Untersuchungen
über den
Bau des Gehirns und der Retina
der Arthropoden.

Von

Emil Berger.

(Mit 5 Tafeln.)

Unter den Arthropoden sind es namentlich die Biene und die Ameise, deren Gehirn wegen der hohen geistigen Fähigkeiten, die der Handlungsweise dieser Insecten supponirt werden, zum Gegenstand genauerer Untersuchungen gewählt wurde. Schon Treviranus[1]) war es aufgefallen, dass bei der Honigbiene das Gehirn (oberes Schlundganglion) das untere Schlundganglion beträchtlich an Grösse überrage. Er erklärte dies Verhältniss durch die Anschwellungen für die einfachen und zusammengesetzten Augen, sowie auch für die Fühlhörner. Dujardin[2]) war der erste, der bei der Biene und einigen anderen Hymenopteren an der hinteren und oberen Seite des Gehirns Gebilde wahrnahm, welche wie Pilze demselben aufzusitzen schienen. Diese von ihm als „Lappen mit Windungen" oder „radiär gestreifte Scheiben" bezeichneten Gebilde, welche er bei Arthropoden, denen man eine mindere geistige Entwicklung zuschreiben muss, nicht auffinden konnte, hielt er für den Sitz höherer geistiger Fähigkeiten. Nach Dujardin's Untersuchungen bestehen diese Gebilde der Hauptmasse nach aus einer granulären Substanz, welche von einer dünnen Schichte der „substance corticale pulpeuse" (nach Leydig's Untersuchungen kleine Ganglienzellen, aus denen der Rindenbelag des Gehirns besteht) überkleidet ist. Bei niedriger organisirten

[1]) Biologie. V. Band, 1818.

[2]) Annales d. sc. natur. 1852.

Arthropoden fand er im Gehirne das umgekehrte Verhältniss zwischen beiden Substanzen, in den Bauchstrangsganglien aller Arthropoden nur pulpöse Rindensubstanz. Später fand jedoch Leydig auch in den Bauchstrangsganglien eine Substanz, die er im Wesentlichen mit der von Dujardin beschriebenen granulären Substanz für identisch erklärt. Er bezeichnet dieselbe mit Rücksicht auf ihre Lage als „centrale Punktsubstanz". Eine eigenthümliche Reaction dieser Substanz fand Dietl[1]), nämlich eine sehr intensive Färbung bei Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Da sie diese Reaction mit dem Nervenmark der Wirbelthiere gemein hat, schlägt Dietl für sie den Namen „Marksubstanz" vor. Nach seinen Untersuchungsn besteht dieselbe bald aus sehr feinen Nervenfasern, bald bildet sie ein feinstes Netzwerk oder lamellöse Blätter, bald erscheint sie als eine homogene Substanz.

Die Arbeiten von Leydig[2]), Rabl-Rückhard[3]) und von Dietl haben sich eingehend mit der Erforschung der obigen pilzhutförmigen Gebilde befasst. Letzterer hat die frühere Methode, welche darin bestand, das Insectengehirn durch Reagentien aufzuhellen, einem mässigen Drucke auszusetzen etc., verlassen und systematisch angefertigte Schnitte zu seinen Studien verwendet, welche die Kenntnisse über den Bau des Arthropodengehirns theils berichtigten, theils bedeutend erweiterten. Die Ergebnisse, zu denen Dietl gelangte, sind folgende.

Am Scheitel des Bienengehirns finden sich jederseits zwei ovale Wülste (ringförmige Körper Rabl-Rückhard's), welche in sagittaler Richtung gekrümmt und seitlich etwas zusammengedrückt erscheinen. Die ringförmigen Körper bestehen aus Marksubstanz und schliessen eine Mulde ein, deren Inhalt aus Kernen, die denen der Wirbelthierretina ähnlich sind, sowie auch aus Gebilden, die den Uebergang zur Ganglienzelle bilden, besteht. Die ringförmigen Körper sammt deren Inhalt sind von einer dünnen Schichte des Rindenbeleges überzogen. Aus dem unteren Ende jedes Wulstes entspringt, wie aus dem Hute eines Blätterpilzes, je ein aus Nervenfasern bestehender Stiel. Die inneren Stiele ziehen nach unten und innen und stossen unterhalb des später zu besprechenden fächerförmigen Gebildes zusammen, die äusseren enden etwas seitwärts von letzteren, leicht kolbig angeschwollen, an der

[1]) Die Organisation des Arthropodengehirns. Zeitsch. f. w. Zool. 27. Bd.

[2]) Vom Baue des thierischen Körpers. 1. Bd. 1. Heft. 1864.

[3]) Studien über Insektengehirne. Archiv f. Anat. u. Phys. 1875. pag. 480.

vorderen Hirnfläche. In ihrem Verlaufe liegen beide Stiele eine Strecke lang an einander und platten sich gegenseitig derart ab, dass man blos einen Stiel vor sich zu haben glaubt.

Leydig beobachtete bei der Ameise ein median gelegenes halbkugeliges Gebilde mit zarten Einkerbungen, welches wie mit zwei Stielen in der Tiefe wurzelt. Dietl[1]) schildert dasselbe folgendermassen: „Es entwickeln sich aus knaufförmigen Combinationen von Fasern, die sich aus Zügen bilden, die in der Mitte liegen und dem Hirnstocke entstammen, neuerdings feinste Fasern, die auf solchen Bildern erst in radial angeordnete Stäbe ziehen, sich abermals auflösen und dann in radial angeordnete Keile eindringen, deren Zahl bei der Biene 10 beträgt.“ Letztere gewähren in zwei auf einander senkrechten Ebenen den Anblick eines Fächers. Diese Erscheinung ist durch den Umstand zu erklären, dass jedes Blatt des Fächers den Querschnitt eines Gebildes vorstellt, das Dietl mit einer Malerpalette vergleicht.

Die Antennenanschwellungen enthalten nach Dietl's Untersuchungen, kugelige Ballen von Marksubstanz. Dieselben stellen ein Netz feinster Nervenfasern vor, in das sich die Antennennerven auflösen.

Bei der Grille fand Dietl jederseits blos einen pilzhutförmigen Körper, aus dem ein Stiel entspringt, der nach innen, vorn und unten biegt, sich theilt, einen Stiel nach vorn und oben abgibt, der mit dem der anderen Seite in der Medianebene zusammenstösst und einen zweiten nach aussen neben die Antennenballen sendet. Das fächerförmige Gebilde besteht hier aus 8 Blättern.

Bei Carabus violaceus vermisst Dietl an der Hirnoberfläche die pilzhutförmigen Körper, glaubt jedoch die Befunde im Augenganglion so deuten zu können, dass hier der pilzhutförmige Körper in letzteres verlegt sei. Auch beim Flusskrebs fand er ein Analogon des pilzhutförmigen Körpers. Er konnte hier eine Partie von Opticusfasern, welche mit der diesbezüglichen der anderen Seite ein Chiasma mit Semidecussation gebildet hatte, bis in den Stiel desselben verfolgen.

Trotz des letzteren Befundes glaubt Dietl nicht, dass der pilzhutförmige Körper in Beziehung zum Gesichtssinne stehe. Er beruft sich auf die von Rabl-Rückhard gefundene Thatsache, dass bei der blind geborenen Ameisenart Typhlopone der pilzhut-

[1]) l. c. pag. 499.

förmige Körper entwickelt vorhanden ist, während alle auf den Gesichtssinn bezughabenden Gebilde fehlen. Mit den intellectuellen Fähigkeiten ihn in Verbindung zu bringen, kann sich Dietl wegen des Befundes bei der Grille nicht recht entschliessen, obwohl der pilzhutförmige Körper der letzteren eine geringere Ausdehnung als bei der Biene besitzt.

Ueber den Bau der Augenanschwellung (ganglion opticum) besitzen wir nur spärliche Kenntnisse. Leydig[1]) unterscheidet im Innern derselben bei der Ameise folgende Gebilde, welche sämmtlich von der zelligen Rindensubstanz überkleidet werden: „Zunächst dem Hirnstocke lagert eine aus kleinen hellen Ganglienkugeln bestehende Masse; auf diese folgt der Hauptkern des Sehlappens in seiner homogenen granulären Substanz von gleicher Natur wie der Hirnstock, nach aussen davon und getrennt durch eine sich einschiebende Lage von Rindensubstanz erkennt man als mässig dicke Scheibe, in der gewöhnlichen Ansicht als schwach gebogenes helles Band, die dritte und letzte Innenschichte. Denn jenseits derselben erheben sich die Bündel der Sehnerven, deren Streifenzüge übrigens schon von dem Ganglion des Hirnstockes an, wenn auch zum Theil nur spurweise, erkennbar sind.“ Beim Schwimmkäfer findet Leydig[2]) dieselben drei centralen Partien, nämlich nach innen eine Lage von Zellen, dann die beiden aus granulärer Substanz bestehenden äusseren Abschnitte, welche durch einen Streifen von kleinzelliger Rindensubstanz, welcher sich zwischen dieselben einschiebt, von einander getrennt sind. Leydig ist der Ansicht, dass das Augenganglion ein Gehirntheil sei, von dem erst die Sehnerven zur eigentlichen Retina abgehen, während andere Autoren die Ansicht aussprachen, dass dasselbe noch Antheile der Retina enthalte.

Eigene Beobachtungen.

Meine ursprüngliche Absicht ging dahin, mich blos mit dem Baue des Augenganglions zu beschäftigen, in der Hoffnung, auf diesem Gebiete Resultate zu erhalten, die sich für die Theorie des facettirten Auges verwerthen liessen. Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Claus verdanke ich die Anregung, auch das Gehirn in das Bereich meiner Untersuchungen zu ziehen, sowie auch die für die Durchführung derselben nothwendige Unterstützung

[1]) l. c. pag. 238.
[2]) l. c. pag. 239.

mit Rath und That, wofür ich demselben meinen tiefgefühlten Dank ausspreche.

