasern nicht pinselförmig auseinander fahren, sondern sich dendritisch in immer dünner werdende Bündel auflösen.

Die aus dem oberen Theile des grossen Ballens entspringenden Fasern bringen es nicht zur Bildung eines selbständigen grösseren Bündels, sondern schliessen sich einzeln oder nur zu kleineren Bündeln vereinigt theils dem ersten an, theils suchen sie für sich ihren Weg zur Austrittsstelle des Nerven.

Auch die nicht im Ganglion selbst entstehenden Fasern lassen sich in drei Unterabtheilungen bringen. Die erste von diesen wird von den Fasern gebildet, welche weit von vorn, vielleicht aus dem Gehirn kommen (Fig. 4—8, 18—20, 23 3). Sie treten, an der Aussenseite der Längscommissuren gelagert, in das Ganglion ein und ziehen sich, indem

sie als etwa 0,06 mm dickes, aus ziemlich starken Fasern bestehendes Bündel den oberen Theil des Ballens durchbohren, gerade nach hinten. 0,2 mm nach ihrem Eintritt in den Ballen biegen sie dann ganz plötzlich nach oben um und erreichen in einem ziemlich stark gekrümmten, nach aussen und unten concaven Bogen (Fig. 20 3), die Oberfläche des Ballens, um auf dieser zur Austrittsstelle des Nerven hinzugleiten.

Die Fasern, welche den beiden anderen Unterabtheilungen angehören, bilden zunächst ein Bündel, welches sich schon vor dem Eintritt der Längscommissuren in das Ganglion jederseits von der Unterfläche derselben abtrennt. Manchmal bewahrt es sogar von einem Ganglion zum anderen, von den übrigen Fasern der Längscommissuren durch eine Bindegewebsscheidewand getrennt, seinen gesonderten Verlauf. Vor seinem Eintritt in das Ganglion zeigt dasselbe bei einem ovalen Querschnitt eine Höhe von 0,06 und eine Breite von 0,13 mm. Im Ganglion selbst wird es, dadurch, dass seine Fasern an Dicke abnehmen, dünner (Fig. 7, 18 und 21 4 + 5). Nachdem es den Punktsubstanzballen erreicht hat, legt es sich innen und unten an ihn an und geht unter der Brücke hinweg. Unter derselben, zum Theil auch schon etwas vorher, biegt nun eine Partie der Fasern des Bündels in einem scharfen Bogen beinahe rechtwinklig nach innen (Fig. 7 und 19 4) und tritt auf die andere Seite des Ganglions über, wobei die von beiden Seiten kommenden, sich begegnenden Fasern sich in ähnlicher Weise vermischen, wie die auf die andere Seite des Ganglions übertretenden Ganglienzellenausläufer. Sind sie auf der anderen Seite angelangt, so ziehen sie dicht über das vereinigte Bündel (4 + 5) dieser Seite hinweg, durchbohren den unteren Theil des Punktsubstanzballens (Fig. 19, 22 und 23 4) und gelangen, indem sie in letzterem einen nach oben schwach concaven Bogen beschreiben, zur Austrittsstelle des Nerven.

Ziemlich zu gleicher Zeit, im Ganzen jedoch etwas später, entfernt sich eine zweite Partie der Fasern des Bündels von demselben (Fig. 7, 20, 22 und 23 5). Dieselben wenden sich in sanfter Krümmung nach aussen und unten (Fig. 23 5) und eilen, an die Unterfläche des Punktsubstanzballens angeschmiegt, um diesen herum, ebenfalls der Austrittsstelle des Nerven zu. Auf ihrem Wege dahin schliessen sich ihnen noch einige kleinere, aus der Punktsubstanz des Ballens stammende Faserbündel an.

Die noch übrigen Fasern des mit 4 + 5 bezeichneten Bündels ziehen zu beiden Seiten des unteren Theiles des hinteren Ganglienzellenlagers, in gerader Richtung nach hinten, um sich später wieder an die Längscommissuren anzulegen (Fig. 21 4 + 5). Obgleich das Bündel zunächst durch die Abgabe der nach aussen und innen abweichenden Fasern

bedeutend geschwächt wird, so erlangt es doch bald seine frühere Stärke wieder, indem sich ihm aus der Punktsubstanz des Ballens stammende Fasern anschliessen. Ein Strang von solchen ist auf Fig. 23 etwas nach innen und oben vom Hauptbündel im Querschnitt sichtbar.

Durch die beiden mit 4 und 5 bezeichneten Bündel werden also dem aus dem Ganglion austretenden Hauptnerven Fasern beigemischt, welche von der entgegengesetzten und entsprechenden Seite der vorhergehenden und vielleicht auch folgenden Ganglien stammen. Auf Horizontalschnitten erhält man nämlich Bilder, welche es wahrscheinlich machen, dass auch von hinten kommende Fasern vom Hauptbündel abbiegen.

Ein zweiter, bei weitem kleinerer Nerv verlässt das Ganglion an der Oberfläche, 0,45 mm hinter der Punktsubstanzbrücke und ebensoweit von der Medianebene entfernt (Fig. 7 und 24 *kn*). Sein Durchmesser beträgt 0,06 mm. Er besteht aus wenigen starken Fasern von etwa 0,007 mm Durchmesser. Dieselben kommen mit den Längscommissuren von vorn in das Ganglion. Bis kurz vor dem Austritt des Nerven laufen sie an der Oberseite der Längscommissuren nahe der Medianebene hin, biegen dann nach aussen um und treten endlich an der oben bezeichneten Stelle aus dem Ganglion aus.

Ueber den Verlauf der über das Ganglion wegziehenden Längscommissuren sind bereits bei Gelegenheit der Beschreibung der einzelnen Theile des Ganglions einige Bemerkungen gemacht worden. Während sie im vorderen und mittleren Theil des Ganglions durch die darunter liegenden Organe breit gedrückt und durch die zwischen ihnen durchziehenden Ganglienzellenausläufer und die Quercommissur zwischen den beiden Punktsubstanzballen in drei Etagen zerspalten werden (Fig. 19, 20 und 23 *lc*₁, *lc*₂ und *lc*₃), ordnen sie sich im hinteren Theil wieder zu Strängen von rundlichem Querschnitt (Fig. 24 *lc*). Sie setzen sich aus ziemlich starken Fasern zusammen, von denen grössere oder kleinere Bündel in Bindegewebslamellen mit länglichen Kernen eingehüllt sind. Beim Eintritt in das Ganglion verkleinert sich, wie man namentlich auf Horizontalschnitten schön sehen kann, der Durchmesser der einzelnen Fasern. Während zum Beispiel der Querschnitt der äusseren kolossalen Nervenfasern vor ihrem Eintritt ins Ganglion etwa 6800 $\square\mu$ misst, ist er hinter der Punktsubstanzbrücke, also etwa in der Mitte des Ganglions nur noch etwa 4000 $\square\mu$ gross¹⁾.

1) Da die sonst drehrunden kolossalen Nervenfasern beim Durchgange durch die Ganglien etwas flach gedrückt werden, kann man nicht einfach die Durchmesser vor und nach dem Eintritt vergleichen. Es wurden daher die Querschnitte bei ein und derselben Vergrösserung mit dem Zeichenapparat auf Papier gezeichnet, welches in kleine Quadrate eingetheilt war, von denen jedes 400 $\square\mu$ in der be-

Weil im ersten Thoracalganglion (Fig. 4) die Punktsubstanzballen ausserordentlich kurz und dick sind (1 mm lang, 0,8 mm breit), erreicht dieses Ganglion die sehr bedeutende Höhe von 1,5 mm. Dadurch, dass in ihm die grossen Achsen der Ballen einen nach vorn offenen Winkel bilden, werden Punktsubstanzbrücke und faserige Quercommissur weit nach hinten gedrängt. Die mittlere und die seitlichen Partien des vorderen Ganglienzellenlagers sind vollständig verwachsen; die seitlichen reichen, indem sie in Form zweier Lappen die Punktsubstanzballen von vorn her bedecken, sehr weit nach hinten. Eine schmale Zellreihe führt vom mittleren Theil des vorderen Lagers zum hinteren. Dieses hat im Ganzen dieselbe Gestalt wie im vierten Thoracalganglion, nur fehlt hier, wie überhaupt bei allen, ausser dem vierten, der nach oben und vorn gerichtete mittlere Fortsatz. Derselbe ist jedoch hier und im zweiten Thoracalganglion durch einen vom mittleren Theil der Hinterfläche des hinteren Lagers nach oben und hinten verlaufenden Fortsatz vertreten, der sich zwischen die Längscommissuren einschiebt. Der kleine Nerv entspringt im ersten Thoracalganglion dicht hinter dem Hauptnerven und schlägt auch dieselbe Richtung wie dieser ein.

Auch das zweite Thoracalganglion (Fig. 5) zeichnet sich noch durch seine bedeutende Höhe aus (1,4 mm). Die Länge seiner Punktsubstanzballen beträgt 1, ihr Querdurchmesser 0,7 mm. Seiten- und Mitteltheile des vorderen Ballens sind verwachsen, die nach hinten geschlagenen seitlichen Fortsätze desselben sind kurz und dick. Das hintere Lager ist vollständig vom vorderen getrennt und zerfällt in drei Theile. Die Ursprungsstelle des kleinen Nerven entfernt sich bei diesem und dem folgenden Ganglion bereits weiter vom Hauptnerven, um dann im vierten und fünften in die Nachbarschaft der Längscommissuren zu fallen.

Die Punktsubstanzballen des dritten Thoracalganglions (Fig. 6) zeigen fast dieselben Grössenverhältnisse, wie die des zweiten, nur sind sie etwas weniger dick. Die Gestalt der Ganglienzellenlager schliesst sich eng an die der Lager im vierten Thoracalganglion an. Nur sind die Seitentheile des vorderen Lagers hinten etwas breiter. Dass der mittlere Fortsatz am hinteren Lager fehlt, wurde bereits erwähnt.

Im fünften Thoracalganglion (Fig. 8) endlich ist vor Allem die schlanke Gestalt der Punktsubstanzballen (0,95 mm lang, 0,5 mm breit) hervorzuheben. Die Seiten- und Mittelstücke der Ganglienzellenlager sind nicht getrennt und auch das vordere mit dem hinteren verwachsen, so dass wir es in diesem Ganglion, abgesehen von den beiden treffenden Vergrösserung enthielt und dann die Zahl der in den Zeichnungen enthaltenden Quadrate bestimmt.

kleinen unterhalb der Ursprungsstelle des Hauptnerven gelegenen, nur mit einem einzigen Ganglienzellenlager zu thun haben.

Das untere Schlundganglion hat im Ganzen die Gestalt eines liegenden Cylinders. Will man genauer sein, so kann man es als aus drei übereinander gestellten, kurzen, aber von sehr spitzen Kegeln herührenden Kegelstümpfen zusammengesetzt betrachten. Nachdem nämlich die Schlundcommissuren sich einander unter einem sehr spitzen Winkel genähert und sich vereinigt haben, erscheinen (Fig. 3) unter ihnen Ganglienzellen und bald auch Punktsubstanzballen, welche sich in der Weise anordnen, dass sie mit den Längscommissuren ein Gebilde von etwa kreisförmigem Querschnitt ausmachen. Der Durchmesser dieses Gebildes, der Anfangs 1,3 mm betrug, nimmt stetig zu, bis er 1,2 mm hinter dem Vereinigungspunkt der Schlundcommissuren mit 1,8 mm ein Maximum und mit diesem der erste der drei Kegelstümpfe sein Ende erreicht. Von hier an verringert sich der Durchmesser des unteren Schlundganglions wieder, so dass er 2,7 mm hinter dem Vereinigungspunkt der Schlundcommissuren nur noch 1,25 mm lang ist. Hat hier der zweite Kegelstumpf sein Ende erreicht, so steigt der Durchmesser ganz plötzlich wieder auf 1,6 mm, um die Basis des dritten Kegelstumpfes zu bilden, der bei einer Höhe von 1 mm eine Abstumpfungsfäche von 1 mm Durchmesser aufweist. Von der letzteren aus ziehen die Längscommissuren, äusserlich zu einem Strang vereinigt, dem ersten Thoracalganglion zu.

Aus dem unteren Schlundganglion gehen zehn Nerven hervor, von denen sechs vom unteren, vier am oberen Theil der Seitenfläche entspringen.

Der erste der unteren begleitet die Schlundcommissuren ein Stück weit nach vorn und tritt erst etwa 0,5 mm vor der Vereinigungsstelle derselben aus dem sie umhüllenden Perineurium heraus (Fig. 3 n_1). Noch weiter nach vorn theilt er sich in zwei Aeste, von denen der eine zu den Muskeln des Kieferstiels, der andere zu den Antagonisten derselben sich begiebt. Der zweite verlässt das Ganglion an seinem vorderen Ende etwa auf der Höhe der Vereinigungsstelle der Schlundcommissuren, der dritte etwa 0,5 mm weiter nach hinten (Fig. 3 n_2 und n_3). Der zweite und dritte Nerv versorgen die Unterkiefer. Darauf folgen in Abständen von etwa 0,45 und 0,35 mm der vierte und fünfte untere Nerv (Fig. 3 n_4 und n_5). Die Austrittsstelle des ersteren kommt etwas vor, die des letzteren etwas hinter die Stelle zu liegen, an welcher der Durchmesser des Ganglions sein Maximum erreicht. Nun folgt eine lange Pause, denn erst da, wo sich, um den oben gebrauchten Vergleich wieder anzuwenden, der letzte Kegelstumpf mit seiner Basis auf die Ab-

stumpfungsfäche des vorletzten aufsetzt, verlässt der letzte untere Nerv das Ganglion (Fig. 3 n_6). Er und seine beiden Vorgänger innervieren die drei Kieferfüsse.

Von den oberen Nerven tritt der erste (Fig. 3 n_7) an der breitesten Stelle des Ganglions, also über dem Zwischenraum zwischen dem Ursprung des vierten und fünften unteren, ins Freie. Er ist von ansehnlicher Stärke und versorgt, soviel ich sehen konnte, die Muskeln der Flagella, durch deren nie ruhende Bewegung den Kiemen frisches Wasser zugeführt wird. Auf ihn folgen in Abständen von 0,32, 0,55 und 0,7 mm die drei anderen oberen Nerven (Fig. 3 n_8 , n_9 und n_{10}). Sie sind bei weitem dünner als die anderen. Ihre peripherischen Enden sind mir unbekannt geblieben.

Die nervösen Elemente des unteren Schlundganglions sind in eine wohl entwickelte Lage von zellig-blasigem Bindegewebe (auf Fig. 3 weiss gelassen) eingehüllt. Am stärksten ist dieselbe auf der Unterseite entwickelt, wo sie bis 0,35 mm dick wird, nach den Seiten zu nimmt sie an Dicke ab und ist oben nur noch 0,4—0,05 mm stark.

Auf diesem Lager von zellig-blasigem Bindegewebe ruhen in der unteren Hälfte des Ganglions sechs Paare von ellipsoidischen Punktsubstanzballen, aus denen die sechs unteren Nerven ihren Ursprung nehmen (Fig. 3 $pb_1—pb_6$; Fig. 24 pb_1 ; Fig. 25 pb_2 ; Fig. 26 pb_3 ; Fig. 28 $pb_1—pb_3$). Die grossen Achsen eines jeden Paares stossen unter einem nach vorn offenen Winkel von etwa 100° zusammen, die durch die beiden Schenkel dieses Winkels bestimmte Ebene senkt sich bei den letzten vier Paaren in der Weise nach vorn herab, dass sie mit der Horizontalen, die durch die Ober- und Unterfläche des Ganglions bestimmt sein möge, einen Winkel von ungefähr 40° bildet (Fig. 3 b). Beim zweiten Paare liegt diese Ebene fast horizontal, beim ersten senkt sie sich, aber weit weniger als bei den vier letzten Paaren nach vorn herunter. Die Länge der grossen Achse beträgt bei den ersten vier Ballenpaaren 0,5 mm, beim fünften 0,6, beim sechsten 0,7 mm, dabei sind die Ballen der ersten vier Paare 0,4, die des fünften 0,5 und die des sechsten Paares 0,55 mm dick. Die Ballen der einzelnen Paare sind durch ziemlich breite Punktsubstanzbrücken mit einander verbunden. Da wo die Brücken in die Ballen übergehen, kann man, wenigstens bei den vier letzten Paaren, eine rundliche Stelle in der Punktsubstanz der Ballen wahrnehmen, die sich durch besondere Feinheit und Dichtigkeit auszeichnet. Sie entspricht den kleinen Ballen in den Thoracalganglien und unterscheidet sich von denselben nur insofern, als sie ganz in die Punktsubstanz des grossen Ballens eingesenkt ist, während jener zur Hälfte aus demselben herausragt. Eine ganz besondere Ausbildung

zeigt die Brücke des zweiten Ballenpaares (Fig. 3 und Fig. 28 *bb*). Man könnte sie ihrer Grösse wegen als einen besonderen Ballen auffassen, der sich unter den vorderen Theil der Ballen des zweiten Paares lagert und mit ihnen verschmilzt. Sie ist auch die Ursache dafür, dass sich die letzteren nicht wie die übrigen Ballen nach vorn herabsenken können. Sie bildet ein quergestelltes Ellipsoid von 0,6 mm Länge und 0,38 mm grösster Breite. In ihrer Punktsubstanz nimmt man zahlreiche, rundliche 0,02—0,03 mm grosse Verdichtungen wahr, die etwa ebenso weit, als ihr Durchmesser lang ist, von einander abstehen.

Die fünf ersten Ballenpaare liegen so dicht hinter einander, dass die Ballen eines jeden mit denen des folgenden zusammenstossen und mit ihnen verschmelzen. Die Stellen, an denen die Verschmelzung vor sich geht, haben einen Durchmesser von etwa 0,2 mm. Das sechste Paar ist vom fünften durch einen 0,3 mm langen Zwischenraum getrennt. Zwischen den Ballen der letzten fünf Paare spannt sich ungefähr über der vorderen Grenze der Punktsubstanzbrücke eine nach oben gewölbte faserige Quercommissur aus, beim ersten Paar ist dieselbe in das Innere der Ballen und der Brücke hineinverlegt.

Weitere zwei Ballenpaare finden sich in der oberen Hälfte des Ganglions. Das erste von diesen (Fig. 3 und 27 *pb*₇) liegt über dem Zwischenraum zwischen dem ersten und dem zweiten unteren Ballenpaare, dem ersten etwas mehr genähert als dem zweiten. Die Ballen desselben sind von rundlicher Gestalt, messen im Durchmesser etwa 0,15 mm und sind etwa 0,2 mm von einander und eben so weit von der oberen Grenze der Längscommissuren, in deren Verlauf sie eingebettet sind, entfernt. An ihrer Vorderseite tritt ein Faserbündel, welches den Schlundcommissuren entstammt, in sie ein und löst sich in ihnen auf. Dass andere Fasern mit ihnen in Beziehung stehen, habe ich nicht beobachten können, wohl aber stehen sie durch einen schmalen Streifen von Punktsubstanz, der zwischen den Längscommissuren nach hinten zieht (Fig. 27), mit dem zweiten oberen Ballenpaare (Fig. 3 und 27 *pb*₈) in Verbindung, welches man über dem Zwischenraume zwischen dem zweiten und dritten unteren Ballenpaare antrifft. Jeder der Ballen desselben besteht eigentlich wieder aus zwei mit einander verschmolzenen kugeligen Ballen (auf Fig. 27 ist nur der hintere davon so getroffen, dass er deutlich zu sehen ist). Die vorderen von ihnen haben einen Durchmesser von 0,2 mm und sind in der Mitte, wo sie beinahe zusammenstossen, durch eine Punktsubstanzbrücke verbunden. An diese schliessen sich die hinteren nach aussen, hinten und etwas nach oben an, welche 0,25 mm im Durchmesser halten und 0,18 mm von einander entfernt sind. Aus ihnen gehen die Nerven für die Flagella hervor.

Ganglienzellenlager sind im unteren Schlundganglion in sehr reicher Anzahl vorhanden. Um einen Ueberblick über dieselben zu bekommen, wollen wir sie zunächst in solche, welche protoplasmaarme Zellen, und solche, welche Zellen mit deutlichem Protoplasma enthalten, scheiden. Auf erstere kommt nur ein Paar, während die letzteren die Hauptmasse bilden und nach ihrer Lage wieder in drei Unterabtheilungen, nämlich in untere, seitliche und obere getrennt werden können. Die unteren und seitlichen Lager des unteren Schlundganglions entsprechen den mittleren und seitlichen Abtheilungen der grossen Ganglienzellenlager in den Thoracalganglien, die oberen dagegen lassen sich mit dem nach hinten und oben gerichteten, mittleren Fortsatz des hinteren Lagers in den beiden ersten Thoracalganglien vergleichen, nur werden sie viel selbständiger als dieser.

Die beiden aus kleinen, protoplasmaarmen Zellen bestehenden Lager finden sich an der Unterseite des Ganglions vor der Brücke des zweiten Punktsubstanzballenpaares (Fig. 3 *gk*). Ihre Gestalt gleicht der Hälfte eines Ellipsoids, welches durch einen durch die grosse Achse geführten Schnitt getheilt ist. Mit den nach hinten, oben und etwas nach innen gewendeten Schnittflächen legen sie sich an die Vorderseite der Brücke zwischen dem zweiten Ballenpaare an. Die Länge ihrer grossen Achse ist gleich 0,4, die ihrer kleinen gleich 0,28 mm. Ihre proximalen Pole nähern sich einander bis auf 0,12 mm. Der Durchmesser der einzelnen Zellen, bezüglich Kerne beträgt 0,017, derjenige der sie umgebenden Bindegewebskapseln 0,028 mm. Ihre Ausläufer streben dem Mittelpunkte der ihre hintere Fläche bildenden Ellipse zu, von wo sie zu einem Bündel vereinigt in die Brücke des zweiten Ballenpaares eindringen, um sich darin aufzulösen.

Die unteren Ganglienzellenlager (Fig. 3 u_1 — u_7 ; Fig. 24 u_1 ; Fig. 25 u_2) erscheinen, wie die ihnen entsprechenden unteren Theile der grossen Lager in den Thoracalganglien auf Querschnitten meist als gleichseitige Dreiecke mit nach oben gewandter Spitze, welche die zwischen den Querschnitten der Punktsubstanzballen entstehende Lücke von unten her ausfüllen. Auch stehen sie meist mit den seitlichen Lagern in Verbindung, doch sind diese Verbindungen bei Weitem schwächer, als die entsprechenden in den Thoracalganglien. Das erste untere Lager (Fig. 3 und Fig. 24 u_1) ist nur schwach entwickelt. Seine Höhe beträgt 0,12, seine Länge nicht ganz 0,2 mm. Nach den Seiten zu geht es in die beiden ersten seitlichen Lager über. Hinter ihm finden sich auf eine Strecke von 0,43 mm keine Ganglienzellen in der Mittellinie der Unterseite. Dann folgen, perlschnurartig an einander gereiht, drei Lager (Fig. 3 u_2 — u_4), von denen man jedes durch Verschmelzung eines vorderen und

eines hinteren entstanden auffassen kann. Das erste, welches 0,27 mm lang ist, schliesst sich von hinten dicht an die Brücke des zweiten Ballenpaares an und würde dem hinteren unteren Lager des zweiten und dem vorderen unteren Lager des dritten Ballenpaares entsprechen. Es erreicht seine grösste Höhe (0,22 mm) und seine grösste Breite (0,5 mm) etwa in der Mitte seiner Längsausdehnung. Da, wo es in das folgende übergeht, beträgt seine Höhe wie seine Breite nur 0,4 mm. Die beiden folgenden Lager, welche sich in den Zwischenräumen zwischen dem dritten und vierten und zwischen dem vierten und fünften Ballenpaare vorfinden, haben ungefähr dieselben Dimensionen, wie das eben beschriebene, nur ist das zunächst folgende länger (0,4 mm lang). Auch liegt bei ihnen die grösste Breite und Höhe hinter der Mitte und die Einschnürung zwischen ihnen ist nicht so stark wie zwischen dem zweiten und dritten. Das dritte steht mit dem vierten und das vierte mit dem fünften seitlichen Lager in Verbindung. Das fünfte Punktsubstanzballenpaar besitzt ein gesondertes hinteres unteres Lager (Fig. 3 u_5). Auch dieses kommt den vorhergehenden etwa an Grösse gleich. Nach hinten und oben treiben das vierte und fünfte untere Lager je einen Fortsatz, der zwischen den Längscommissuren emporsteigt und sich mit dem vierten, bezüglich fünften oberen Lager in Verbindung setzt (Fig. 3 b , o_4 und o_5). Der Fortsatz des fünften Lagers ist stärker entwickelt als der des vierten. Am sechsten Punktsubstanzballen ist sowohl ein vorderes, als auch ein hinteres unteres Lager selbständig entwickelt (Fig. 3 u_6 und u_7), welche beide ganz den mittleren Theilen der beiden Ganglienzellenlager eines Thoracalganglions entsprechen, wie ja überhaupt das sechste Ballenpaar mit seinen Anhängen vollkommen den Bau eines Thoracalganglions wiederholt. Auch bei ihm ist das hintere Lager (Fig. 36 u_7) in der Mitte in einen nach hinten und oben gerichteten Fortsatz ausgezogen, der sich aber nicht höher erhebt, als dies bei den ersten beiden Thoracalganglien der Fall ist, also auch nicht mit einem oberen Ganglienzellenlager in Verbindung tritt.

Von den seitlichen Ganglienzellenlagern liegt das erste (Fig. 3 s_1) in Gestalt eines dicken, stumpf dreieckigen Lappens an der Unterseite der Schlundcommissuren, da wo dieselben in das Ganglion eintreten. Durch die eine nach innen und hinten gewandte Ecke des Dreiecks steht dasselbe mit dem ersten unteren Ganglienzellenlager in Verbindung. Die nächsten vier (Fig. 3 s_2 — s_5 ; Fig. 24 s_2 ; Fig. 25 s_3 ; Fig. 26 s_5 ; Fig. 28 s_2 — s_4) bilden 0,8 mm lange, 0,2—0,5 mm breite, 0,12 mm dicke Lappen, welche, von vorn und unten nach hinten und oben aufsteigend, so an der Aussenseite des Ganglions gelegen sind, dass jedes Mal einer in einen Zwischenraum zwischen zwei der ersten fünf Punktsubstanz-

ballen zu liegen kommt. Man wird daher wohl nicht fehlgehen, wenn man jedes als aus zwei Lagern entstanden ansieht, von denen das eine als hinteres äusseres zum vorhergehenden, das andere als vorderes äusseres zum folgenden Ballen gehört. Entsprechend dem Raume, der ihnen von den Ballen gelassen wird, sind sie in der Mitte am schmalsten und nehmen nach unten, wie auch besonders nach oben zu, wo sie weit über die Ballen hervorragen, an Breite zu. Das letzte steht im Ganzen den übrigen an Breite nach, während das erste in seinem vorderen Theile etwas niedriger ist als die übrigen Lager. Die ersten beiden fliessen oben und unten zusammen und lassen nur in der Mitte eine Oeffnung für den Durchtritt des zweiten unteren Nerven frei. Das erste, dritte und vierte von diesen vier, d. h. also das zweite, vierte und fünfte seitliche Lager stehen durch einen schmalen Streifen von Ganglienzellen mit dem ersten, dritten und vierten unteren Ganglienzellenlager in Verbindung. Es folgen nun noch drei seitliche Lager (Fig. 3 s_6 — s_8), welche den vorbergehenden an Grösse bei Weitem nicht gleichkommen. Es findet dies darin seine einfache Erklärung, dass sie nicht wie jene durch Verschmelzung zweier Lager entstanden sind. Das sechste bildet mit dem fünften unteren, mit welchem es verwachsen ist, einen Complex, der dem hinteren Lager eines Thoracalganglions entspricht. Dieses, wie auch das siebente und achte, welche die äusseren Theile des zum sechsten Punktsubstanzballenpaare gehörigen vorderen und hinteren Ganglienzellenlagers bilden, wenn man dasselbe als selbständiges Thoracalganglion auffasst, gleichen auch in der Form den entsprechenden Gebilden in den Thoracalganglien.