Die Methode, die ich bei der Präparation der Gehirne anwandte, ist von der Dietl's in einigen Punkten verschieden. Ich hielt es für zweckmässig, die Thiere nach Eröffnung des Kopfschildes in Alkohol zu härten und erst, wenn dies geschehen war, das Gehirn aus demselben herauszupräpariren. Die Insectengehirne wurden in toto mit Carminammoniak oder Pikrocarmin gefärbt und dann in Schnitte zerlegt. Die Gehirne der Krebse wurden zuerst in Schnitte zerlegt und nachher mit Tinctionsmitteln behandelt.

Ich will mit dem Gehirne der Insecten und zwar mit demjenigen, welches die niedrigste Organisation aufwies, dem er Libellenlarve (Aeschna, Libellula) beginnen.

Bekanntlich überragt bei der Libelle die Augenanschwellung, den colossalen Facettenaugen entsprechend, welche das Thier auch im Larvenzustande besitzt, das übrige Gehirn beträchtlich an Grösse. Aus dem Gehirn entspringen nach vorn zu oberst die Wurzeln zum ganglion frontale (Fig. 1 und 6, ngf), aus welchem der unpaare Schlundmagennerv (Fig. 1, nu) hervorgeht, unter denselben die verhältnissmässig dünnen Antennennerven aus kleinen Anschwellungen, zu unterst die zum unteren Schlundganglion ziehende Commissur (Fig. 1 u. Fig. 6, sc). Der Rindenbeleg des Gehirns überzieht dasselbe, mit Ausnahme eines vorn und unten zwischen den beiden Schlundcommissuren gelegenen Gebietes, vollständig. Derselbe besteht aus grossen, in der oberen Medianebene und neben derselben, sogar colossalen Ganglienzellen. Auf der oberen Seite des Gehirns geht der Rindenbeleg des Gehirns in den des Augenganglions über. Bei letzterem hat er jedoch einen kleinzelligen Charakter angenommen. Ein an der hinteren unteren und äusseren Fläche des Gehirns gelegener kreisförmiger Theil des Rindenbeleges (Fig. 10, apk) zeichnet sich durch viel intensivere Färbung mit Carminammoniak, als dies beim übrigen Rindenbelege der Fall ist, aus. Mit Hartnack's System Nr. 8 untersucht, zeigt sich, dass derselbe aus dicht aneinander gelagerten kleinen Zellen besteht. Dieselben lassen einen verhältnissmässig grossen Kern, der von einer spärlichen Menge eines sich nur wenig färbenden körnigen Protoplasmas umgeben ist, erkennen. An einzelnen Zellen konnte ich auch Fortsätze nachweisen.

Bevor ich den Bau des Gehirns einer Besprechung unterziehe, will ich eine Beschreibung der im Augenganglion gelegenen Gebilde voraussenden. Ich wähle zu diesem Zwecke als besonders

hierfür geeignet einen Frontalschnitt (Fig. 7) durch dasselbe. An dem äusseren Rande desselben sieht man die mit einem schwarzen Pigmente umhüllten Sehstäbe (s s), welche, dicht aneinander gelagert, einen Bogen bilden, dessen Convexität nach aussen und oben gerichtet ist. Von der Sehstabschichte nach innen fortschreitend, trifft man eine Anzahl horizontal verlaufender Nervenbündel (n b s), welche die obige Schichte mit dem nächstfolgenden Gebilde verbinden. In der Nähe der Sehstäbe sah ich an einzelnen Bündeln eine Theilung in 2 kleinere Bündel. Ich fasse die Gesammtheit dieser Nervenbündel unter dem Namen Nervenbündelschichte zusammen.

Zunächst erscheint nun ein aus 3 Schichten bestehendes Gebilde, das, ebenso wie die Sehstabschichte, einen nach aussen convexen Bogen darstellt. Der obere innere Rand desselben ist hakenförmig nach abwärts gebogen. Die äusserste (k s) der 3 Schichten dieses Gebildes besteht hauptsächlich aus Kernen, welche sich mit Carminammoniak stark färben; ich bezeichne dieselbe als Körnerschichte.

Die mittlere Schichte (m s) besteht aus einer Substanz, welche in ihrem Aussehen lebhaft an die granulären Schichten der Wirbelthierretina erinnert. Ich bezeichne sie als granuläre oder Moleculärschichte. Sie gehört, soviel ich mich bei der Stubenfliege überzeugen konnte, der Marksubstanz Dietl's an, indem sie sich mit Ueberosmiumsäure intensiver als die übrigen nervösen Elemente färbt. Mit Carminammoniak färbt sich die Marksubstanz, wenigstens an nicht zu lange in Alkohol gehärteten Präparaten, stärker als die Nervenfasern, schwächer aber als die Ganglienzellenrinde. Auch die Moleculärschichten der Wirbelthierretina färben sich, soviel ich mich bei Triton cristatus davon überzeugen konnte, mit Ueberosmiumsäure intensiver als die übrigen Schichten derselben.

Die innerste Schichte (g s) lässt nebst Kernen auch Ganglienzellen erkennen. Ich nenne sie deshalb Ganglienzellenschichte Alle 3 Schichten enthalten in querer Richtung sie durchziehende Nervenfasern. Gegen den inneren, nach oben gelegenen, hakenförmigen Rand zu wird die Moleculärschichte dünner und verschwindet allmälig, so dass die Ganglienzellenschichte und die Körnerschichte mit einander verschmelzen.

Ich muss hier voraussenden, dass ich die Sehstabschichte, Nervenbündelschichte, Körnerschichte, Moleculärschichte und die Ganglienzellenschichte unter dem Namen Retina zusammenfasse,

und werde am Schlusse dieser Arbeit die Gründe, die mich zu dieser Bezeichnung berechtigen, anführen.

Nachdem die Nervenfasern die Retina verlassen haben, durchkreuzen sie sich derart, dass die vom obern Rande der Retina kommenden Fasern nach unten ziehen, während die zu unterst aus derselben hervorgehenden den entgegengesetzten Verlauf erkennen lassen. Hierauf treten, nachdem die Kreuzung stattgefunden hat, die äusseren Nervenfasern zu den ihnen zunächst gelegenen Theilen des Rindenbeleges, während die in der Mitte verlaufenden in ein keilförmiges Ganglion (kg), das hier im Querschnitte dreieckig erscheint, eintreten. Nachdem sie dieses durchsetzt haben, gelangen sie in ein aus feinkörniger Masse bestehendes Gebilde (am), das die für die Marksubstanz charakteristische Reaction zeigt. Einzelne Fasern (m) verlaufen zwischen dem Rindenbelege und dem keilförmigen Ganglion und treten direct in das oben erwähnte Gebilde ein, das ich äusseres Marklager nennen will. Es besitzt dasselbe eine äussere convexe und eine innere concave Oberfläche. Die Marksubstanz ist in demselben in mehreren concentrischen Schichten angehäuft, zwischen welchen man Fasern verlaufen sieht. Ich konnte von aussen kommende Fasern einerseits in die zwischen den Schichten der Marksubstanz liegenden Spalten umbiegen, andererseits hier verlaufende Nervenfasern zum Rindenbelege ziehen sehen, so dass die Vermuthung nahe liegt, dass auch auf diesem Wege Sehnervenfasern zum Rindenbelege gelangen. Manchmal konnte ich auch in den Spalten zwischen den Markschichten zellige Gebilde eingelagert finden. Nachdem die Fasern das äussere Marklager und eine Schichte (zs), welche dieselben kleinzelligen Elemente, wie der Rindenbeleg des Augenganglions, aufweist, verlassen haben, durchkreuzen sie sich abermals auf ähnliche Weise wie in der früher besprochenen Kreuzung. Ein Theil von Fasern tritt mit einem an der Unterseite des Augenganglions gelegenen Zellenlager (zl), das aus einer Reihe von Schnitten als dem Rindenbelege angehörig sich erweist, in Verbindung, während ein zweiter Theil zu einem Marklager (im), das ich als inneres bezeichnen will, tritt. Letzteres empfängt ebenfalls Fasern vom oben erwähnten Zellenlager. In die Kreuzung, die ich zum Unterschiede von der aus den von der Retina kommenden Fasern gebildeten Kreuzung, welche ich äussere nenne, als innere bezeichnen will, finden sich Ganglienzellen eingestreut. Am oberen äusseren Rande des inneren Marklagers liegt ein aus kleinen Ganglienzellen bestehendes zapfenartiges Ge-

bilde (z), das sich mit Carmin sehr intensiv färbt. Das innere Marklager, welches eine eiförmige Gestalt hat, zeigt ebenfalls eine schichtenweise Anordnung der homogenen feinkörnigen Marksubstanz. Zwischen den Markschichten ziehen Bündel von Nervenfasern aus demselben zum Gehirn, ferner finden sich hier deutliche Ganglienzellen eingelagert. Von den das innere Marklager verlassenden Fasern tritt ein Theil (co) auf die andere Seite des Gehirns hinüber und bildet mit den diesbezüglichen Fasern der anderen Hirnhälfte eine commissurenartige Verbindung zwischen den beiden inneren Marklagern. Ein anderer Theil der aus dem inneren Marklager kommenden Nervenfasern zieht zum oberen Rindenbelege des Gehirns.

Schon oben wurde erwähnt, dass eine nach hinten, unten und aussen gelegene Partie des Rindenbeleges durch ihre intensivere Färbung mit Carmin und die Kleinheit der sie zusammensetzenden Elemente sich vom übrigen Rindenbelege auszeichne. Aus derselben entspringt ein Bündel von Nervenfasern (Fig. 8 u. 9, ast), das nach vorn, oben und innen zieht. Zu demselben gesellt sich ein zweites Bündel von Nervenfasern (ist), das von einer oben, hinten und nahe der Medianebene gelegenen Partie des Rindenbeleges entspringt. Beide Bündel vereinigen sich zu einem gemeinsamen, das die Richtung des äusseren Bündels weiter behält und vorn, oben, nahe der Medianebene, kolbig angeschwollen (Fig. 7 und 8, g st) zu enden scheint.

Auf Horizontalschnitten durch das Gehirn trifft man ein in der Mitte desselben gelegenes Gebilde (Fig. 8, fg), das hier die Form eines Halbmondes zeigt, dessen Concavität nach vorn, dessen Convexität nach rückwärts gelegen ist. An Frontalschnitten sieht man dasselbe Gebilde in Form eines Kreissegmentes, dessen Basis nach abwärts gerichtet ist. In beiden Schnittrichtungen erscheint dieses Gebilde, das, seiner Lage nach, dem medianen Commissurensystem Leydig's und dem fächerförmigen Gebilde Dietl's entspricht, von einer Menge von Nervenfasern umschlossen, die der Begrenzungslinie desselben parallel laufen. Auch eine grosse Anzahl von Kernen findet man zwischen dieselben eingelagert. Einzelne dieser Fasern sah ich manchmal in das fächerförmige Gebilde, welche Bezeichnung Dietl's ich beibehalte, umbiegen, konnte jedoch den weiteren Verlauf derselben nicht feststellen.

Oberhalb dieses Gebildes sieht man zwei Bündel von Nervenfasern in der Medianebene sich in Form eines X kreuzen (Fig. 8 und 9, Ch). Einmal konnte ich einzelne Fasern der Schlund-

commissur in einige der gekreuzt liegenden Fasern übergehen sehen (Fig. 9).

Noch muss ich eines bisher unbekannten Nervenpaares erwähnen, das in der Medianebene an der hinteren unteren Fläche des Gehirns entspringt. Man beobachtet an einem Frontalschnitte,[1]) dass aus zwei Wurzeln, welche sich sofort, nachdem sie aus dem Gehirn hervorgegangen, vereinigen, ein Nerv entspringt, der, knapp an der Hinterfläche des Gehirns verlaufend, sich nach aufwärts begibt und in mehrere Aeste theilt. Im unpaaren Theile dieses Nerven konnte ich einzelne Fasern sich kreuzen sehen. Die intracerebrale Verlaufsweise dieses Nerven ist eine höchst eigenthümliche. An Sagittalschnitten sieht man ihn (Fig. 11, n m) nach vorn ziehen, wobei er stets an der Unterseite des Gehirns bleibt. An durch den vordersten Theil des Gehirns geführten Frontalschnitten kann man beobachten, dass, nahe der Medianebene, zwei Faserbündel (Fig. 7 n m) schräg nach oben zu einem median gelegenen Theile des Rindenbeleges ziehen. Einigemale konnte ich das untere Ende des oben besprochenen Faserbündels hakenförmig umgebogen sehen, so dass ich nicht zweifeln kann, dass dieselben die Fortsetzung des median gelegenen Nervenpaares vorstellen. Ueber das periphere Ende desselben bin ich leider zu keinem bestimmten Resultate gelangt. Der unpaare Nervenstamm theilt sich, wie ich schon erwähnte, in mehrere Aeste. Von denselben begeben sich zwei in schräger Richtung nach vorn und oben, die Hauptfasermasse des Nerven zieht aber vertical nach aufwärts und theilt sich in vier Aeste. An dem oberen Ende jedes Astes sieht man das Neurilemm sich trichterförmig erweitern und in die Matrix chitinogena übergehen. In dem Trichter liegt ein Haufen von Ganglienzellen (g), von denen einzelne nach oben gerichtete, kurze Fortsätze erkennen liessen. Es scheint wohl zweifellos, dass dieser Nerv einem Sinnesorgane angehört. Möglich wäre es, dass er in Beziehung stünde zu den in grosser Anzahl auf dem oberen Kopfschilde vorhandenen Hautborsten; es gelang mir jedoch nicht eine Nervenfaser zu einer Hautborste zu verfolgen. Andererseits wäre auch denkbar, dass dieser Nerv zu den zwischen der Matrix und der Chitinschichte liegenden, pallisadenförmigen Zellen in Beziehung stünde, welche möglicherweise ein frühes Entwicklungsstadium der Sehstäbe der einfachen Augen, welche das Thier im entwickelten Zustande besitzt, deren die Larve jedoch entbehrt,

[1]) Siehe Fig. 10.

vorstellen. Gegenwärtig bin ich, da mir keine entwickelten Libellen zur Verfügung stehen, nicht in der Lage, diese Frage zu entscheiden.

Die Tracheen (tr), welche das Libellengehirn versorgen, enthalten ein intensiv schwarzes Pigment, welches störend auf die Untersuchung des Gehirns einwirkt, das Studium der Verlaufsweise derselben jedoch erleichtert. Von rückwärts kommen jederseits zwei grössere Tracheen für das Augenganglion nebst kleineren für das Gehirn. Die äussere dieser Tracheen verläuft unterhalb der Nervenbündelschichte, die innere unterhalb der inneren Kreuzung und sendet einen ganzen Fächer von Tracheenästen (Fig. 7) nach aufwärts. Im Gehirne bilden die Tracheen zwischen dem Rindenbelege und der Nervenfasermasse (von Leydig Nucleus genannt) eine reichliche Menge von Verzweigungen, wodurch das Gehirn seine eigenthümliche rauchgraue Farbe erhält, von denen in's Innere Tracheen, meist der Verlaufsweise grösserer Nerverbündel folgend, treten. Die Tracheen der Retina sind pigmentlos.

Noch muss ich hier einiger rundlicher Körper (Fig. 12) erwähnen, die in der Nähe des Libellengehirns, namentlich der vorderen Fläche desselben, häufig in grösserer Anzahl sich fanden. Der Querdurchmesser derselben beträgt 0·05 Mm. Ich konnte an denselben eine bindegewebige Hülle (b d) und einen, aus gelben Kügelchen bestehenden Inhalt (d) wahrnehmen. Im Innern dieser Körper war ein grosser Kern (n) und in letzterem ein wandständiges Kernkörperchen (n l) zu beobachten. Diese Gebilde erinnern in ihrem Aussehen lebhaft an das eines Eies. Es dürften dieselben wohl auch Eier eines Parasiten vorstellen.

Das Gehirn des Schwimmkäfers (Dytiscus marginalis) und das des Wasserkäfers (Hydrophilus piceus) zeigen nur Unterschiede untergeordneter Art, weshalb ich beide hier gemeinschaftlich besprechen will. Was die äussere Gestaltung des Gehirns betrifft, verweise ich auf die Abbildung Leydig's.[1]) Ein Sagittalschnitt durch dasselbe (Fig. 13) lässt nach vorn und unten die verhältnissmässig kleinen Antennenanschwellungen (a a) erkennen; unterhalb derselben entspringt der paarige Schlundmagennerv (n p), der, wie an Leydig's Abbildung dargestellt ist, schlingenförmig nach rückwärts sich begibt. Er bezieht seine Fasern aus der nach hinten und unten ziehenden Schlundcommissur (s c). Der Ganglienzellenbeleg, welcher das Gehirn umgibt, fehlt blos an

[1]) Tafeln zur vergleichenden Anatomie. Tübingen 1864. Tafel IX, Fig. 1.

einer unten und hinten gelegenen medianen Stelle. Unter den oben medianwärts gelegenen Zellen sind auch hier einzelne grösser, wenn auch nicht in dem Masse, wie bei der Libellenlarve, als im übrigen Rindenbelege. An der hinteren oberen Fläche des Gehirns finden sich jederseits zwei nahe aneinander liegende namentlich bei Hydrophilus deutlich von einander geschiedene Partien (Fig. 18 apk und ipk) im Rindenbelege, welche durch intensivere Färbung mit Carmin und durch die Kleinheit der sie zusammensetzenden Elemente sich vom übrigen Rindenbelege unterscheiden.

Das Augenganglion zeigt in seinem Baue einige wesentliche Abweichungen von dem der Libellenlarve. Dasselbe ist, sammt allen dazu gehörigen Theilen, vom übrigen Gehirne durch einen Nerven abgetrennt, so dass auch der Rindenbeleg des Gehirns nicht mehr mit dem des Augenganglions im Zusammenhange bleibt. Da beim Schwimmkäfer das Augenganglion zum Gehirn eine Lage einnimmt, die für die Anfertigung von Frontalschnitten durch beide Gebilde nicht günstig ist, wähle ich zur Darstellung der oben bezeichneten Verhältnisse den Rosenkäfer (Cetonia aurata).

An einem Frontalschnitte durch das Augenganglion (Fig. 14) desselben beobachtet man, nach innen von der Sehstabschichte (s s), die etwas verändert sich ausnehmende Nervenbündelschichte (n b s). Die Fasern derselben kommen nämlich aus der zunächst nach innen liegenden Schichte in grössere Bündel zusammengefasst, welche sich dann gegen die Sehstabschichte zu mehrfach dendritisch theilen. Die Anzahl der Hauptbündel ist an unserem Präparate 2, beim Schwimmkäfer in derselben Schnittrichtung 2—3, an Horizontalschnitten (Fig. 15) 5—6, so dass bei letzteren 10 bis 15 Bündel aus der Nachbarschichte hervortreten. Das Neurilemm, welches das Gehirn sammt dem Augenganglion umhüllt, überzieht auch die Hauptbündel sammt ihren Verzweigungen und lässt blos eine aus feinen Bündeln bestehende Schichte (Fig. 15 f) frei, welche sich an ihrem Ende noch einmal in je zwei kurze Aeste theilen. Die Nervenbündel sind von einem schwarzen Pigment umhüllt, welches nur an den Hauptbündeln in geringerer Menge vorhanden ist.

Die nächste Schichte, die Körnerschichte (Fig. 14 und 15, k s) enthält rundliche Kerne (Fig. 16, a), welche sich mit Carmin intensiv färben und einen grobkörnigen Inhalt einschliessen. Fortsätze konnte ich an keinem derselben wahrnehmen. Die Moleculär-

schichte (m s), welche nach innen von der vorigen liegt, lässt ausser den sie durchziehenden Nervenfasern nur noch jene eigenthümliche feinkörnige Masse, wie bei der Libellenlarve, erkennen. In der hierauf folgenden, der Ganglienzellenschichte (g s), konnte ich hier ebenfalls Ganglienzellen (Fig. 16, b) mit grossem Kerne nachweisen. An einer grossen Zahl derselben konnte ich Fortsätze beobachten; nach der Anzahl derselben zu schliessen, scheint ein grosser Theil derselben bipolar zu sein. Ausserdem konnte ich auch noch Kerne (Fig. 16, c), welche vollkommen denen der Körnerschichte gleichen, auffinden.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigt der Rindenbeleg des Augenganglions zu den drei Innenschichten der Retina, wie an einem Horizontalschnitte durch dasselbe (Fig. 15) am deutlichsten hervortritt. Man kann hier nämlich keine Grenze zwischen dem Rindenbelege einerseits, der Körner- und Ganglienzellenschichte andererseits, wahrnehmen. Es sieht so aus, als würde der Rindenbeleg sich gabelförmig theilen und zwischen diese Theile eine dritte neue Schichte (die Moleculärschichte) aufnehmen.