Es bleiben nun noch die fünf oberen Ganglienzellenlager (Fig. 3 o_1 — o_5 ; Fig. 26 o_4) übrig, welche dicht unter der Oberfläche des Ganglion, zwischen den über dasselbe hinziehenden Längscommissuren, allemal etwas hinter dem Zwischenraume zwischen zwei Punktsubstanzballenpaaren gelegen sind. Sie haben die Gestalt von mit der Spitze nach unten gerichteten Keilen, deren Kanten abgerundet sind, und nehmen von vorn nach hinten an Grösse zu. Folgende Tabelle giebt ihre Grössenverhältnisse in mm:

	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5
Grösste Länge	0,12	0,18	0,23	0,32	0,35
Grösste Breite	0,15	0,2	0,13	0,13	0,13
Grösste Höhe	0,15	0,25	0,44	—	—

Die Höhe der beiden letzten lässt sich nicht angeben, da sie nach unten zu in die entsprechenden unteren Lager übergehen.

In Bezug auf die Grösse der in allen diesen Lagern enthaltenen Zellen ist zu bemerken, dass alle die Grössen, welche in den Thoracalganglien vorkommen, auch hier vorhanden sind. Nur sind im Allgemeinen die grossen Zellen, besonders in den seitlichen Ganglienzellenlagern im unteren Schlundganglion etwas seltener als dort. Eine Ausnahme hiervon macht das erste seitliche Lager, welches zahlreiche grosse Zellen führt.

Die aus den Zellen dieser Lager hervorgehenden Ganglienzellenausläufer wenden sich meist zu stärkeren Bündeln vereinigt dem nächsten Punktsubstanzballenpaar zu und lösen sich darin auf. Hiervon sind, so viel ich sehen konnte, nur die Ausläufer der eben erwähnten grossen Ganglienzellen des ersten seitlichen Lagers ausgenommen, welche sich den Längscommissuren beimischen und mit ihnen nach hinten ziehen. Zu bemerken ist, dass der grösste Theil der Fortsätze der übrigen Zellen sich nicht dem ihnen unmittelbar benachbarten Ballen zuwendet, sondern, wie wir dies schon in den Thoracalganglien sahen, dem diesem auf der anderen Seite entsprechenden. Dass Ganglienzellenausläufer auf derselben Seite, auf der sie entspringen, auch ihr Ende erreichen, konnte ich mit Sicherheit nur bei einigen beobachten, welche aus dem siebenten, seitlichen Lager hervorkommen und sich zum sechsten Ballenpaar wenden; es ist jedoch, besonders wenn man die Verhältnisse in den Thoracalganglien zur Vergleichung heranzieht, sehr wahrscheinlich, dass auch noch andere aus seitlichen Lagern hervorkommende Ausläufer einen ähnlichen Verlauf nehmen. Bei den Ganglienzellenfortsätzen derjenigen Lager, welche mit dem ersten Punktsubstanzballenpaar in Beziehung stehen, geschieht der Uebertritt auf die andere Seite in der Weise, dass sie zunächst in den Ballen derselben Seite eintauchen und dann, indem sie diesen und die Punktsubstanzbrücke durchbohren, im Innern des Ballenpaares die andere Seite erreichen. Auf Fig. 24 ist dieser Vorgang an Fasern, welche aus dem vorderen Theile des zweiten seitlichen Lagers hervorkommen (gas_2), zu sehen. Die zu den übrigen Ballenpaaren gehörigen Ausläufer finden ihren Weg nach der anderen Seite ausserhalb der Punktsubstanzballen. Indem sich dabei die aus den unteren Lagern stammenden zwischen den Längscommissuren durchdrängen, beschreiben sie ähnliche Figuren, wie die ihnen entsprechenden Ausläufer in den Thoracalganglien. Vor Allem gleichen diesen die aus dem dritten bis fünften und aus dem siebenten unteren Lager aufsteigenden Bündel (auf Fig. 3a sind ihre Fusspunkte mit blauer Farbe in die Ganglienzellenlager eingezeichnet) in ihrem Verlauf. Ein Unterschied besteht nur darin, dass diejenigen Fasern, welche die Grundlage der mittleren Etage der Längscommissuren bilden, nicht

wie in den Thoracalganglien (Fig. 20 *ga*₂) ziemlich senkrecht in die Höhe steigen, sondern diejenigen, welche dazu bestimmt sind, die mittlere Etage von der oberen zu trennen, bis zur Höhe des Unterschieds zwischen mittlerer und unterer Etage auf ihrem Wege nach aussen und oben begleiten. Auch steigen in der Medianebene manche von diesen Fasern zu denen hinauf, welche die mittlere und die obere Etage trennen und laufen dann mit ihnen vereinigt weiter. Etwas abweichend gestaltet sich der Verlauf der für das zweite Ballenpaar bestimmten Fortsätze der Zellen des zweiten unteren Lagers, da hier durch die in die unterste Etage der Längscommissuren eingeschalteten hinteren oberen Punktsubstanzballen Störungen hervorgerufen werden (Fig. 25). Nachdem die Ganglienzellenfortsätze zunächst 0,25 bis 0,3 mm hoch senkrecht in die Höhe gestiegen sind, theilen sie sich in zwei Bündel. Von diesen behält das eine (Fig. 24 *ga*₁) noch auf etwa 0,2 mm den senkrechten Verlauf bei und wendet sich dann in ganz sanftem Bogen nach innen, um noch 0,25 mm höher mit dem der anderen Seite zusammenzutreffen und sich mit ihm zu kreuzen (Fig. 24 *kr*). Das andere biegt nach aussen und oben ab und verläuft etwa 0,25 mm weit geradlinig in der Weise, dass es mit dem ersteren einen nach oben offenen Winkel von ungefähr 60° bildet. Hierauf theilt es sich abermals in zwei Arme, von denen der innere (*ga*₂) in schärferer, der äussere (*ga*₃) in sanfterer Krümmung nach innen umbiegt. Beide erreichen endlich den Punkt, an welchem sich die gerade aufsteigenden Bündel kreuzen und treffen hier ebenfalls mit den ihnen entsprechenden der anderen Seite zusammen. Es ist also hier die Kreuzung, welche sich bei den übrigen Ballenpaaren und den Thoracalganglien auf die drei Grundlagen der Etagen der Längscommissuren vertheilt, auf einen Punkt concentrirt.

Aus den hinteren Theilen des zweiten, dritten, vierten und fünften, sowie aus dem siebenten seitlichen Lager entspringt je ein Bündel für einen der fünf letzten unteren Punktsubstanzballen. Das aus dem zweiten entspringende zieht unterhalb der Längscommissuren quer durch das Ganglion und gelangt so zu der Vorderseite des zweiten unteren Ballenpaares. Der Verlauf der vier anderen geht in der Weise von Statten, dass sie (Fig. 26 *ga*₃) zunächst ebenfalls in gerader Linie unterhalb der Längscommissuren nach innen streben, wenn sie aber die Medianebene des Ganglion erreicht haben, rechtwinklig umbiegen und senkrecht oder etwas nach vorn geneigt zwischen den Längscommissuren aufsteigen. Sind sie auf der Höhe der Grundlage der dritten Etage angelangt, so kreuzen sich die beiderseitigen Fasern und ziehen auf der ihrem Ursprunge entgegengesetzten Seite zwischen den beiden

Etagen zunächst nach aussen und dann nach abwärts zum Punktsubstanzballen.

Die vorderen Partien des dritten bis sechsten und des achten seitlichen Lagers entsenden für die fünf letzten unteren Punktsubstanzballen Faserbündel, welche in gerader, wagrechter Richtung unter den Längscommissuren der entgegengesetzten Seite des Ganglions zueilen. Man trifft diese Fasern auf denselben Querschnitten, auf denen das erste der beiden aus den unteren Ganglienzellenlagern aufsteigenden Bündel zu sehen ist. Sie bilden mit die Grundlage für die unterste Etage der Längscommissuren. (Fig. 25 zeigt zwar in der Mitte diese Fasern, nicht aber ihren Zusammenhang mit dem seitlichen Lager.)

Etwas weiter nach hinten, da wo das zweite Hauptbündel von Ausläufern dem unteren Lager entsteigt, trifft man in den letzten vier Abtheilungen des unteren Schlundganglions ein zweites Bündel von Ausläufern, welches in geradem, wagrechtem Verlauf zwischen der unteren und mittleren Etage dem seinem Ursprung gegenüberliegenden Punktsubstanzballen zustrebt. Die Fasern der einzelnen Bündel stammen der Reihe nach aus den mittleren Partien des vierten und fünften und aus den hinteren Partien des sechsten und achten seitlichen Ganglienzellenlagers. Auch hinter dem zweiten unteren Punktsubstanzballenpaare findet sich ein derartiges Bündel, allein seine Fasern werden nicht diesem, sondern dem zweiten oberen Ballenpaar zugeführt.

Die Ausläufer der oberen Ganglienzellenlager ziehen zunächst senkrecht nach unten. Was weiter aus ihnen wird, vermochte ich nicht festzustellen.

Aus dem distalen Pole eines jeden der unteren Punktsubstanzballen geht einer der 12 unteren Nerven hervor. Bei den ersten beiden Ballenpaaren scheint dies einfach in der Weise vor sich zu gehen, dass in den verschiedensten Theilen der Ballen sich Fasern aus der Punktsubstanz sammeln, dem Pole der Ballen zustreben und hier mit andern, welche sich aus den Längscommissuren zu ihnen gesellt haben, die Nerven constituiren. Wenigstens ist es mir nicht gelungen, hier grössere Bündel von bestimmtem Verlauf im Innern der Ballen nachzuweisen. Wohl aber konnte ich es in den vier letzten Ballenpaaren, in denen sich alle diejenigen Theile, die sich in den Thoracalganglien an der Zusammensetzung der Hauptnerven beteiligen, wiederfinden.

Derjenige Faserzug, welcher in den Thoracalganglien die mit 4 und 5 bezeichneten Faserbündel abgiebt, lässt sich in derselben Ausbildung im unteren Schlundganglion nach vorn bis an das dritte Punktsubstanzballenpaar verfolgen. In letzterem jedoch spaltet er sich in mehrere

Aeste, welche mit der ballenartig erweiterten Brücke des zweiten Ballenpaares in nähere Beziehung treten.

Um ihren Ursprung kennen zu lernen, verlassen wir den Faserzug an dieser Stelle und wenden uns zunächst dem ersten Punktsubstanzballenpaare zu.

Aus diesem entspringt von der hinteren und inneren Fläche jederseits ein Faserzug, der sich der Oberfläche der Brücke zwischen dem zweiten Ballenpaare zuwendet. Dabei nähern sich die beiderseitigen Faserbündel (Fig. 3 c und 28 I), deren Abstand bei ihrem Ursprung 0,3 mm betrug, kurz vor der Mitte der Brücke einander bis auf 0,4 mm. An dieser Stelle schliessen sich ihnen von unten her zwei Faserbündel an (Fig. 3 c und 28 II), die sich in der Punktsubstanz des Brückenballens (Fig. 3 c, bb) gesammelt haben. Darauf bilden die vereinigten Bündel ein Chiasma (ch), dessen hintere Schenkel (I + II) langsam divergiren und von innen und oben her in die Ballen des dritten Paares eintreten. Von ihnen aus zweigen sich dann die Faserzüge für den dritten unteren Nerven ab, welche den in Fig. 7 mit 4 und 5 bezeichneten entsprechen, und mit ihnen (den hinteren Chiasmaschenkeln) vereinigen sich im hinteren Theile des dritten Ballenpaares noch von unten her einige Faserbündel, welche, nachdem sie sich in dem Brückenballen gesammelt haben und an der Hinterfläche aus demselben ausgetreten sind, sanft nach oben ansteigend, die hinteren Partien der Ballen des zweiten und die Ballen des dritten Paares durchbohren (Fig. 25 und 28 III; auf Fig. 3 c ist nur ein Bündel (III) gezeichnet). Nach ihrer Vereinigung bilden diese Bündel (I + II und III) den mit 4 + 5 bezeichneten Faserzug, den wir vorher bis hierher von hinten nach vorn verfolgten.