Nachdem die Nervenfasern die Retina verlassen haben durchkreuzen sie sich vollständig (Fig. 14, a k) auf dieselbe Weise wie bei der Libellenlarve. Dann ziehen die nach aussen liegenden Fasern zum Rindenbelege (r g), die inneren durch das keilförmige Ganglion (k g) zum äusseren Marklager (a m), einzelne direct zum äusseren Marklager, an dessen innerem Ende eine Lage von Ganglienzellen (z s) sich befindet. Man sieht nun die Fasern, nachdem sie das äussere Marklager verlassen haben, sich abermals durchkreuzen (i k) und zum inneren Marklager (i m) gehen, das durch einen Faserzug (a) in 2 Theile gespalten ist. Die innere Kreuzung liegt hier nicht an der unteren Seite des Augenganglions, wie bei der Libellenlarve, sondern erscheint etwas nach aufwärts verschoben. Die aus dem inneren Marklager zum Gehirn ziehenden Nervenfasern bilden den auch makroskopisch erkennbaren Sehnerven.

Der Ansicht Dietl's, welcher, wie ich zu Anfang erwähnt, bei Carabus den pilzhutförmigen Körper in das Augenganglion verlegte, kann ich, meiner obigen Darstellungsweise entsprechend, nicht beistimmen. Seiner Abbildung nach zu schliessen, ist es das äussere Marklager und der neben demselben befindliche Rindenbeleg, die ihn zu dieser Deutung verleiteten. Ich muss vielmehr andere Gebilde als den pilzhutförmigen Körpern analog erklären.

Von den oben beschriebenen, hinten und oben gelegenen Partien des Rindenbeleges, die sich mit Carmin viel intensiver als der übrige Rindenbeleg färben, erwähnte ich schon, dass dieselben viel kleinere Elemente enthalten. Isolirt zeigen dieselben (Fig. 17) einen grossen, mit Carmin stark gefärbten Kern, umgeben von einem nur sehr schwach sich färbenden körnigen Protoplasma. Aus jedem dieser Abtheilungen des Rindenbeleges, die ich den pilzhutförmigen Körpern der Biene, Werre u. s. w. vergleichbar halte, entspringt je ein Stiel von Nervenfasern, somit jederseits je ein äusserer (Fig. 18, a st) und ein innerer (i st). Beide Stiele ziehen jederseits nach vorn und unten und vereinigen sich mit einander zu einem Bündel (g st), welches dieselbe Richtung eine kurze Strecke beibehält. Dann theilt sich der gemeinsame Stiel in zwei Theile, einen äusseren, der nach vorn und oben zieht und an der Hirnoberfläche schwach kolbig angeschwollen endet, und einen inneren Theil (i st), welcher winklig umbiegt, nach innen unterhalb des weiter unten zu besprechenden fächerförmigen Gebildes (f g) sich begibt und mit dem gleichartigen Faserbündel der anderen Hirnhälfte in der Medianebene zusammentrifft. Beide zeigen hier abgerundete Enden, die sich gegenseitig berühren, jedoch keinen Faserübertritt von einem Faserbündel in das andere erkennen lassen. Leydig[1]) hat dieselben ebenfalls wahrgenommen und als Endkolben, welche „in der Mittellinie hart aneinander liegen, jedoch nicht ineinander übergehen", beschrieben.

Das fächerförmige Gebilde erscheint sowohl im Horizontal- (Fig. 19, f g), als auch im Frontalschnitte (Fig. 18, f g) linsenförmig. In beiden genannten Schnittrichtungeu sieht man dasselbe von bogenförmigen, an der Peripherie desselben ziehenden Faserzügen von Nerven umgeben, zwischen welche eine Menge von Kernen eingelagert ist. An Frontal- und an Horizontalschnitten konnte ich einzelne Fasern aus diesen Faserzügen in das fächerförmige Gebilde einbiegen und in sagittaler Richtung eine Strecke weit in demselben verfolgen. Besonders lehrreich für die Structur des fächerförmigen Gebildes war ein Horizontalschnitt durch dasselbe (Fig. 19). Ich sah hier einen Faserzug in frontaler Richtung in das fächerförmige Gebilde eintreten, von welchem wieder Fasern ebenso, wie ich es von den peripher liegenden erwähnte, theils in den vorderen, theils in den rückwärtigen Theil desselben umbiegen und eine Strecke weit meist in sagittaler Richtung in dasselbe

[1]) l. c. pag. 239.

hinein ziehen. Auch aus einem in der vorderen Medianebene gelegenen Theile (r z) des Rindenbeleges entspringende Fasern konnte ich in das fächerförmige Gebilde ziehen sehen. Zu dem Vergleiche mit einem Fächer berechtigt noch am meisten der Frontalschnitt, wo die Richtungen der das fächerförmige Gebilde durchziehenden Fasern nach abwärts convergiren. Da an Sagittalschnitten durch dasselbe, wie ich auch bei der Libellenlarve beobachten konnte, in verschiedener Richtung, meist bogenförmig verlaufende Fasern sich finden, mir andererseits nur selten an in anderer Richtung geführten Schnitten gelungen ist, von peripher um dasselbe liegenden Fasern solche, welche in dasselbe einbiegen, bis in die Nähe der entgegengesetzten Peripherie zu verfolgen, halte ich es, wenigstens für einen grossen Theil solcher Fasern, welche aus der Peripherie in dasselbe einbiegen, für wahrscheinlich, dass dieselben ihre Richtung abermals ändern, um zu einem anderen Faserzuge an einem anderen Theile der Peripherie zu gelangen. Es wäre demnach das fächerförmige Gebilde ein Ort, in welchem eintretende Faserzüge sich auflösen, um denselben in verschiedenster Richtung zu verlassen.

Oberhalb des fächerförmigen Gebildes fand ich hier ebenfalls eine in der Medianebene liegende Kreuzung von Nervenfasern, jedoch gelang es mir hier nicht, Fasern aus der Schlundcommissur in dieselbe zu verfolgen. Die Schlundcommissur lässt an ihrer Uebergangsstelle in das Gehirn eine Anschwellung erkennen, welche von einer Fortsetzung des Rindenbeleges vom Gehirn auf den oberen Theil derselben herrührt. In diesem Zellenbelege der Schlundcommissur sah ich einen Theil von Fasern der letzteren entspringen.

Die verhältnissmässig unbedeutend entwickelte Antennenanschwellung (Fig. 18, a a) ist von einer Lage grosser Ganglienzellen umgeben. Die ungemein feinen Fasern, die im Innern derselben vorhanden sind, scheinen hier wenigstens kein Netzwerk zu bilden, im Gegentheil schien es mir, als würden sich dieselben blos durchflechten. Aus der Antennenanschwellung sah ich Fasern hervortreten, welche zu einem nach innen von den pilzhutförmigen Körpern gelegenen Theile des Rindenbeleges ziehen und in den Ganglienzellen desselben enden. In ihrem bogenförmigen Verlaufe nach aufwärts kreuzen sich dieselben mit dem inneren Stiele der pilzhutförmigen Körper. Begleitet werden dieselben von Fasern (Fig. 18, f a), welche aus der Antennenanschwellung sich zum fächerförmigen Gebilde begeben.

Ueber das Verhältniss der aus dem Sehnerven kommenden Fasern zum Rindenbelege konnte ich hier keine Resultate erhalten, wohl aber sah ich sie auch hier an der Unterseite des Hirns von dem Sehnerven der einen Hirnhälfte in den der anderen Fasern commissurenartig übergehen.

Ich gehe nun dazu über, das Gehirn der Schmeissfliege (Musca vomitoria), der Goldfliege (M. Caesar) und der Stubenfliege (M. domestica) gemeinsam einer Besprechung zu unterziehen. Die Lage des Gehirns in der Schädelkapsel hat mit der bei den Hymenopteren einige Aehnlichkeit; doch bestehen auch zwischen diesen, namentlich was die Lage des unteren zum oberen Schlundganglion betrifft, Verschiedenheiten. Man kann sich dieselbe am besten versinnlichen, wenn man sich vorstellt, dass der ganze Kopf um eine horizontale Axe um 90° gedreht worden sei, so dass das untere Schlundganglion, wie es Fig. 20 darstellt, oberhalb des oberen Schlundganglions zu liegen kömmt. Beide sind durch eine kurze, massige Commissur mit einander verbunden (Fig. 2 und 20, sc), so dass nur ein enges Lumen für den hindurchtretenden Oesophagus (Fig. 2, oe) zwischen beiden bleibt. Nach unten und hinten liegt die verhältnissmässig beträchtliche Antennenanschwellung (Fig. 20 und 20, aa). Der Rindenbeleg, welcher den eigenthümlichen kleinzelligen Charakter, wie bei den Hymenopteren, besitzt, überzieht die ganze Oberfläche des Gehirns und lässt blos die inneren Flächen der Antennenanschwellungen frei. Vom Gehirn setzt er sich auf die Schlundcommissur und von dieser auf das untere Schlundganglion fort, welches, wie alle Bauchstrangsganglien, blos an seiner, hier nach hinten gelegenen Basis eine Ansammlung von Ganglienzellen (Fig. 20, ru) besitzt.

Dem veränderten Verhältniss der Lage des Gehirns zum übrigen Körper entsprechend, musste ich, um die Theile des Augenganglions in einer den bei den früher besprochenen Gehirnen analogen Schnittrichtung zu studiren, Horizontalschnitte von demselben anfertigen. Vor Allem fällt bei Betrachtung eines solchen (Fig. 21) auf, dass die Retina durch einen Nerven vom übrigen Gehirne losgetrennt erscheint. Man kann diesen Nerven als Analogon des nervus opticus der Wirbelthiere auffassen. Dieselbe Thatsache habe ich auch bei anderen Dipteren, einer Syrphide und bei der Bremse (Tabanus bovinus) beobachtet. In der Retina findet man die von früher her bekannten Schichten. Nahe dem äusseren Rande der Sehstabschichte (ss) sieht man zwischen den Sehstäben eine Anzahl von Kernen (sk), welche als

Reste derjenigen Zellen, aus denen letztere entstanden sind, aufgefasst werden. Die Sehstabschichte ist durch eine Membran (l e), welche die Fortsetzung der matrix chitinogena darstellt, und welche die älteren Autoren als Sclerotica bezeichneten, von der hierauf folgenden Nervenbündelschichte getrennt. Letztere (n bs) besteht nicht, wie bei den früher untersuchten Insecten, aus Bündeln von Nerven, sondern aus kurzen, dicht aneinander liegenden, parallel verlaufenden Fasern. Ich behalte dennoch die oben angeführte Bezeichnung für diese Schichte bei, indem sie diejenige Form bezeichnet, die dieselbe dort, wo sie zu einer grösseren räumlichen Entwicklung gelangt, charakterisirt.

Zwischen der letztgenannten Schichte und der Körnerschichte findet man abermals eine von durchtretenden Nervenfasern, ebenso wie die früher genannte, siebförmig durchlöcherte Membran (l i). Dieselbe ist die Fortsetzung der das Neurilemm hier ebenso, wie bei den Hymenopteren, vertretenden Tracheenblase, welche um das Gehirn eine Hülle bildet. Von der Körnerschichte (k s) ist ein Theil ($k s_2$) in das Innere der Moleculärschichte (m s) hineingeschoben. Ich halte es nicht für gerechtfertigt, diesem Theile der Körnerschichte die Bedeutung einer selbstständigen Schichte beizulegen. Für die beiden letztgenannten Schichten und die Ganglienzellenschichte (g s), deren Elemente hier ungemein klein sind, gilt im Uebrigen das, was ich bei der Libellenlarve und dem Schwimmkäfer über dieselben erwähnte.

Die aus der Retina kommenden Fasern, welche den Sehnerven (n o) bilden, durchkreuzen sich in demselben. Nachdem dies geschehen ist, treten die Fasern desselben theils in den Rindenbeleg (r g) ein, theils in das keilförmige Ganglion (g k), welches sie durchziehen, um zu dem mehrfach geschichteten äusseren Marklager (a m) zu gelangen. Einzelne Fasern ziehen aus dem Sehnerven zwischen dem Rindenbelege und dem keilförmigen Ganglion direct in das äussere Marklager, an dessen innerer Fläche eine dünne Schichte von Ganglienzellen zu finden ist. Die Nervenfasern, welche das äussere Marklager durchziehen, convergiren nach der Innenfläche desselben zu und bilden dann die innere Kreuzung (i k). Der Faserverlauf in derselben ist, soweit ich entnehmen konnte, folgender. Ein Theil von Fasern (a), welche ungefähr der Mitte des äusseren Marklagers entstammen, zieht nach innen und vorn und theilt das innere Marklager (i m) in einen vorderen und einen rückwärtigen Theil. Von diesen Fasern geht ein Theil zum vorderen Rindenbelege des Augenganglions (m) und einzelne

Fasern direct ins Gehirn, ein anderer Theil biegt in den rückwärtigen Theil des inneren Marklagers ein. Die vom vorderen Theile des äusseren Marklagers kommenden Nervenfasern (v) begeben sich zum rückwärtigen Abschnitte des inneren Marklagers, während die aus dem rückwärtigen Theile des äusseren Marklagers hervorgehenden Fasern (h) zum vorderen Rindenbelege (r g v) des Augenganglions ziehen. Aus diesem Theile des Rindenbeleges entspringt eine Menge von Fasern, welche bogenförmig nach innen und hinten ziehen und in's innere Marklager sich begeben. Letztgenanntes Gebilde erhält mithin seine Fasern sowohl vom äusseren Marklager als auch vom Rindenbelege des Augenganglions. Von den das innere Marklager verlassenden Fasern konnte ich einen Theil in dem benachbarten Rindenbelege des Gehirns entspringen sehen. Ein anderer Theil dieser Fasern bildet mit den diessbezüglichen der anderen Hirnhälfte eine die beiden inneren Marklager mit einander verbindende Commissur. Dieselbe ist in dem oberen Theile des Gehirns, schon nahe dem Oesophagus, zu finden.

An der vorderen Hirnfläche, und zwar nach oben und aussen von dem später zu besprechenden fächerförmigen Gebilde, findet man jederseits einen ovalen, aus Marksubstanz bestehenden Körper (Fig. 22, m k s), welcher von einer dünnen Schichte des Rindenbeleges überzogen wird. In diesen Körper sieht man zwei Stiele eintreten, welche Fasern radienförmig in denselben ausstrahlen lassen. Nach rückwärts vereinigen sich diese Stiele, nahe dem obigen Gebilde, zu einem gemeinsamen Stiele (g st), der einen nach hinten und sanft nach abwärts gerichteten Verlauf einschlägt. Derselbe theilt sich hierauf in zwei Aeste, von denen der äussere in der Richtung des Pfeiles p q (Fig. 20) nach vorn und unten zieht (Fig. 23, a s t) und an der unteren Hirnfläche mit abgerundetem Ende aufzuhören scheint. Die beiden inneren Aeste (Fig. 23, i s t) biegen, vom gemeinsamen Stiele bogenförmig einen horizontalen Verlauf einschlagend, nach innen und begeben sich hinter das fächerförmige Gebilde, wo sie sich in der Medianebene mit ihren abgerundeten Enden berühren. Das oben genannte Marklager sammt der umgebenden Rinde halte ich für ein Analogon der pilzhutförmigen Körper. Der Verlauf der aus demselben entspringenden Stiele stimmt, wenn man die veränderte Lage des Gehirns berücksichtigt, mit dem beim Schwimmkäfer überein. Die beiden pilzhutförmigen Körper sind somit hier in einen verschmolzen, wie Dietl diess auch bei der Grille fand.

Für das fächerförmige Gebilde (Fig. 22 fg) kann ich das, was ich beim Schwimmkäfer über den Faserverlauf in demselben angab, bestätigen. Dasselbe hat in seiner Form hier schon etwas mehr Aehnlichkeit mit dem eines Fächers. Oberhalb und hinter demselben liegt ein Gebilde, das aus Marksubstanz besteht und die Form eines Ringwulstes besitzt. In der beiliegenden Abbildung (Fig. 22, wg) erscheint dasselbe schief getroffen, so dass der Schnitt durch dasselbe hier die Form eines Halbmondes besitzt. Auch bei der Biene und der Grille ist dieses Gebilde vorhanden. Dietl[1]) erwähnt auch dasselbe, hebt jedoch nicht hervor, das dasselbe die Form eines Ringes hat. Von den an der Peripherie des fächerförmigen Gebildes liegenden Fasern sah ich hier ebenfalls eine Anzahl derselben bogenförmig in dasselbe hineinziehen. Eine Anzahl von Fasern, welche in horizontaler Richtung von aussen kommen, schieben sich zwischen das fächerförmige Gebilde und den Ringwulst ein und lassen in beide Gebilde hineinziehende Fasern erkennen. Von hinten kommen in der Medianebene Fasern, welche einen dem von Dietl bei der Biene als „knaufförmig" bezeichneten ähnlichen Verlauf zeigen. Dieselben treten grösstentheils in das fächerförmige Gebilde, zum kleineren Theile auch in den Ringwulst. Aus letzterem begibt sich radienförmig eine Menge von Fasern in das fächerförmige Gebilde. Aus dem fächerförmigen Gebilde sah ich mehrmals ein Bündel von Nervenfasern zum pilzhutförmigen Körper ziehen.

Oberhalb des fächerförmigen Gebildes, und zwar schon nahe dem Oesophagus, liegen einige, paarig in der Medianebene angeordnete, colossale Ganglienzellen (Fig. 21, cz). Aus einer dieser central gelegenen Ganglienzellen konnte ich einmal einen in der Richtung nach aussen und hinten ziehenden Fortsatz entspringen sehen.

Die Antennenanschwellung (Fig. 21, aa) ist sehr bedeutend entwickelt. Dieselbe besteht aus rundlichen Ballen von Marksubstanz, die von einander durch Nervenfasern, welche in verschiedenen Richtungen zwischen denselben verlaufen, und dazwischen gelagerte Kerne getrennt sind. Beide Antennenanschwellungen sind durch eine breite Commissur (Fig. 21 und 22, ca) mit einander verbunden. Einigemale konnte ich Fasern aus dem Antennennerven durch diese Commissur in die entgegengesetzte

[1]) An Dietl's Abbildung des fächerförmigen Gebildes der Grille (l. c. Fig. 8) ist der Ringwulst derart getroffen, dass er eine ovale Querschnittsfläche zeigt.

Hirnhälfte ziehen sehen. Diese Fasern fand ich mehrmals an der Basis der Antennenanschwellungen hinziehen (Fig. 21, ch a), einmal sah ich hier einige Fasern zwischen den kugligen Anhäufungen der Marksubstanz in die Antennencommissur hineinziehen. Einzelne Fasern des Antennennerven entspringen, soviel ich beobachten konnte, aus Ganglienzellen des an der Aussenseite der Antennenanschwellungen gelegenen Rindenbeleges. Der grössere Theil der Fasern desselben löst sich in die Marksubstanz der Antennenanschwellung auf. Ein anderer Theil von Fasern des Antennennerven (Fig. 21, fz) durchzieht die Antennenanschwellung und geht nach vorn und abwärts (Fig. 20, fz) zu einem Theile des vorderen Rindenbeleges, in welchem derselbe entspringt.

Wie ein Sagittalschnitt (Fig. 20) zeigt, geht von den vom Bauchstrange kommenden Fasern ein grosser Theil (le) direct durch die Schlundcommissur in's Gehirn, ein anderer Theil (lu) derselben Fasern begibt sich in einem Bogen in das untere Schlundganglion. Aus letzterem sieht man Fasern (ug) durch die Schlundcommissur zum Gehirn ziehen. Aehnliche Verhältnisse sind von Leydig[1]) für die Verlaufsweise der Fasern der Längscommissuren in den Bauchstrangsganglien angegeben worden.