Ausser den beschriebenen finden sich in der Nähe des Brückenballens noch einige andere Faserzüge von mir unbekannter Bedeutung. Ein Paar von diesen (Fig. 3 c IV) stammt aus dem oberen Theile der Längscommissuren, senkt sich kurz vor dem Brückenballen herab und lässt sich an der Vorderseite desselben, an der es in einem nach aussen und hinten offenen Bogen herabläuft, bis zu der Stelle verfolgen, wo die Ganglienzellenausläufer (Fig. 3 c a) aus dem kleinzelligen Lager in den Ballen eindringen. Ein anderes Faserbündel (Fig. 3 c, V) von unbekannter Bedeutung zieht über den hinteren Theil der Unterfläche des Brückenballens hinweg von einem Pole desselben zum anderen.

Der erste obere Nerv (Fig. 3 n₇; Fig. 27 n₇) sammelt sich theils aus dem Hintertheil des zweiten oberen Ballenpaares (Fig. 27 pbn₇), theils bezieht er seine Fasern aus den Schlundcommissuren, von denen sie in scharfem Bogen nach aussen abbiegen (Fig. 27 scn₇).

Die drei hinteren oberen Nerven setzen sich aus wenigen starken Fasern zusammen, die aus den Längscommissuren stammen, und vertreten, was ihr Verhältniss zu den drei letzten Punktsubstanzballenpaaren und deren Anhängen betrifft, ganz die Stelle, welche die kleinen Nerven in den Thoracalganglien einnehmen.

4. Abdominalganglien.

Die fünf Abdominalganglien stehen hinter den bereits beschriebenen mit Ausnahme des Commissurenganglions weit an Grösse zurück. Dem unbewaffneten Auge erscheinen sie als kleine, knotenartige Anschwellungen an den scheinbar einfachen Längscommissuren. Ihre Entfernung von einander beträgt ungefähr 5 mm; eben so weit steht das erste von ihnen vom letzten Thoracalganglion und das letzte vom Schwanzganglion ab.

Hatten schon die fünf Thoracalganglien eine grosse Uebereinstimmung gezeigt, so ist dies in noch weit grösserem Maasse bei den Abdominalganglien der Fall: die Beschreibung eines beliebigen von ihnen könnte, wenigstens soweit die vorliegenden Untersuchungen über ihren Bau Aufschluss geben können, wörtlich für alle wiederholt werden. Höchstens würde sich in der Dicke der Längscommissuren eine Abweichung ergeben.

Die Abdominalganglien stellen beinahe halbkugelige Anschwellungen dar, welche sich an die an der betreffenden Stelle etwas breit gezogenen, aber immer in gerader Linie fortlaufenden Längscommissuren mit ihrer ebenen Fläche von unten her anlegen. Nur ist die Halbkugel unten in einer mit den Längscommissuren gleich gerichteten Zone etwas abgeplattet und der scharfe Winkel, welcher vorn und hinten beim Aneinandertreffen von Kugelfläche und Längscommissur entsteht, durch eine sanfte Böschung ausgeglichen. Die Länge eines Abdominalganglions, von den vordersten bis zu den hintersten Ganglienzellen gemessen, beträgt 0,9 mm; misst man jedoch von der Stelle an, von welcher ab die Längscommissuren dadurch, dass sich zunächst bindegewebige Elemente an ihrer Unterfläche einfinden, an Durchmesser zunehmen, bis dahin, wo sie wieder ihr gewöhnliches Caliber erreicht haben, so findet man die Länge des Ganglions gleich 1,4 mm. Dabei beträgt seine grösste Höhe, die Längscommissuren mit eingerechnet 0,85, die grösste Breite 4 mm.

Aus den Abdominalganglien kommen zwei Paare von Nerven hervor, das eine etwa ein halbes Millimeter hinter den vordersten Ganglienzellen und etwa ein Viertel der Höhe des Ganglions über dem untersten Punkt derselben, das zweite auf gleichem Querschnitt mit den hintersten

Ganglienzellen und in der Mitte der Höhe des Ganglions. Die vorderen Nerven führen zu den Schwimmfüssen des Abdomens, die hinteren zur Stammuskulatur desselben.

Ausser diesen beiden Nervenpaaren, die vom Ganglion selbst ausgehen, muss noch ein drittes zu demselben gezogen werden, welches etwas über ein Millimeter hinter den letzten Ganglienzellen die Längscommissur verlässt.

Den beiden vom Ganglion selbst ausgehenden Nervenpaaren entsprechen im Innern desselben zwei Paare von Punktsubstanzballen. Die Ballen des ersten von diesen (Fig. 9 und 29 *pb*₁) sind von ellipsoidischer Gestalt, 0,4 mm lang und 0,3 mm breit. Ihre grossen Achsen bilden einen nach vorn offenen Winkel von etwa 145°. Mit ihren proximalen Polen nähern sie sich einander bis auf 0,06 mm. Verbunden werden sie mit einander durch eine Punktsubstanzbrücke, welche von den nach vorn und innen gekehrten Flächen ausgeht, und eine faserige Quercommissur, welche sich etwas vor der Stelle, an welcher sie einander am nächsten kommen, über ihnen ausspannt. Dicht hinter ihnen stösst man auf die Ballen für das zweite Nervenpaar (Fig. 9 und 31 *pb*₂), welche bei sphärischer Gestalt einen Durchmesser von ungefähr 0,2 mm haben. Ihre Punktsubstanz geht direct in die des vorderen Paares über; sie selbst sind unter einander durch eine kurze, sehr starke Brücke verbunden. Auch zwischen ihnen verkehrt möglicher Weise noch eine faserige Quercommissur, doch ist diese nicht so sicher nachzuweisen, wie die zwischen den ersten Ballen, da die betreffenden Fasern auch als die letzten Enden von Ganglienzellenausläufern, welche sich in den Ballen auflösen, aufgefasst werden können. Entsprechend dem höher gelegenen Austritt des zweiten Nervenpaares liegt auch das zweite Ballenpaar höher als das erste: seine Unterfläche ist von der des ganzen Ganglions etwa 0,25 mm entfernt, während für das erste Ballenpaar diese Entfernung nur 0,17 mm beträgt.

Den unteren Theil des Ganglions nimmt das einzige Ganglienzellenlager, welches sich in demselben findet, ein. Es stellt einen im Durchschnitt 0,2 mm dicken Lappen von ovaler Gestalt dar. Die regelmässige Gestalt des Ovals, dessen grosse Achse in der Richtung mit den Längscommissuren übereinstimmt, wird dadurch gestört, dass es nach hinten zu abgestutzt ist und seitlich unter der Austrittsstelle des ersten Nervenpaares einen Ausschnitt zeigt. Die Länge des Lagers beträgt etwa 0,9, seine grösste Breite 0,95 mm. Nach vorn zu zieht es sich ein gutes Stück unter den Längscommissuren hin, während es hinten gleich hinter den Punktsubstanzballen sein Ende erreicht. Die in dem Lager enthaltenen Ganglienzellen zeigen in Bezug auf ihre Grösse sehr bedeutende Ver-

schiedenheiten. Vorn in dem Theile des Lagers, der sich unter den Längscommissuren verbirgt, finden sich nur kleinere Zellen von 0,02 bis 0,04 mm Durchmesser mit 0,013 bis 0,02 mm grossen Kernen. Die Ausläufer dieser Zellen streben zu grösseren Bündeln vereinigt der Medianebene des Ganglions zu, steigen dann zwischen den beiderseitigen Längscommissuren schräg nach hinten in die Höhe und gelangen endlich, nachdem sie in nach unten offenem Bogen durch die Längscommissuren hindurchgetreten sind, zu dem ihrem Ursprung entgegengesetzten vorderen Punktsubstanzballen. Weiter nach hinten unter und vor der Punktsubstanzbrücke des ersten Ballenpaares stellen sich dann, zunächst in der Mitte, später auch an den Seiten, grössere Zellen ein, ohne dass jedoch die kleineren durch sie ganz verdrängt werden. Die grösseren werden unter dem Zwischenraum zwischen den beiden Punktsubstanzballenpaaren noch häufiger und ebenda befinden sich auch die grössten Zellen des ganzen Nervensystems, deren Durchmesser, bei einem 0,06 mm grossen Kern, bis auf 0,17 mm steigt (Fig. 30). Im hinteren Theile des Lagers nimmt dann die Durchschnittsgrösse der Zellen wieder etwas ab. Die Ausläufer der Zellen des mittleren und unteren Theiles des Lagers steigen zunächst ziemlich senkrecht in die Höhe, treten zwischen die Längscommissuren und biegen innerhalb derselben nach innen um. Nachdem sie die andere Seite des Ganglions erreicht haben, wenden sie sich nach unten und gelangen so zu einem der Punktsubstanzballen, in welchem sie sich auflösen. Bei ihrem Uebertritt auf die andere Seite zerspalten sie die Längscommissuren, ähnlich, wie dies in den Thoracalganglien der Fall ist, in verschiedene Etagen, doch geschieht dies hier (Fig. 30) nicht mit derselben Regelmässigkeit wie dort. Auch hält es in den Abdominalganglien viel schwerer einen Ganglienzellenausläufer in seinem ganzen Verlauf auf einem Schnitte zu verfolgen, als in den Thoracalganglien, da die Ausläufer in ersteren nicht, wie dies in letzteren öfters der Fall ist, von Anfang bis zu Ende in einer und derselben Ebene verlaufen.

Ausser den Ganglienzellenausläufern lösen sich in den Punktsubstanzballen der Abdominalganglien auch noch Fasern auf, welche mit den Längscommissuren von vorn herkommen. Sie treten an den am meisten nach vorn gewandten Punkten in die Ballen ein. Die für das zweite Paar bestimmten ziehen innen und oben dicht über das erste Paar weg (Fig. 29 zeigt die letzteren unter der faserigen Quercommissur (c) im Durchschnitt).

Die aus dem Ganglion austretenden Nerven setzen sich, wie die aus den Thoracalganglien entspringenden, aus zweierlei Fasern zusammen, nämlich erstens solchen, welche mit den Längscommissuren von

den vorderen Ganglien kommen, und zweitens solchen, welche sich in der Punktsubstanz des Ballens selbst sammeln. Erstere zerfallen für das erste Nervenpaar wieder in zwei Abtheilungen. Die einen (Fig. 29 $2n_1$) biegen einfach oben nahe der Medianebene des Ganglions aus den Längscommissuren ab und streben in fast gerader Linie, nach aussen, unten und etwas nach hinten gerichtet, der Austrittsstelle des Nerven zu, die anderen dagegen, welche mehr nach aussen und unten in den Längscommissuren gelegen sind (Fig. 29 $5n_1$), dringen zunächst in fast gerader Richtung weiter verlaufend, in den vorderen Punktsubstanzballen ein und steigen, nachdem sie unter den ersteren angelangt und dort nach oben umgebogen sind, senkrecht in die Höhe, bis sie die Unterseite des ersten Bündels erreicht haben. Hier nun biegen sie wieder ziemlich rasch nach aussen und unten um und gelangen, indem sie unter letzterem hinlaufen, zur Austrittsstelle des Nerven. Beim zweiten Nervenpaar konnte ich nur ein Bündel bemerken (Fig. 34 $2n_2$), welches dem oberen des ersten Nervenpaares analog verläuft. Das für den ersten Nerven bestimmte, aus der Punktsubstanz hervorgehende Bündel (Fig. 29 $1n_1$) tritt, nachdem es aus den verschiedensten Theilen des Ballens Fasern erhalten hat, etwas hinter dem distalen Pole desselben aus ihm heraus (Fig. 9 $1n_1$) und schliesst sich dann von unten an die aus den Längscommissuren stammenden Fasern an. Das entsprechende Bündel für den hinteren Nerven (Fig. 34 $1n_2$) verlässt den zweiten Ballen an seiner Aussenseite und zieht in nach unten und innen offenem Bogen dem Orte zu, an welchem es, mit dem aus den Längscommissuren austretenden Strange vereinigt, das Ganglion verlassen soll.

Das dritte Nervenpaar (Fig. 9 n_3), welches aus den Längscommissuren hinter dem Ganglion herauskommt, besteht aus nur wenigen, aber dicken (0,05 mm) Fasern. Diese kommen von vorn und laufen vor dem Austritt des Nerven neben und unter der äusseren kolossalen Nervenfasern her; ihren Ursprung konnte ich nicht auffinden. Der von ihnen gebildete Nerv dringt in die Muskulatur des Abdomens ein und plattet sich, indem er sich zwischen den einzelnen Muskeln hindurch windet, bald dermassen ab, dass er 0,45 mm breit, aber nur eine oder zwei Fasern hoch wird. Etwas über zwei Millimeter von der Austrittsstelle entfernt theilt er sich in zwei ziemlich gleich starke Aeste, die sich dann in immer schwächer werdende Zweige zerspalten und in der Muskulatur verbreiten. An den Stellen, an welchen eine Verzweigung stattfindet, kann man sehr schön die Dichotomie eines grossen Theiles der den Nerven constituirenden Fasern bemerken, wie sie HAECKEL (13, Taf. I, Fig. 1 und 2) abbildet.

Die Längscommissuren bestehen, wenn sie auch äusserlich als ein-

facher Strang erscheinen, stets aus zwei durch eine senkrechte bindegewebige Scheidewand getrennten Faserbündeln (Fig. 32). Sonstige bindegewebige Septen, welche die beiden erwähnten Bündel in kleinere theilen, finden sich nur in der Nähe der Ganglien; eine Scheidung in ein oberes, motorisches und ein unteres, sensibles Bündel, die nach NEWPORT (28) vorhanden sein soll, besteht nicht. Von vorn nach hinten nehmen die Längscommissuren an Stärke ab. Bemerkenswerth ist, dass nach dem Eintritt in ein Ganglion vor dem ersten Punktsubstanzballen die vorher reichlich vorhandenen Neurilemmkerne in den Längscommissuren ganz plötzlich aufhören und sich erst hinter dem zweiten Ballenpaare wieder einstellen. Auf dem Schema Fig. 9 sind die Längscommissuren so weit colorirt, als sie Neurilemmkerne führen.

5. Schwanzganglion.

Das letzte Ganglion des Bauchmarkes, das Schwanzganglion, stellt eine rundliche, besonders nach unten zu entwickelte, oben und unten etwas abgeplattete Anschwellung der Längscommissuren, die in ihm ihr Ende erreichen, dar. Es erreicht eine Länge von 4, eine Breite von 4,15 und eine Höhe von 0,8 mm.

Von seiner hinteren Fläche entspringen unten jederseits vier Nerven (Fig. 10 n_1 — n_4), zu denen noch ein fünfter, unpaarer in der Mitte kommt (Fig. 10 n_5); oben und hinten verlässt ein Nervenpaar (Fig. 10 n_6) das Ganglion.

Der Kern des letzteren wird von drei Punktsubstanzballen gebildet. Zwei davon (Fig. 10 und Fig. 33 *vpb*) liegen mehr im vorderen und unteren Theile des Ganglions und sind von ellipsoidischer Gestalt, oben und unten etwas abgeplattet. Sie werden 0,5 mm lang, 0,35 mm breit und 0,28 mm hoch. Ihre grossen Achsen bilden einen sehr spitzen, nach hinten offenen Winkel. Nach vorn zu, wo sie durch eine Punktsubstanzbrücke mit einander verbunden sind, kommen sie einander bis auf 0,05 mm nahe. Ausser durch diese Brücke sind sie noch durch drei faserige Quercommissuren mit einander verbunden. Dies sowie der Umstand, dass aus ihnen je drei Nerven ihren Ursprung nehmen, lassen die Vermuthung gerechtfertigt erscheinen, dass jeder von ihnen durch die Verschmelzung dreier Ballen entstanden ist. Mit ihrem hinteren Theile gehen sie nach innen und oben zu in den dritten unpaaren Ballen über, der die Form eines abgerundet fünfseitigen Kuchens besitzt. Die Höhe desselben beträgt 0,45 mm, die Länge der Seiten des Fünfecks ist mit Ausnahme der nach vorn zu gewandten, die nur 0,2 mm lang wird, gleich 0,26 mm (Fig. 10 *hpb*). Die nach vorn gekehrte kürzere Seite ist etwas eingeschnitten und dicht hinter diesem Einschnitt wird der Ballen

von einem Bündel von Ganglienzellenausläufern durchbohrt, so dass der vordere Theil des Ballens aus zwei durch eine Brücke verbundenen seitlichen Partien besteht. Ausser dieser Gestaltung spricht auch noch der Umstand, dass aus dem Ballen drei Nerven hervorgehen, dafür, dass derselbe aus drei mit einander verschmolzenen Ballen, zwei seitlichen paarigen und einem mittleren unpaaren, besteht.

Die Grundlage des ganzen Ganglions bildet ein Ganglienzellenlager von ungefähr kreisförmiger Gestalt. Die vollkommene Kreisform wird dadurch gestört, dass dasselbe vorn etwas abgestutzt und hinten in einen kleinen Fortsatz ausgezogen ist (Fig. 10 *ugz*). Die Dicke des Lagers beträgt im Ganzen 0,4 mm, steigt jedoch im hinteren Theile, da wo zwischen den hinteren Partien der beiden paarigen und dem unpaaren Ballen Platz gewonnen wird, bis auf 0,25 mm, so dass es hier auf einem Horizontalschnitt, der vorn die beiden unpaaren Ballen trifft, zu sehen ist (Fig. 33 *ugz*). Die Grösse der darin enthaltenen Zellen wechselt zwischen 0,02 und 0,4 mm, die der entsprechenden Kerne zwischen 0,013 und 0,033 mm. Die grossen Zellen sind im Ganzen stärker vertreten als die kleinen. Die Ganglienzellenausläufer steigen zu schwächeren Bündeln vereinigt theils zwischen den Punktsubstanzballen, theils seitwärts von ihnen, meist etwas nach vorn geneigt in die Höhe. Ein stärkeres Bündel durchbohrt, wie bereits oben bemerkt wurde, den unpaaren Ballen. Da der oberste Theil des Ballens von einem für jetzt noch unentwirrbaren Fasergeflecht eingenommen wird, kann ich nicht entscheiden, ob die Ganglienzellenausläufer später, wie wir dies bei den anderen Bauchstrangganglien gesehen haben, auf die andere Seite übertreten oder nicht.

Ein zweites kleineres Ganglienzellenlager in Gestalt eines elliptischen Lappens findet sich hinten an der Oberfläche des Ganglions (Fig. 10 *ogz*). Die quer gestellte grosse Achse der Ellipse hat eine Länge von 0,4, die kleine eine Länge von 0,2 mm. Der Vorderrand des Lagers liegt 0,16 mm hinter dem Beginn des unpaaren Punktsubstanzballens. Es besteht aus etwa 20 Zellen von 0,05 mm Durchmesser mit 0,27 mm grossen Kernen und sehr wenigen kleineren. Die Ausläufer der Zellen streben dem hinteren Theile des unpaaren Ballens zu.

Ein Querschnitt durch die Längscommissuren kurz vor dem Schwanzganglion zeigt, dass die Fasern derselben sich jederseits in ein oberes und ein unteres Bündel gespalten haben. In dem unteren Bündel nimmt man noch weiter nach dem Ganglion zu eine Sonderung in drei Gruppen wahr, welche neben einander, die inneren etwas höher als die äusseren, zu liegen kommen (Fig. 10 $2n_1$ — $2n_3$). Auf Horizontalschnitten gelingt es leicht, diese drei Gruppen durch das ganze Ganglion zu ver-

folgen (Fig. 33 $2n_1$): sie nehmen Theil an der Zusammensetzung der drei äussersten unteren Nerven. Die beiden von ihnen, welche mehr lateralwärts liegen (Fig. 40 $2n_1$ und $2n_2$), ziehen leicht gebogen nach dem Austrittspunkte der beiden äusseren unteren Nerven hin, während das mehr nach innen gelegene Bündel zunächst geradlinig nach hinten verläuft, bis es auf den unpaaren Punktsubstanzballen stösst, dann nach aussen umbiegt und an dem erwähnten Ballen hingleitend zum Austrittspunkte des dritten Nerven gelangt.

Auf denselben Schnitten kann man auch die aus dem Ganglion selbst stammenden Fasern dieser Nerven in ihrem ganzen Verlaufe beobachten. Man sieht (Fig. 33 $1n_2$) in den vorderen paarigen Punktsubstanzballen drei Faserbündel sich sammeln, den Ballen, schräg nach hinten und aussen gerichtet, verlassen und dann, nachdem sie sich von unten her (Fig. 40 $1n_1$ — $1n_3$) mit den aus den Commissuren stammenden Strängen (Fig. 40 $2n_1$ — $2n_3$) vereinigt haben, aus dem Ganglion austreten. Die so gebildeten Nerven gehen zu den Flossenfüssen des Schwanzes und zwar die beiden äusseren zu den äusseren, der innere zu den inneren Abtheilungen derselben.

Aus den vorderen, seitlichen Partien des unpaaren Punktsubstanzballens gehen zwei Faserstränge hervor, welche sich mit aus den oberen Partien der Längscommissuren stammenden Bündeln vereinigen und so das vierte untere Nervenpaar (Fig. 40 n_4) constituiren. Dasselbe wendet sich zum mittleren Theile der Schwanzflosse. Aus dem hinteren Theile des unpaaren Ballens entspringt der unpaare Nerv. Auch dieser scheint Fasern aus den Längscommissuren zu erhalten. Er wendet sich zunächst dem Enddarm zu und spaltet sich, nachdem er denselben erreicht hat, in zwei Aeste, von denen der eine nach vorn, der andere nach hinten geht ¹⁾.

Im Schwanzganglion erreichen auch die kolossalen Nervenfasern ihr Ende. Nachdem sie nämlich in dasselbe eingetreten sind, spalten sie sich in mehrere Aeste, von denen ein Theil auf die andere Seite des Ganglions übertritt, und setzen endlich das von dem obern Theil der Hinterfläche des Schwanzganglions entspringende Nervenpaar zusammen. Vorher scheinen auch einzelne der Fasern Anastomosen gebildet zu haben. In meiner vorläufigen Mittheilung (49) habe ich irrthümlicher Weise angegeben, dass dieses Nervenpaar sich zum Enddarm wende, es geht jedoch nicht dahin, sondern zur Muskulatur des Schwanzes. Seinen histologischen Eigenschaften, wie seiner Verlaufsweise nach

4) Vergl. KROHN (24) Fig. 3 und 4 und LEMOINE (22) Taf. VIII, Fig. 6 und 7.

scheint es den zwischen den Abdominalganglien aus den Längscommissuren entspringenden Nerven zu entsprechen.

Die dieser Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchungen wurden zum Theil in dem zoologischen Laboratorium der Universität Leipzig ausgeführt und der Verfasser ergreift mit Freuden die Gelegenheit, seinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geb. Hofrath Prof. Dr. LEUCKART, für den vielfachen Rath und die mannigfaltige Anregung, die er ihm zu Theil werden liess, seinen verbindlichsten Dank zu sagen, besonders auch für die Liberalität, mit welcher er ihm die betreffende Literatur aus seiner Bibliothek zur Verfügung stellte.

Leipzig, August 1879.

Literaturverzeichniss.

- Nr. 1. BELLONCI, Morfologia del sistema nervoso centrale della Squilla mantis. *Annali del museo civico di storia naturale di Genova.* Vol. XII. 1878.
- Nr. 2. BERGER, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. *Arbeiten des zool. Instituts zu Wien.* Heft 2.
- Nr. 3. —, Nachtrag zu den Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. *Ebendas.* Heft 3.
- Nr. 4. BOLL, Ueber die Zersetzungsbilder der markhaltigen Nervenfasern. *Archiv f. Anat. u. Phys., anat. Abth.* 1877.
- Nr. 5. CLAPARÈDE, Recherches sur la structure des Annélides sédentaires. 1873.
- Nr. 6. CLAUS, Der Organismus der Phoroniden. *Arbeiten des zool. Instituts zu Wien.* Tom. II, Heft 1.
- Nr. 7. DIETL, Die Organisation des Arthropodengehirns. *Diese Zeitschr.* XXVII. Bd. 1876.
- Nr. 8. —, Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Thiere. II. Abtheilung. (Crustaceen.) *Sitzungsber. d. Wiener Akademie.* 4. Abth. LXXVII. Bd. 1878.
- Nr. 9. —, Die Gewebeelemente d. Centralnervensystems bei wirbellosen Thieren. *Ber. d. naturw.-med. Vereins zu Innsbruck.* 1878.
- Nr. 10. EHRENBERG, Beobachtung einer bisher unerkannten Structur des Seelenorgans. 1836.
- Nr. 11. FLÖGEL, Ueber den einheitlichen Bau des Gehirns in den verschiedenen Insectenordnungen. *Diese Zeitschr.* XXX. Bd. Suppl. 1878.
- Nr. 12. GERLACH, Von dem Rückenmark. *STRICKER'S Handbuch der Lehre von den Geweben.*
- Nr. 13 a. HAECKEL, De telis quibusdam Astaci fluviatilis. *Diss. Berolini.*
- Nr. 13 b. —, Ueber die Gewebe des Flusskrebses. *Arch. f. Anat. u. Phys.* 1857.
- Nr. 14. HANNOVER, Recherches microscopiques sur le système nerveux. 1857.

- Nr. 15. HELMBOLTZ, De fabrica systematis nervosi evertibratorum. Diss. Berolini. 1842.
- Nr. 16. HERMANN, Centralnervensystem von Hirudo medicinalis. Gekr. Preisschrift. München 1875.
- Nr. 17. HIS, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Die erste Entwicklung des Hühnchens im Ei. 1868.
- Nr. 18. KRAUSE, Allgemeine und mikroskopische Anatomie. 1876.
- Nr. 19. KRIEGER, Ueber das centrale Nervensystem des Flusskrebse. Zool. Anzeiger. 1. Jahrgang. Nr. 15. 1878.
- Nr. 20. —, Eine Methode aus mikroskopischen Querschnitten eine Ansicht des untersuchten Gegenstandes zu construiren. Ebendas. Nr. 16.
- Nr. 21. KROHN, Ueber die Verdauungsnerven des Krebses. Isis 1834.
- Nr. 22. LEMOINE, Recherches pour servir à l'histoire des systèmes nerveux musculaire et glandulaire de l'écrevisse. Ann. des sciences nat. 5. série. Zoologie. IX. 1868.
- Nr. 23. LEUCKART, Die Fortpflanzung und Entwicklung der Pupiparen. Halle 1858.
- Nr. 24. LEYDIG, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857.
- Nr. 25. —, Vom Bau des thierischen Körpers. Erster Band. 1864.
- Nr. 26. —, Tafeln zur vergleichenden Anatomie. Erstes Heft. 1864.
- Nr. 27. MAUTHNER, Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes der Fische. Sitzungsber. der Wiener Akademie. Math.-phys. Classe. XXXIV. Band. 1859.
- Nr. 28. NEWPORT, Phil. trans. 1834.
- Nr. 29. OWSJANNIKOW, Recherches sur la structure intime du système nerveux des Crustacés et principalement du Homard. Ann. des sciences nat. 4. série. Zoologie. XV. 1864.
- Nr. 30. —, Ueber die feinere Structur des Kopfganglions bei den Krebsen, besonders bei *Palaurus Locusta*. Mém. de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg. VII. série, tome VI. Nr. 10. 1863.
- Nr. 31. RABL-RÜCKHARDT, Studien über Insectengehirne. Archiv für Anat. und Phys. 1875.
- Nr. 32. REICHENBACH, Ueber einige Verbesserungen am RIVET-LEISER'schen Mikrotom. Archiv f. mikr. Anat. XV. Bd. 1878.
- Nr. 33. REMAK, Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Diss. Berolini. 1838.
- Nr. 34. —, Ueber den Inhalt der Nervenprimitivröhren. Arch. f. Anat. u. Phys. 1843 und 1844.
- Nr. 35. H. SCHULTZE, Die fibrilläre Structur der Nerven-elemente bei Wirbelthieren. Arch. f. mikr. Anat. XVI. Bd. 1878.
- Nr. 36. SEESSEL, Zur Entwicklungsgeschichte des Vorderdarms. Arch. f. Anat. und Phys., anat. Abtheilung. 1877.
- Nr. 37. VALENTIN, Ueber den Verlauf und die letzten Enden der Nerven. Nova acta nat. cur. tom. XVIII.
- Nr. 38. WALTER, Mikroskopische Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere. 1863.
- Nr. 39. WILL, Vorläufige Mittheilung über die Structur der Ganglien und den Ursprung der Nerven bei Wirbellosen. Arch. f. Anat. u. Phys. 1844.
- Nr. 40. YUNG, De la structure intime du système nerveux central des Crustacés Décapodes. Comptes rendus. T. LXXXVIII. 1879.