Ein der Richtung xy (Fig. 20) parallel geführter Schnitt belehrt uns über die Verlaufsweise des aus dem unteren Schlundganglion entspringenden Nervenpaares (Fig. 24, md). Dasselbe versorgt bekanntlich die Kauwerkzeuge. Ich konnte hier mich überzeugen, dass blos ein kleiner Theil der Fasern (a) desselben seine Ursprungsstätte in Ganglienzellen des Rindenbeleges des unteren Schlundganglions besitzt, während der bei weitem grössere Theil durch die Schlundcommissur zum Gehirn zieht. Von letzterem Antheile des genannten Nervenpaares zieht ein kleineres Faserbündel (c) jederseits durch die Schlundcommissur derselben Seite in's Gehirn; der grössere Theil desselben (b) kreuzt sich mit den diesbezüglichen Fasern der anderen Hälfte des unteren Schlundganglions und tritt durch die Schlundcommissur der entgegengesetzten Seite in's Gehirn. Es ist mithin der Nerv für die Kauwerkzeuge, was den grösseren Theil seiner Fasern betrifft, zu den Hirnnerven zu zählen.

Die grosse Zahl von Commissuren, welche das untere Schlundganglion im Vergleiche zu den anderen Bauchstrangsganglien be-

---

[1]) l. c. pag. 242.

sitzt, war auch Leydig[1]) aufgefallen. Diese Commissuren vermitteln, wie im weiteren Verlaufe dieser Arbeit sich ergeben wird, blos zum Theile die Kreuzungen des aus dem unteren Schlundganglion entspringenden Nervenpaares.

Bevor ich zur Besprechung des Gehirns der Crustaceen übergehe, will ich einige nicht uninteressante Notizen, welche das Gehirn und das Augenganglion einiger Insecten, mit deren genauerer Untersuchung ich mich wegen Mangels an dem hiezu nöthigen Materiale nicht befassen konnte, betreffen, mittheilen.

Ich will mit der Besprechung der Gebilde, welche das Augenganglion der Biene (Apis mellifica) an einem Horizontalschnitte (die Lageverhältnisse des Gehirns sind hier, wie ich schon erwähnte, ähnlich denen der Fliege) erkennen lässt, beginnen. Von der Sehstabschichte (Fig. 25, ss) ausgehend, sieht man nach innen von derselben die Nervenbündelschichte (nbs), dann die Körner- (ks), die Moleculär- (ms) und die Ganglienzellenschichte (gs), in derselben Reihenfolge, wie ich es bei den früher untersuchten Arthropoden angegeben habe. Aufsitzend auf der Aussenfläche der Sehstäbe sind an dem abgebildeten Präparate die kurzen Krystallkegel (k) wahrzunehmen. Nach innen ist die Sehstabschichte durch eine von sie durchziehenden Nervenfasern siebförmig durchbrochene Membran (le), einer Fortsetzung der matrix chitinogena, von der nächstfolgenden Schichte getrennt. Die Nervenbündelschichte (nbs) besteht ebenso, wie bei der Fliege, aus kurzen, dicht aneinander geordneten, parallel verlaufenden Nervenfasern. Sie wird von Tracheen (tr) durchsetzt, welche in der Ebene des hier abgebildeten Schnittes, concentrisch mit den diese Schichte begrenzenden Membranen, verläuft. An Frontalschnitten erscheinen die Nervenfasern durch diese Tracheen auseinander gedrängt, so dass sie in der Mitte dieser Schichte enger, als an den den Nachbarschichten zunächst gelegenen Theilen derselben, zu liegen kommen. Nach innen ist die Nervenbündelschichte durch die Fortsetzung (li) der Tracheenblase von der nächstfolgenden Schichte getrennt. Von der Ganglienzellenschichte (gs) will ich nur erwähnen, dass ich in derselben mit System 8 ebenfalls deutliche Ganglienzellen nachweisen konnte.

Von ganz besonderem Interesse scheint mir der Umstand zu sein, dass der Rindenbeleg des Augenganglions, welcher hier die directe Fortsetzung desjenigen des

[1]) l. c. pag. 231.

Gehirns vorstellt, in continuo in den ganglionären Theil der Retina, mit welchem Namen ich die drei nach innen gelegenen Schichten derselben bezeichnen will, übergeht. Es ist der Uebergang dieser Gebilde in einander ein so vollkommener, dass sogar die inneren und äusseren Contouren dieser Gebilde vollständig in einander übergehen. Am Schlusse dieses Aufsatzes werde ich über die Bedeutung dieser Erscheinung zu sprechen Gelegenheit haben.

Der übrige Theil des Augenganglions weist denselben complicirten Bau auf, wie in den früher besprochenen Augenganglien. Die aus der Retina entspringenden Nervenfasern bilden zwei Bündel, welche sich durchkreuzen (ak). Das vom vorderen Theil der Retina entspringende Bündel zieht nach hinten, das vom rückwärtigen Theile derselben entspringende schlägt die entgegengesetzte Richtung ein. Zwischen beiden Bündeln liegt das keilförmige Ganglion (kg). Die Fasern ziehen, nachdem sie sich gekreuzt haben, theils zum Rindenbelege, theils zum keilförmigen Ganglion und durch dasselbe in das mehrfach geschichtete äussere Marklager (am). Diejenigen Fasern, welche direct in das äussere Marklager eintreten, machen hier die grössere Masse derselben aus. An der Innenfläche des äusseren Marklagers liegt hier ebenfalls eine dünne Schichte von Ganglienzellen (zs). Die vom äusseren in das ebenfalls mehrfach geschichtete innere Marklager (im) ziehenden Fasern bilden die innere Kreuzung (ik). Aus dem letzteren Gebilde sieht man zwei Faserstränge entspringen, von welchen der vordere (a) in der Richtung zum vorderen Rindenbelege zieht. Der nach hinten liegende Faserstrang, welcher das innere Marklager an seinem inneren Rande verlässt, bildet mit dem gleichen Faserstrange der entgegengesetzten Hirnhälfte eine commissurenartige Verbindung (co) der beiden inneren Marklager.

Auch das Ganglion des einfachen Auges, deren die Biene 3 auf dem Hirnscheitel aufsitzende besitzt, habe ich einer Untersuchung unterzogen. Die Nervenfasern, welche zu denselben ziehen, konnte ich an Sagittalschnitten von unten kommen und an der hinteren Fläche des Gehirns zu denselben hingehen sehen. Vor dem peripheren Ende derselben in den Sehstäben finde ich in den Verlauf derselben eine Menge von Ganglienzellen (Fig. 26), worunter viele die Spindelform zeigen, eingeschaltet. Die Grösse derselben ist eine sehr verschiedene. Einige dieser Ganglienzellen (g) übertreffen die des Rindenbeleges nicht unbeträchtlich an Grösse. Diese Schichte von Ganglienzellen bildet mit den dazu

gehörigen Sehstäben (Fig. 26, ss) die Retina des einfachen Auges. Es ist dies gewiss die einfachste Form einer Retina, die man sich überhaupt vorstellen kann.

Da der von Dietl[1]) abgebildete Schnitt durch den pilzhutförmigen Körper der Biene denselben nicht günstig genug trifft, um den Bau desselben darzustellen, erlaube ich mir eine Abbildung eines Sagittalschnittes durch denselben (Fig. 27) beizufügen. Auf den ersten Blick fällt, wenn man denselben mit den bisher besprochenen gleichartigen Gebilden vergleicht, die bedeutende Complication, die der Bau desselben durch die Einlagerung der die, vom ringförmigen Körper (rk) Rabl-Rückhard's gebildete, Mulde füllenden zelligen Gebilde erfährt, auf.

Einmal gelang es mir an einem Horizontalschnitte durch das Gehirn der Biene, dasselbe im Zusammenhange mit dem unteren Schlundganglion und an letzterem noch ein Stück der Längscommissur, welche das letztere Gebilde mit dem übrigen Bauchstrange verbindet, zu erhalten. Es ergab derselbe interessante Aufschlüsse über die Verlaufsweise der Fasern der oben genannten Längscommissur im unteren Schlundganglion. In letzterem sieht man eine Menge querverlaufender Fasern. Ich konnte nun jederseits von den Fasern der Längscommissur einzelne in querverlaufende Fasern übergehen sehen, ferner beobachtete ich auch, dass von querverlaufenden Fasern einzelne nach vorn umbiegen und durch die Schlundcommissur zum Gehirn ziehen. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass im unteren Schlundganglion eine theilweise Kreuzung, und dieser Theil ist kein unbeträchtlicher, der aus dem Bauchstrange kommenden Fasern stattfindet. Den grösseren Theil von Fasern konnte ich auf derselben Hälfte des unteren Schlundganglions bleibend zum Gehirn ziehen sehen. Der grosse Reichtum an Quercommissuren, den, wie ich erwähnte, Leydig als charakteristisch für das untere Schlundganglion anführt, wird zum anderen Theile durch diesen Umstand erklärlich.

Von Lepidopteren untersuchte ich den Kohlweissling (Pieris Brassicae), den Weidenbohrer (Cossus ligniperda) und den Taubenschwanz (Macroglossa Stellatarum).

Im Baue des Augenganglions zeigen dieselben keine vollständige Uebereinstimmung mit einander. Was die Lage der

[1]) l. c. Tafel XXXVI. Fig. 5.