Nr. 41. YUNG, Recherches sur la structure intime et les fonctions du système nerveux central chez les Crustacés Décapodes. Archives de zoologie expérimentale. Tome VII. 1878. (Noch nicht vollendet und noch ohne Abbildungen.)

Erklärung der Abbildungen.

Durchgehende Bezeichnungen.

bi, zellig-blasiges Bindegewebe,
bf, Blutgefäß,
c, Quercommissur,
*cn*₁, äussere } kolossale Nervenfasern,
*cn*₂, innere }
ga, Ganglienzellenfortsatz,
gz, Ganglienzellenlager,
lc, Längscommissuren,
n, Nerv,
pb, Punktsubstanzballen,
sc, Schlundcommissur.

Tafel XXXI.

Fig. 1-10. Aus Querschnitten construirte Schemata der Ganglien des Flusskrebses. Ueber die Construction siehe den Text, p. 530 bis 532. Dieselben wurden bei 42facher Vergrößerung construirte und die erhaltenen Schemata auf 21fache reducirt. In denselben wurden die Ganglienzellenlager roth, die Punktsubstanzballen gelb und die Nervenfasern blau gezeichnet. Die Längscommissuren sind auf sämmtlichen nur so weit colorirt, als sie nicht andere Gebilde bedecken.

Fig. 1. Schema des oberen Schlundganglions oder Gehirns, von oben gesehen. Auf der rechten Seite sind, um tiefer liegende Gebilde deutlicher hervortreten zu lassen, das Chiasma bis auf die Enden der Schenkel, der nerve tégumentaire, der zu diesem gehörige Punktsubstanzballen und der obere Theil des inneren Ganglienzellenlagers der seitlichen Anschwellung abgetragen gedacht.

no, Augennerv,
nt, nerve tégumentaire,
naa, Nerv für die äussere Antenne,
*gz*₁, vorderes Ganglienzellenlager,
*gz*₂, inneres } Ganglienzellenlager der seitlichen Anschwellung,
*gz*₃, äusseres }
*gz*₄, äusseres Ganglienzellenlager der hinteren Anschwellung,
*gz*₅, hinteres Ganglienzellenlager,
I, vorderer } Punktsubstanzballen der seitlichen Anschwellung,
II, hinterer }
III, vorderer } Punktsubstanzballen der vorderen Anschwellung,
IV, hinterer }

- V, Punktsubstanzballen für den nerve tégumentaire,
 VI, Punktsubstanzballen für die groben Fasern des Nerven für die innere Antenne,
 VII, Punktsubstanzballen für den Nerven für die äussere Antenne,
 x, Punktsubstanzstreifen von unbekannter Bedeutung,
 y, faserige Verbindung des Ballens VII mit der Quercommissur c,
 ns₁ und ns₂, Nerven, welche mit den aus dem Commissurenganglion stammenden das Geflecht bilden, aus dem die Magennerven hervorgehen,
 nom, Augenmuskelnerv,
 o—p giebt die Richtung des Querschnittes, Fig. 14, an.

Fig. 2 a. Schema des rechten Commissurenganglions, von aussen gesehen.

Fig. 2 b. Schema desselben, von unten gesehen.

- S, Richtung nach dem Gehirn,
 US, Richtung nach dem unteren Schlundganglion,
 O, oben,
 U, unten,
 A, aussen,
 I, innen,
 I, II und III, die daraus hervorkommenden Nerven,
 x—y giebt die Richtung des in Fig. 17 abgebildeten Querschnittes an.

Fig. 3 a. Schema des unteren Schlundganglions, von oben gesehen. Auf der rechten Seite ist, um die Gestalt der Ganglienzellenlager zu zeigen, alles ausser ihnen abgetragen gedacht. Dagegen sind auf der linken Seite die Umrisse der Ganglienzellenlager, soweit sie von anderen Gebilden bedeckt sind, nicht, wie das auf den übrigen schematischen Zeichnungen geschehen ist, durch punktirte Linien bezeichnet.

Fig. 3 b. Schema desselben von der rechten Seite gesehen. Um die Figur nicht noch mehr zu compliciren, sind nur Punktsubstanzballen und Ganglienzellenlager eingezeichnet.

Fig. 3 c. Schema der zu einem besonderen Ballen erweiterten Punktsubstanzbrücke des zweiten Ballenpaares im unteren Schlundganglion mit den dazu gehörigen Ganglienzellenlagern und Faserbündeln.

- u₁—u₇, erstes bis siebentes unteres Ganglienzellenlager,
 s₁—s₈, erstes bis achttes seitliches Ganglienzellenlager,
 o₁—o₅, erstes bis fünftes oberes Ganglienzellenlager,
 gk, aus kleinen, protoplasmaarmen Zellen bestehendes Ganglienzellenlager für den Brückenballen,
 pb₁—pb₆, erster bis sechster unterer Punktsubstanzballen. Von den fünf letzten sieht man die faserige Quercommissur zur anderen Seite ziehen.
 pb₇, erster oberer Punktsubstanzballen,
 pb₈, zweiter oberer Punktsubstanzballen,
 bb, Brückenballen,
 n₁—n₆, erster bis sechster unterer Nerv,
 n₇—n₁₀, erster bis vierter oberer Nerv,
 a, Bündel von Ganglienzellenfortsätzen, welches von gk zum Brückenballen zieht.

Ueber *I, II, III, IV, V, I + II, a* und *ch* in Fig. 3 *c* siehe den Text p. 579.

y—z giebt die Richtung des in Fig. 24 abgebildeten Querschnittes an,
w—x giebt die Richtung des in Fig. 25 abgebildeten Querschnittes an,
u—v giebt die Richtung des in Fig. 26 abgebildeten Querschnittes an.

Fig. 4—8. Schema des ersten bis fünften Thoracalganglions, von oben gesehen. In Fig. 7 ist auf der rechten Seite der Punktsubstanzballen vollkommen durchsichtig gedacht, um den Faserverlauf in seinem Innern zu zeigen.

vgz, vorderes Ganglienzellenlager,

hgz, hinteres Ganglienzellenlager,

ga, Bündel von Ganglienzellenausläufern, kurz über dem Lager abgeschnitten gedacht,

kgz, kleines Ganglienzellenlager. Da es mit Ausnahme von Fig. 7 durch den Punktsubstanzballen und den Hauptnerven bedeckt wird, erscheint es auf den Zeichnungen meist nur als punkirtes Oval.

br, Punktsubstanzbrücke,

n, Hauptnerv,

kn, kleiner Nerv,

1, } aus dem Punktsubstanzballen stammende Faserbündel für den Haupt-
2, } nerven,

2, } aus den Längscommissuren stammende Faserbündel für den Haupt-
3, } nerven,
4, }

y—z auf Fig. 6 giebt die Richtung des in Fig. 23 abgebildeten Querschnittes an,

s—t } giebt auf Fig. 7 (Fig. 18)
u—v } die Richtung (Fig. 19)
w—x } des in (Fig. 20)
y—z } (Fig. 21) abgebildeten Querschnittes an,

r giebt die Richtung des in Fig. 22 abgebildeten Sagittalschnittes an.

Fig. 9. Schema des zweiten Abdominalganglions, von oben gesehen.

pb₁, vorderer Punktsubstanzballen,

pb₂, hinterer Punktsubstanzballen,

n₁, vorderer Nerv,

1n₁, aus dem Punktsubstanzballen stammender Theil desselben,

2n₁, aus den Längscommissuren stammender Theil desselben,

n₂, hinterer Nerv,

1n₂, aus dem Punktsubstanzballen stammender Theil desselben,

2n₂, aus den Längscommissuren stammender Theil desselben,

n₃, aus den Längscommissuren entspringender Nerv,

u—v } giebt die Rich- (Fig. 29)
w—x } tung des in (Fig. 30)
y—z } (Fig. 31) abgebildeten Querschnittes an.

Fig. 10. Schema des Schwanzganglions, von oben gesehen. Der obere Theil der Längscommissuren ist nur bis zu der mit zwei Sternchen (*) bezeichneten Stelle gezeichnet. Auf der rechten Seite sind die für die drei äussersten Nerven bestimmten aus den Längscommissuren stammenden Faserbündel weggenommen gedacht.

ugz, unteres Ganglienzellenlager,

- ogz*, oberes Ganglienzellenlager,
af, ein den hinteren Ballen durchbohrendes Bündel von Ganglienzellen-
 ausläufern,
vpb, vorderer Punktsubstanzballen,
hpb, hinterer Punktsubstanzballen,
n₁, *n₂*, *n₃*, Nerven für die Flossenfüsse des Schwanzes,
n₄, Nerven für den mittleren Theil der Schwanzflosse,
n₅, Nerv für den Darm,
n₆, oberer Nerv (für die Muskulatur des Schwanzes),
1n₁, *1n₂*, *1n₃*, aus dem vorderen Punktsubstanzballen stammende Faser-
 bündel für die Nerven der Flossenfüsse,
2n₁, *2n₂*, *2n₃*, aus den Längscommissuren stammende Faserbündel für
 die Nerven der Flossenfüsse.

Fig. 41. } Abbildungen zur Erläuterung der Constructionsmethode. Siehe den
 Fig. 42. } Text p. 534.

Tafel XXXII u. XXXIII.

Sämmtliche auf diesen Tafeln befindlichen Zeichnungen sind mit einem OBER-
 HÄUSER'Schen Zeichenapparat entworfen.

Fig. 43. Rechte Hälfte eines Horizontalschnitts durch das Gehirn in der auf
 Fig. 44 durch *x—y* angegebenen Richtung. Vergrößerung 42. Bezeichnung wie auf
 Fig. 4. Ausserdem :

- IV a*, die kleinen Ballen, welche die Punktsubstanzbrücke zwischen den
 hinteren Ballen der Vorderanschwellung bilden, eben von oben an-
 geschnitten,
v, von vorn kommende Fasern, welche sich der Quercommissur zwischen
 den hinteren Ballen der Seitenanschwellung anschliessen,
cno, Commissur zwischen den Augenganglien,
o—p giebt die Richtung des in Fig. 44 abgebildeten Querschnittes an.
 Die Ballen *V* und *VI* sind nur angeschnitten, ersterer von unten, letzterer
 von oben. Zu beiden Seiten von *gz₅* sieht man quergeschnittene
 Ganglienzellenausläufer aus den tieferen Theilen dieses Lagers.

Fig. 44. Rechte Hälfte eines Querschnittes durch das Gehirn in der auf Fig. 4
 und 43 durch *o—p* angegebenen Richtung. Vergrößerung 42. Bezeichnung wie auf
 Fig. 4. Ausserdem :

- niaf*, feine Fasern } des Nerven für die innere Antenne,
niag, grobe Fasern }
m, Punktsubstanzballen von zweifelhafter Bedeutung. Siehe den Text
 p. 553.
c₄, faserige Quercommissur zwischen den hinteren Ballen der Vorderan-
 schwellung,
x—y giebt die Richtung des in Fig. 43 abgebildeten Horizontalschnittes an.

Fig. 45. Horizontalschnitt durch die seitliche Anschwellung des Gehirns. Der
 Schnitt liegt 0,12 mm tiefer als der in Fig. 43 abgebildete. Vergrößerung 86. Be-
 zeichnung wie in Fig. 43. Ausserdem :

- f 3 II*, Bündel von Ganglienzellenausläufern die von *gz₃* zu *II* ziehen,
f 2 I, Bündel von Ganglienzellenausläufern, die von *gz₂* zu *I* ziehen,

Fig. 46. Querschnitt durch den Nerv der inneren Antenne von *Homarus vul-*
garis. Vergrößerung 86.

- f*, feine Fasern,
g, grobe Fasern,
k, Kerne der bindegewebigen Abfächerungen.

Fig. 17. Querschnitt durch das rechte Commissurenganglion in der auf Fig. 2 durch *x—y* bezeichneten Richtung. Vergrößerung 42. Bezeichnung wie in Fig. 2.

Fig. 18. } Linke Hälfte eines Quer-
 Fig. 19. } schnittes durch das 4. $\left. \begin{matrix} s-t \\ u-v \\ w-x \\ y-z \end{matrix} \right\}$ angedeuteten Richtung. Vergr. 42.
 Fig. 20. } Thoracalganglion in der
 Fig. 21. } auf Fig. 7 u. Fig. 22 durch

Bezeichnung wie auf Fig. 4—8. Ausserdem :

vgzi, innerer }
vgza, äusserer } Theil des vorderen Ganglienzellenlagers,

ri, Rinde der Punktsubstanzballen,

*lc*₁, unterste }
*lc*₂, mittlere } Etage der Längscommissuren,
*lc*₃, oberste }

*ga*_{1—ga}₃, Ganglienzellenausläufer, welche auf die andere Seite des Ganglions hinübertreten,

gzo, Anschnitt des sich nach oben und vorn erhebenden, mittleren Fortsatzes des hinteren Ganglienzellenlagers,

kpb, kleiner Punktsubstanzballen, welcher die Verbindung zwischen *pb* und *br* herstellt.

Fig. 22. Etwas schiefer Sagittalschnitt in der auf Fig. 7 durch *r*, auf Fig. 18—21 durch *g—r* angegebenen Richtung. Vergrößerung 42. Bezeichnung wie in Fig. 7.

Fig. 23. Linke Hälfte eines Querschnittes durch das dritte Thoracalganglion in der auf Fig. 6 durch *y—z* bezeichneten Richtung. Vergrößerung 42. Bezeichnung wie in Fig. 7 und Fig. 18—21. Ausserdem :

gav, Ganglienzellenausläufer.

Fig. 24. } Rechte Hälfte eines Querschnittes $\left. \begin{matrix} y-z \\ w-x \\ u-v \end{matrix} \right\}$ angegebenen Richtung.
 Fig. 25. } durch das untere Schlundganglion
 Fig. 26. } in der auf Fig. 3 durch $\left. \begin{matrix} w-x \\ u-v \end{matrix} \right\}$ Vergrößerung 42.

Bezeichnung wie in Fig. 3. Ausserdem :

*gas*₂, Ganglienzellenausläufer aus dem zweiten, seitlichen Lager.

Auf Fig. 24 und 25 geben *g—r* und *s—t* die Richtung der in Fig. 27 und Fig. 28 abgebildeten Schnitte an.

Fig. 27. Linke Hälfte eines Horizontalschnittes durch den vorderen Theil des unteren Schlundganglions in der auf Fig. 24 und 25 durch *g—r* angedeuteten Richtung. Vergrößerung 42. Bezeichnung wie in Fig. 3. Ausserdem :

*scn*₇, aus den Schlundcommissuren }
*pbn*₇, aus dem 2. oberen Ballen } stammendes Faserbündel für den ersten oberen Nerven.

NB. Der erste obere Nerv zieht auf diesem Präparat ungewöhnlich weit nach vorn, nachdem er in das zellig-blasige Bindegewebe eingetreten ist.

Fig. 28. Rechte Hälfte des vorderen Theiles eines nahezu horizontalen Schnittes durch das untere Schlundganglion in der durch *s—t* auf Fig. 24 und 25 angegebenen Richtung. Vergrößerung 42. Bezeichnung wie in Fig. 3. Ausserdem :

*gan*₂, Querschnitte von aus dem zweiten unteren Lager aufsteigenden Ganglienzellenausläuferbündeln,

*b*₁, Brücke zwischen den beiden ersten unteren Punktsubstanzballen.

Fig. 29. Rechte Hälfte eines etwas schiefen Querschnittes durch das zweite Abdominalganglion in der auf Fig. 9 durch $u-v$ angegebenen Richtung. Vergrößerung 42. Bezeichnung wie auf Fig. 9. Ausserdem:

- ga , angeschnittene grosse Ganglienzelle; der Kern ist noch nicht getroffen.
 pb_d , dichtere Stelle im vorderen Punktsubstanzballen,
 $3n_1$, aus den Längscommissuren stammendes Faserbündel für den vorderen Nerven.

Fig. 30. } Rechte Hälfte eines Querschnittes $\left. \begin{matrix} w-x \\ y-z \end{matrix} \right\}$ angegebenen Richtung.
 Fig. 34. } durch das dritte Abdominalganglion in der auf Fig. 9 durch $\left. \begin{matrix} w-x \\ y-z \end{matrix} \right\}$ angegebenen Richtung. Vergrößerung 42.

Bezeichnung wie auf Fig. 9. Ausserdem:

- br , Brücke zwischen den hinteren Punktsubstanzballen,
 ps , Grenze zwischen dem vorderen und hinteren Punktsubstanzballen.

Fig. 32. Linke Hälfte eines Querschnittes durch die Längscommissur zwischen dem zweiten und dritten Abdominalganglion. Vergrößerung 86.

- k , Kern des Neurilemms,
 b , bindegewebige Scheidewand zwischen den beiden seitlichen Bündeln der Längscommissuren,
 p , Perineurium.

Fig. 33. Nahezu horizontaler Schnitt durch das Schwanzganglion. Die rechte Seite liegt etwas höher als die linke. Vergrößer. 42. Bezeichnung wie auf Fig. 10.

Fig. 34—37 sind nach Isolationspräparaten gezeichnet.

Fig. 34. Zwei grosse Ganglienzellen aus einem Abdominalganglion. Dreitägige Maceration in 0,04 procentigem chromsauren Ammoniak. Vergrößerung 184.

Fig. 35. Protoplasmaarme Ganglienzelle mit Fortsatz aus dem äusseren Lager der Seitenanschwellung des Gehirns. Dreitägige Maceration in 0,04 procentigem chromsauren Ammoniak. Vergrößerung 200.

Fig. 36. Kolossale Nervenfaser. In Krebsblut, etwa 45 Minuten nach dem Herausnehmen. Vergrößerung 290.

- b , zwei Neurilemmkerne in einer Umbüllung.

Fig. 37. Perineurium. Zwei Tage 2 procentiges chromsaurer Ammoniak. Flächenansicht. Vergrößerung 440.

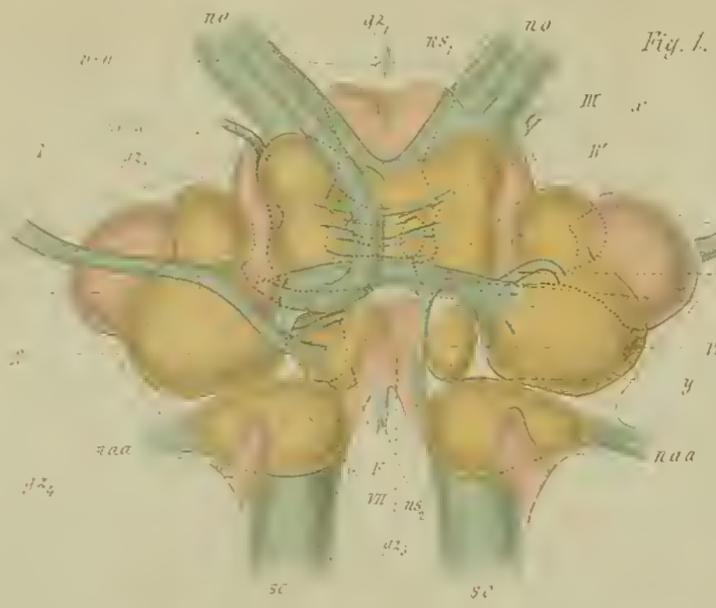


Fig. 1.

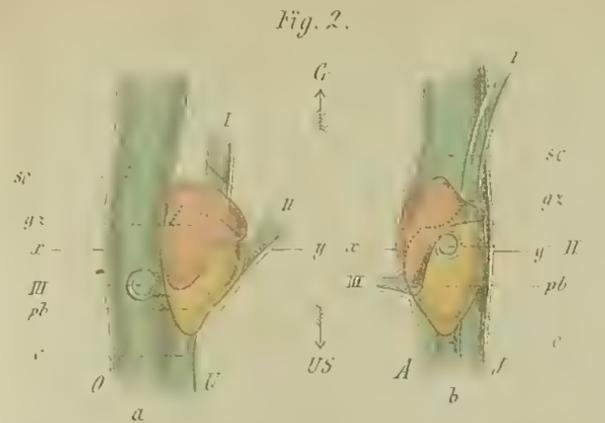


Fig. 2.

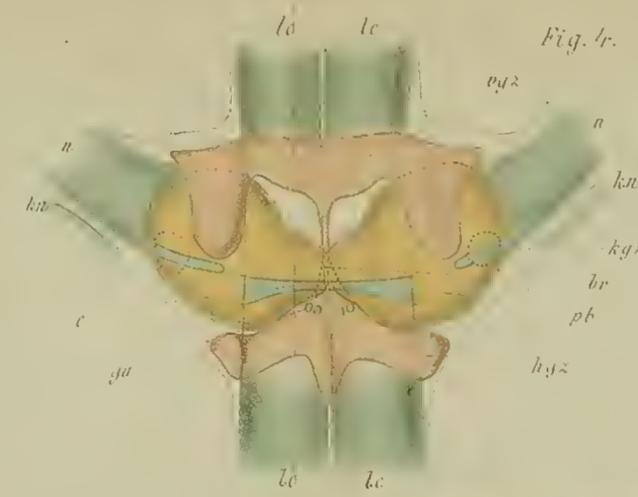


Fig. 4.

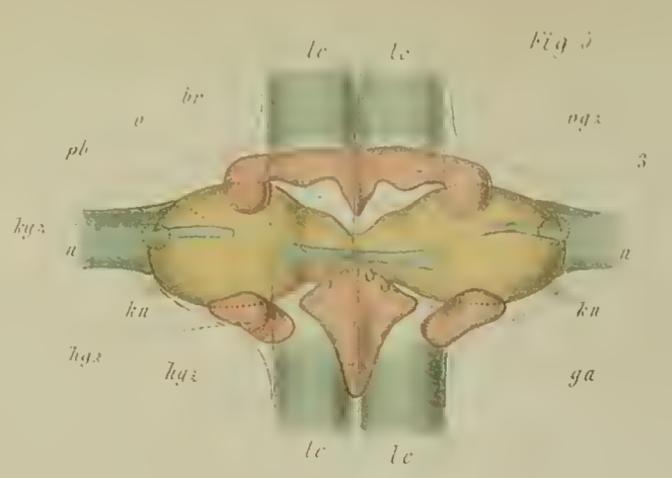


Fig. 5.



Fig. 3a.

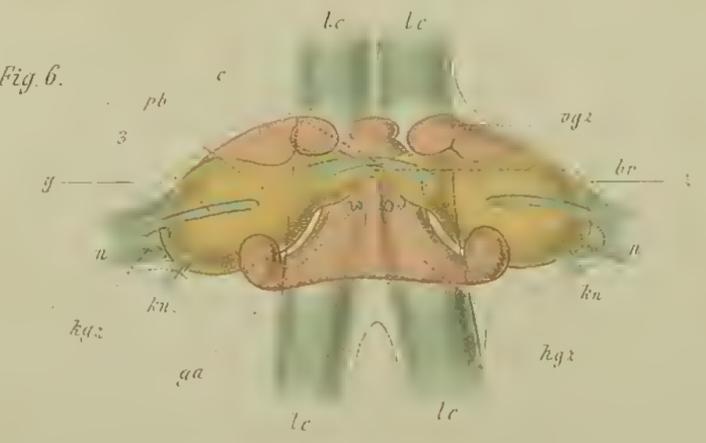


Fig. 6.

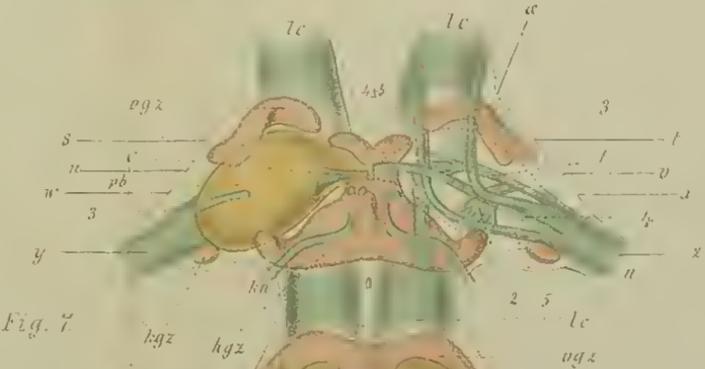


Fig. 7.

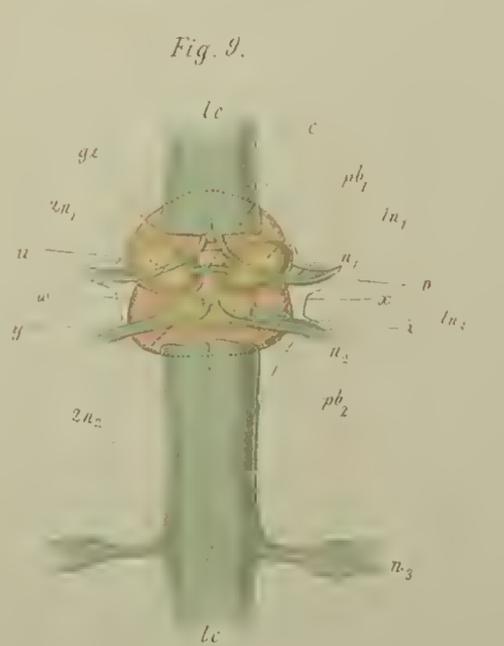


Fig. 9.

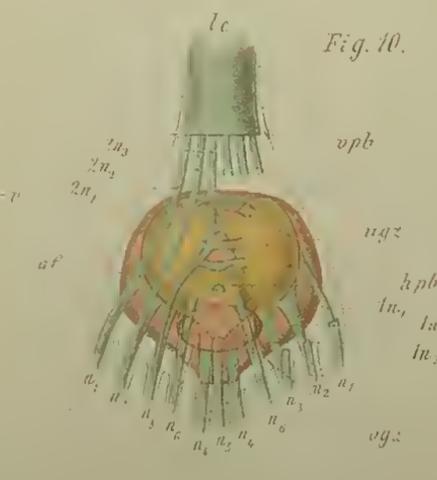


Fig. 10.