Retina zum übrigen Augenganglion betrifft, sieht man bei Pieris an einem Frontalschnitte (Fig. 28) ein Verhältniss, welches als eine Uebergangsform zwischen dem bei der Biene und dem bei der Fliege, der ersteren näher stehend, bezeichnet werden kann. Die Contouren des ganglionären Theiles der Retina und des Rindenbeleges erscheinen wie gegen einander verschoben, so dass die Ganglienzellenschichte (g s) schon innerhalb der Begrenzungslinie des Rindenbeleges (r g) fällt. Die Retina erscheint hier mithin wie im Begriffe vorgeschoben zu werden. Beim Weidenbohrer hingegen ist die Retina, wie bei den Dipteren, durch einen, wenn auch kurzen, Nerven vom übrigen Augenganglion abgetrennt. In der Anzahl und der Aufeinanderfolge der Schichten der Retina stimmen die Lepidopteren mit den früher besprochenen Insecten überein. Beim Kohlweissling besteht die Nervenbündelschichte (n bs) ebenso, wie bei der Biene und der Fliege, aus kurzen, dicht aneinander gelagerten Fasern, während beim Weidenbohrer aus der Körnerschichte die Fasern, in grössere Bündel zusammengefasst, nach aussen ziehen, die sich dann mehrfach dendritisch theilen. Der Bau der Retina des Taubenschwanzes stimmt mit dem des Kohlweisslings überein. Für bemerkenswert halte ich ferner noch den Umstand, dass sämmtliche Schichten der Retina des Kohlweisslings, die Moleculärschichte ausgenommen, ein schwarzes Pigment enthalten. Auch in der äusseren Kreuzung (a k) findet sich noch dasselbe. Die beiden anderen Lepidopteren besitzen ein solches blos in den zwei äusseren Schichten der Retina.

Die übrigen Theile des Augenganglions wiederholen dieselbe Aufeinanderfolge von Gebilden, die von den früheren Beschreibungen des Augenganglions bekannt sind. Von aussen nach innen trifft man die äussere Kreuzung (a k), das keilförmige Ganglion (k g) und das aus einer Reihe concentrischer Schichten bestehende äussere Marklager (a m), an dessen Innenfläche eine in zwei Reihen angeordnete Ganglienzellenschichte (z s) sich befindet. Hierauf trifft man die innere Kreuzung (i k) und das innere Marklager, welches durch einen Faserstrang in zwei Theile gespalten erscheint.

Auch bei den Lepidopteren konnte ich jederseits einen pilzhutförmigen Körper erkennen. Nahe der oberen nach hinten gelegenen Oberfläche des Gehirns bemerkt man jederseits eine Ansammlung von Marksubstanz (Fig. 29, m k s), welche von einer dünnen Lage des kleinzelligen Rindenbeleges bedeckt ist. In diese Ansammlung von Marksubstanz sendet ein Stiel von Nerven-

fasern (g st) strahlenförmig seine Fasern. Derselbe zieht vom obigen Gebilde, das dem pilzhutförmigen Körper entspricht, nach abwärts und theilt sich, schon nahe dem unteren Rindenbelege des Gehirns, in einen inneren und einen äusseren Stiel. Der letztere verläuft nach unten und vorn und endet nach aussen von der Antennenanschwellung, leicht kolbig angeschwollen. Die inneren Stiele begeben sich unterhalb des fächerförmigen Gebildes, wo sie sich mit ihren abgerundeten Enden in der Medianebene berühren, ebenso wie es auch beim Schwimmkäfer und der Fliege beobachtet wurde.

Der Basaltheil (w g) des fächerförmigen Gebildes hat hier ebenfalls die Form eines Ringes. An Frontalschnitten sah ich aus dem fächerförmigen Gebilde (f g) ein Bündel von Nervenfasern (f p) zum pilzhutförmigen Körper (p k) ziehen, was zur Bekräftigung meiner diesbezüglichen Beobachtungen bei der Fliege dienen mag. Die Antennenanschwellung ist hier ebenfalls bedeutend entwickelt und enthält rundliche Ballen von Marksubstanz.

Bei einer Anzahl von Orthopteren, der Laubheuschrecke (Locusta viridissima), der Feldgrille (Gryllus campestris) und der Schnarrheuschrecke (Acridium stridulans) beobachtete ich, was den Bau des Augenganglions betrifft, eine eigenthümliche Abweichung von den übrigen Insecten. Schon bei äusserer Betrachtung desselben ergibt sich, dass bei diesen Thieren das Augenganglion durch einen Nerven von dem übrigen Gehirne abgetrennt ist. Es entspricht dies jedoch weder der Form, welche ich bei den Käfern beschrieb, wo das ganze Augenganglion vom Gehirne losgetrennt ist, noch auch einer blossen Vorschiebung der Retina durch einen Stiel, wie es bei den Dipteren der Fall ist. Man kann vielmehr an einem Frontalschnitte durch das Gehirn und das Augenganglion von Locusta (Fig. 30) sich davon überzeugen, dass hier die Retina mitsammt dem äusseren Marklager (a m) vom übrigen Gehirne losgetrennt ist, mit welchem letzteren das innere Marklager (i m) jedoch verbunden bleibt.

Die Retina besteht hier wieder aus den uns von früher her bekannten 5 Schichten. (An dem abgebildeten Präparate ist die Sehstabschichte abgerissen.) Die Nervenbündelschichte (n b s) besitzt dieselben Eigenschaften, wie bei der Fliege und der Biene. Die nächsten drei Schichten, die Körner- (k s), die Moleculär- (m s) und die Ganglienzellenschichte (g s), gehen, ebenso, wie bei der Biene dies beobachtet wurde, in den Rindenbeleg des Augen-

ganglions (rg) über. Nach innen von der Retina sieht man die äussere Kreuzung (ak), das keilförmige Ganglion (kg) und das äussere Marklager (am). Aus dem letzteren und dem demselben benachbarten Rindenbelege entspringen die Fasern für den Sehnerven (no). Dieselben kreuzen sich in diesem Nerven, die innere Kreuzung der früher besprochenen Insecten darstellend, und ziehen zum inneren Marklager (im).

Ich gelange nun zur Besprechung des Gehirns und der Retina der Crustaceen.

Verschiedenheiten im Baue des Augenganglions, welche im Vergleiche zu den bisher beschriebenen, von wesentlicherer Natur sind, trifft man bei Artemia salina, einem in salzhältigen Binnenseen und in Salinen lebenden Phyllopoden. Ueber den Bau des Augenganglions der Phyllopoden[1]) und der mit denselben verwandten Cladoceren[2]) liegen Untersuchungen von Claus vor. Derselbe unterscheidet, noch Beobachtungen an mittelst Nadeln isolirten Präparaten, an dem ganglionären Theile der Retina zwei von einander getrennte Abschnitte, welche eine periphere Ganglienzellenlage und im Innern desselben, ausser dem aus granulärer Substanz bestehenden Kerne, noch Ganglienzellen, sowie durchstrahlende Faserzüge erkennen lassen. Vom ganglionären Theile der Retina gehen Bündel von Nervenfasern durch einen venösen Sinus zu den Sehstäben. Ich habe zur Erläuterung der beiliegenden Abbildung (Fig. 31) eines Frontalschnittes durch das Augenganglion und das Gehirn von Artemia nur weniges noch hinzuzufügen, nämlich, dass die nach aussen vom granulären Kerne (ms), den ich Moleculärschichte nenne, gelegene Schichte (ks) aus Kernen besteht, während die nach innen von demselben liegende (gs) nebst Kernen deutliche Ganglienzellen, von denen die meisten spindelförmige bipolare zu sein scheinen, erkennen lässt. Mithin enthält hier die Retina in gleicher Anordnung dieselben Schichten wie bei den Insecten.

Von den übrigen Bestandtheilen des Augenganglions der Insecten, den beiden Kreuzungen von Nervenfasern und den beiden Marklagern, lässt sich hier nicht einmal eine Andeutung wahrnehmen. Die aus der Retina hervorgehenden Nervenfasern lassen sich, wie dies auch Claus bei Daphnia similis beobachtete, bis

[1]) Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von Branchipus stagnalis und Apus cancriformis. Abhdlgn. d. k. Ges. d. W. zu Göttingen. 1864.

[2]) Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden und verwandter Cladoceren. Zeitsch. f. w. Zool. XXVII. Bd. pag. 372.

in Ganglienzellen des Rindenbeleges (rg) des Augenganglions, welche die Fortsetzung desjenigen des Gehirns (rh) ist, verfolgen. Einzelne Fasern entspringen aus einer im Innern des Augenganglions liegenden Reihe von Ganglienzellen (a). In der Mitte des Gehirns sieht man den Querschnitt eines medianen Commissurensystemes (Cc), das wohl mit dem fächerförmigen Gebilde der Insecten und mit einem ähnlichen, von Claus[1]) bei den Cladoceren näher beschriebenen Gebilde zu vergleichen ist. In demselben finde ich an dem abgebildeten Schnitte deutliche Kerne und einige, wie es scheint, zellige Gebilde. Eine grössere Menge deutlicher Ganglienzellen hat Claus[2]) in dem analogen Gebilde bei den Cladoceren beobachtet.

Da keinerlei Mittheilungen über das Gehirn der Seeheuschrecke (Squilla Mantis) vorhanden sind, will ich eine kurze Beschreibung der äusseren Form desselben der histologischen Untersuchung voraussenden. Die obere Fläche desselben ist eben, während an seiner Unterseite Anschwellungen vorhanden sind. Es entspringen aus demselben folgende Nervenpaare: 1. An der unteren Fläche nahe dem vorderen Rande zwei dünne Nerven zum Frontalorgane (Fig. 3, nfo). 2. Nach aussen von letzteren die Sehnerven (no), welche zu dem im Augenstiele gelegenen Augenganglion (go) ziehen. 3. Die Nerven zu den inneren Antennen (nai) entspringen aus an der Basis des Gehirns gelegenen Anschwellungen, welche in der Medianebene sich berühren. 4. Nach hinten von letzteren entspringen, nach rückwärts ziehend, die Nerven der äusseren Antennen (naa). Ausser diesen Nerven entspringen noch einige zarte Faserbündel, welche die Muskeln der Antennen versorgen. Aus dem hinteren Ende des Gehirns gehen die langen Schlundcommissuren (sc) hervor.

Ueber den Bau des Augenganglions von Squilla gibt ein Sagittalschnitt durch dasselbe (Fig. 32) Aufschluss. Von der Schichte der Sehstäbe (ss) ausgehend, welche, wie bei den Deka-

---

[1]) l. c. pag. 376.