Fig. 8.

Fig. 11.

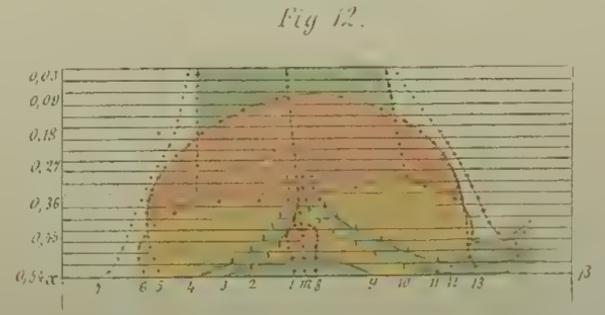
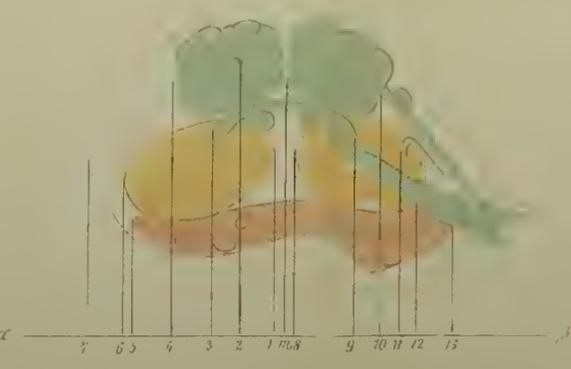
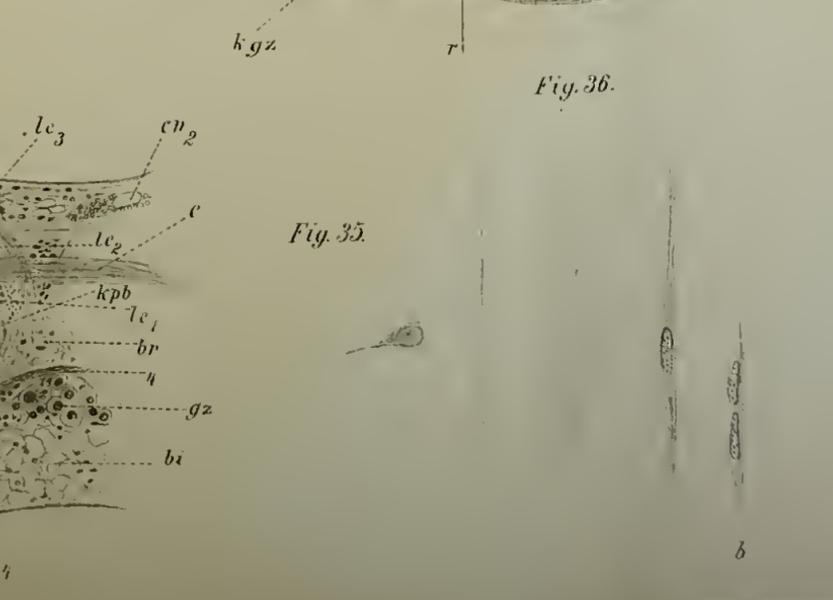
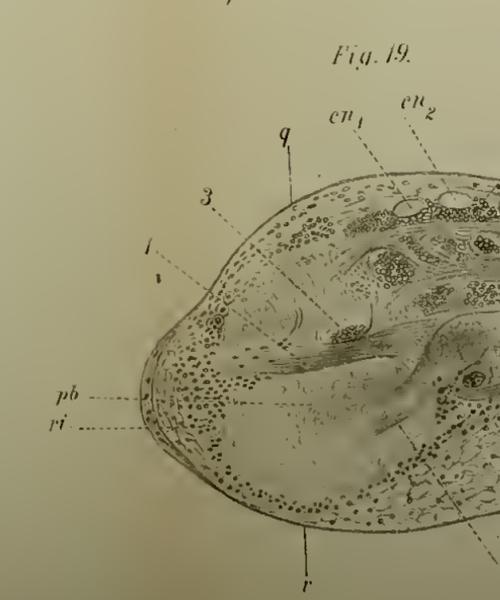
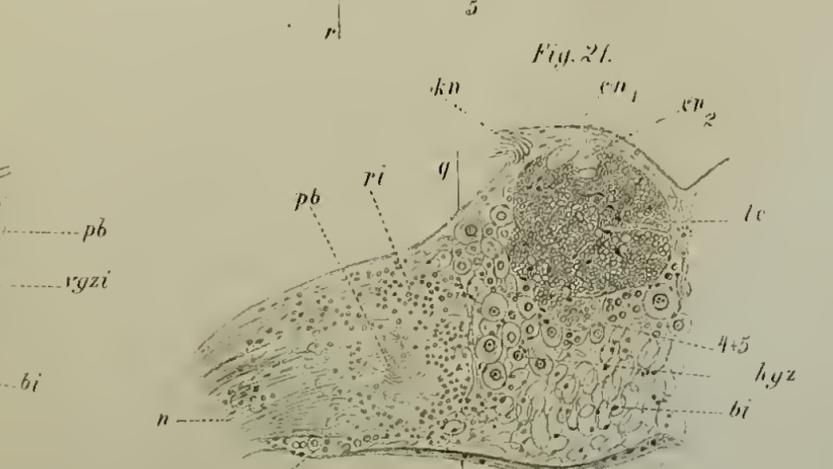
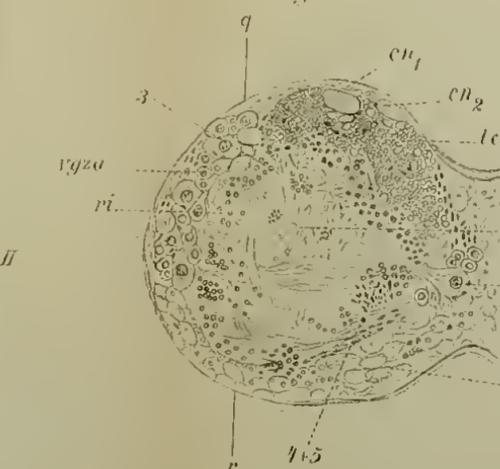
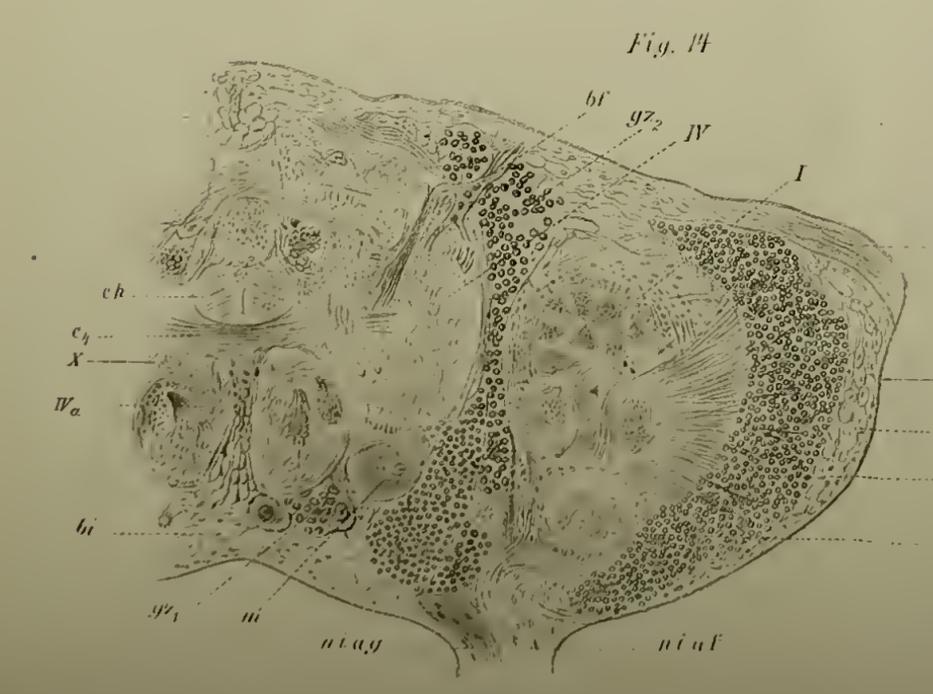
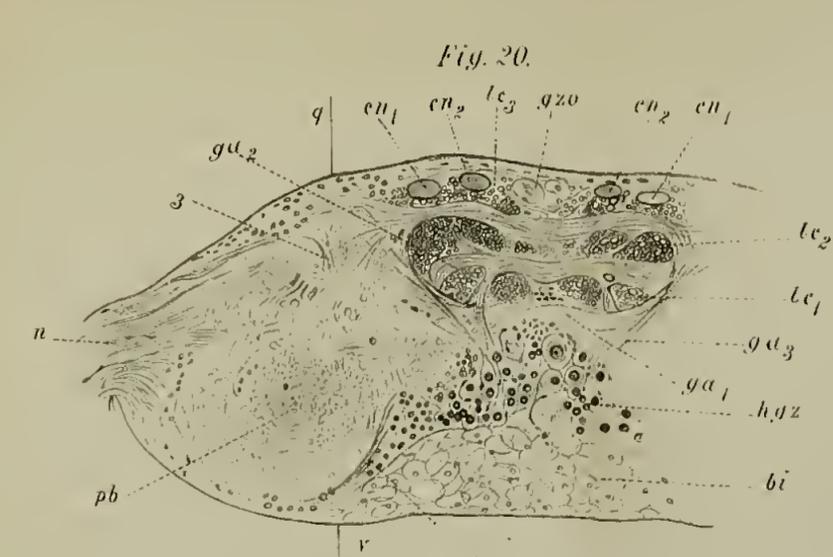
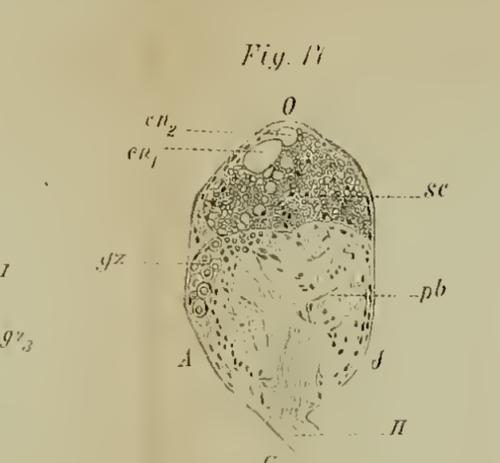
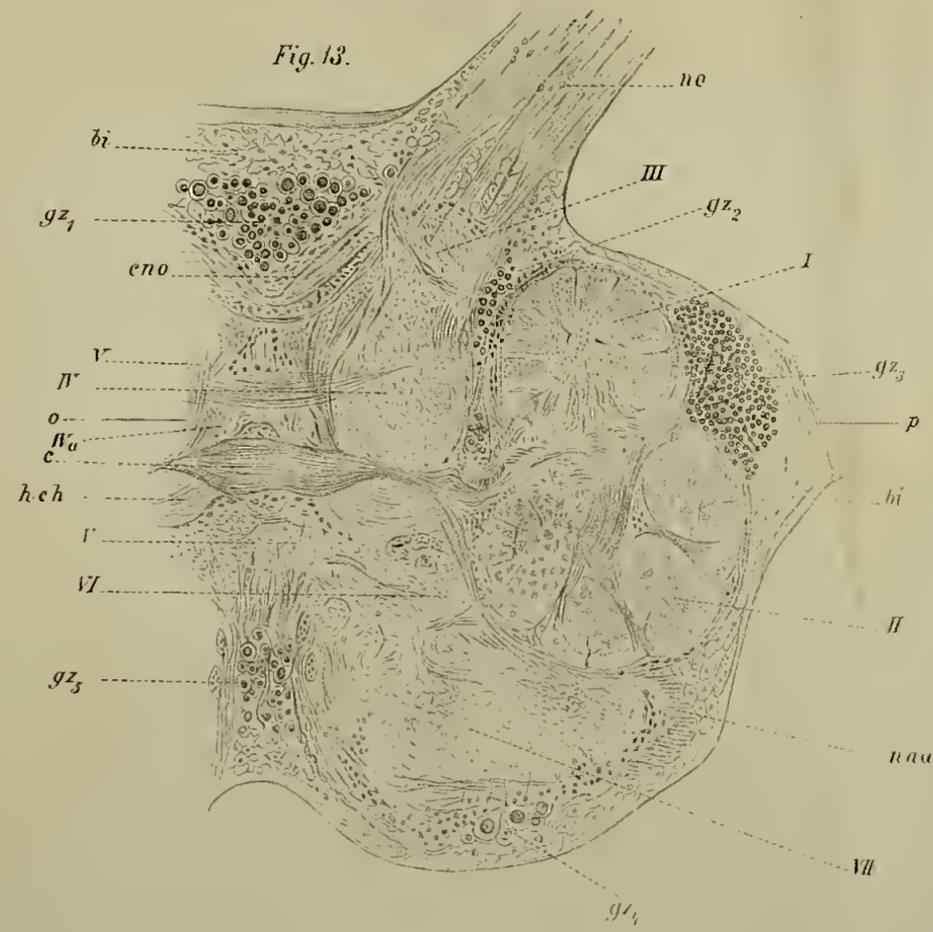


Fig. 12.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1879-1880

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Krieger Karl Richard

Artikel/Article: [Ueber das Centrainervensystem des Flusskrebses.
527-594](#)