[2]) Wenn neuerdings Spangenberg in einem als vorläufige Mittheilung publicirten Aufsatze „Bemerkungen zur Anatomie der Limnadia Hermanni.“ Zeitschr. f. w. Zool. 1878, pag. 483, Claus die Angabe eines selbstständigen Bläschens im Gehirn von Daphnia magna zuschreibt und dieselbe als Täuschung darstellt, so handelt es sich um einen derben Flüchtigkeitsverstoss von Seiten Spangenberg's, da Claus in der citirten Stelle die Ganglienkerne des Gehirns beschreibt und das fragliche Gebilde, „welches am lebenden Thiere den Eindruck eines Bläschens mache“, in Wahrheit auf eine Anzahl dicht aneinander liegender Ganglienzellen und auf einen der paarigen Ganglienkerne zurückführt.

poden, eine Querstreifung zeigen, trifft man zunächst wieder die Nervenbündelschichte (n b s). Die Fasern der letzteren Schichte sind in grössere Bündel zusammengefasst, welche auf dem Wege zur Sehstabschichte sich in feinere Aeste theilen. Auch eine Anzahl grösserer Gefässe (g f) kann man in dieser Schichte wahrnehmen. Die Körnerschichte (k s) weist dieselben Kerne auf, wie sie im Bindegewebe der höheren Crustaceen sich finden. Dieselbe bildet, ebenso wie die zwei zunächst nach innen folgenden Schichten, die Moleculär- (m s) und die Ganglienzellenschichte (g s), blos einen schmalen Streifen. Das Aussehen dieser Schichten wird sehr modificirt durch die Einlagerung von Gefässen und bindegewebigen Lamellen.

Während bei den Insecten die Retina meist die Form eines Kugelsegmentes, also nur eines geringen Theiles einer Kugeloberfläche, besitzt, bildet dieselbe hier, ebenso wie bei den von mir untersuchten Dekapoden, mehr als die Hälfte einer Kugeloberfläche. (An dem abgebildeten Präparate ist die Retina nicht in ihrem vollen Umfange vorhanden.) Diesem Umstande scheint es zu entsprechen, dass die Augen bei diesen Thieren durch bewegliche Stiele vorgeschoben sind. Dadurch sind diese Thiere in die Lage versetzt eine bessere Ausnützung der grossen Netzhautoberfläche zu erzielen.

Die Nervenfasern, welche die Retina verlassen haben, sieht man hier ebenfalls sich durchkreuzen (a k). Nachdem dies geschehen ist, zieht der äusssere Theil der Fasern zu dem ihm zunächst gelegenen Rindenbelege des Augenganglions (r g), der mittlere Theil durch das hier, was seine Grösse anbelangt, unbedeutend entwickelte keilförmige Ganglion (k g) in das äussere Marklager (a m), theils direct in das letztere Gebilde. Am inneren Ende desselben liegt eine aus Ganglienzellen und Kernen bestehende Schichte (z s). Hierauf folgt die innere Kreuzung (i k), welche von denjenigen Nervenfasern, welche zum inneren Marklager (i m) ziehen, gebildet wird. Bisher findet man den Bau des Augenganglions mit den bisher beschriebenen (Artemia ausgenommen) übereinstimmend. Centralwärts vom inneren Marklager ist hier jedoch noch ein Gebilde (G) vorhanden, für welches ich nichts Analoges im Augenganglion der Insecten fand. An der Peripherie desselben findet man ebenfalls einen Rindenbeleg von Ganglienzellen. Das, was ich über den sehr complicirten Bau desselben enträthseln konnte, lässt sich in Folgendem kurz zusammenfassen. Ein Theil der aus dem inneren Marklager kommenden Fasern

zieht zum Rindenbelege desselben, der grössere Theil jedoch durchzieht dieses Gebilde und gelangt zu dem Sehnerven (n o), welcher letztere Nerv ebenfalls aus dem Rindenbelege dieses Gebildes Fasern aufnimmt. Der Bau des Augenganglions der von mir untersuchten Dekapoden, Astacus fluviatilis, Nephrops norvegicus und Palinurus Locusta stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der obigen Beschreibung überein.

Im Baue des Gehirns zeigt Squilla ebenfalls viel Uebereinstimmendes mit dem der Dekapoden, von welchen namentlich das von Astacus genauer untersucht wurde. Man findet hier die nervösen Centren nicht in Form eines continuirlichen Ueberzuges des Gehirns, sondern es sind dieselben in einzelne, periphere, mit einander nicht zusammenhängende Lager angeordnet. Eine Ansammlung grösserer Ganglienzellen findet man zwischen den beiden Sehnerven (Fig. 33 und 34, v g), welches an der unteren Fläche des Gehirns bis zu den Anschwellungen für die Nerven der inneren Antennen reicht. Ein zweites Ganglienzellenlager liegt zwischen den beiden Schlundcommissuren (Fig. 33, h g), welches ebenfalls an der unteren Fläche eine grössere Ausdehnung in der Richtung nach vorn besitzt. Eine kleinere Ansammlung von Ganglienzellen liegt zwischen dem äusseren Antennennerven und der Schlundcommissur (Fig. 33, m).

Nach hinten und aussen findet man jederseits ein zwischen den Nerven für die äusseren und denen für die inneren Antennen liegendes Gebilde, welches im Wesentlichen mit dem von Dietl beim Flusskrebs als pilzhutförmigen Körper beschriebenen übereinstimmt. Dietl findet beim Flusskrebs zwei Marklager, zwischen welche ein aus kleinen Ganglienzellen bestehendes Ganglion eingeschoben ist. Er vergleicht das Ganglion mit dem aus Nervenzellen bestehenden Apparate des pilzhutförmigen Körpers der Insecten, die Marklager mit den gleichartigen Gebilden derselben. Von den Sehnerven konnte er, wie ich schon oben erwähnte, ein Bündel von Nervenfasern, das mit dem der anderen Seite eine Art Chiasma, in welchem eine theilweise Kreuzung stattfindet, bildet, in den pilzhutförmigen Körper ziehen sehen. Ueber den Ursprung dieses Bündels im letztgenannten Gebilde spricht Dietl[1]) folgende Ansicht aus: „Nach dem Totaleindrucke will mir scheinen, dass die Fasern ursprünglich in dem Kernlager entspringen, dann in das Mark eintauchen, sich neuerdings sammeln, um als vereintes Bündel weiter zu ziehen.“

[1]) l. c. p. 511.

Bei Squilla beobachte ich ebenfalls zwei Lager von Marksubstanz (Fig. 33, mla und mli), zwischen welche, an der hinteren Seite derselben, ein aus kleinen Ganglienzellen bestehendes Ganglion (zl) eingeschoben ist. Die Peripherie der Marklager bildet eine mit Carmin sich färbende Rinde, in welcher ich mit Hartnack's System Nr. 8, sowohl deutliche Ganglienzellen als auch Elemente, welche ich blos als Kern bezeichnen kann, auffinden konnte. Nach aussen von der die Marklager umgebenden Rinde findet man jene zarte bindegewebige Membran, welche die innerste Hülle des centralen Nervensystems bildet. Dieselbe sendet eine Anzahl bindegewebiger breiter Septa bis in die Marklager hinein. Nach meinem Dafürhalten sind die beiden Marklager mit ihrer gangliösen Rinde dem pilzhutförmigen Körper der Insecten gleichzusetzen, während das Ganglienzellenlager, welches zwischen dieselben eingeschoben ist, als ein Gebilde sui generis aufzufassen ist. Auch hier konnte ich einen Stiel (gst) von Nervenfasern in den pilzhutförmigen Körper hinein verfolgen. Ueber die Verlaufsweise der Fasern des letzteren konnte ich Folgendes wahrnehmen. Ein Theil derselben (a) zieht zu dem Ganglienzellenlager, in welchem ich einzelne Fasern in Ganglienzellen eintreten sehen konnte. Ausserdem lassen sich Fasern wahrnehmen, welche bogenförmig sowohl zum inneren Marklager (b), als auch zum äusseren Marklager (c) sich begeben, wo sie sich in die Marksubstanz auflösen. Aus dem Zellenlager konnte ich Fasern entspringen sehen, welche im Bogen nach aussen in das äussere Marklager ziehen, sowie auch andere in das innere Marklager sich begebende. Ferner sind auch solche Fasern nicht zu verkennen, welche brückenförmig über den zum Zellenlager verlaufenden Theil des Stieles hinwegziehen und sich von einem Marklager in das andere verfolgen lassen, und so eine commissurenartige (cp) Verbindung zwischen den beiden Marklagern darstellen.

An den aus dem Sehganglion kommenden Fasern (fälschlich Sehnerv genannt) lassen sich folgende Verlaufsrichtungen unterscheiden. Einen Theil derselben konnte ich aus Zellen des vorderen Ganglienzellenlagers entspringen sehen, doch glaube ich, dass dies blos ein sehr geringer Theil derselben ist. Ein Bündel von Nervenfasern konnte ich nach rückwärts und innen ziehen sehen (Fig. 34, Cho), wo es mit einem auf ähnliche Weise verlaufenden Nervenbündel der anderen Seite in der Medianebene zusammentrifft. An dem nächstfolgenden Schnitte konnte ich aus

derselben Stelle der Medianebene ein Bündel von Nervenfasern in einem nach vorn convexen Bogen (wie es auch Fig. 33 darstellt) nach hinten und aussen in den pilzhutförmigen Körper, den Stiel desselben bildend, ziehen sehen. Auch die Semidecussation in diesem Chiasma konnte ich mehrmals beobachten, so dass ich für Squilla die Beobachtungen Dietl's am Flusskrebsgehirne bestätigen kann. Einmal konnte ich aus dem Stiele des pilzhutförmigen Körpers ein dünnes Bündel von Nervenfasern in einem Bogen nach rückwärts ziehen sehen, woraus ich schliesse, dass nicht sämmtliche Fasern dieses Stieles der Augenanschwellung entstammen. Einen dritten Theil von Fasern des Sehnerven sah ich mehrmals in der Richtung zur Schlundcommissur ziehen; jedoch gelang es mir nie, diese Fasern bis in letztere hinein zu verfolgen. Ein anderer Theil der Sehnervenfasern vereinigt sich mit dem diesbezüglichen Theile der anderen Hirnhälfte und bildet auf diese Weise eine Commissur (Fig. 34, co), welche die beiden Augenganglien mit einander verbindet. Es liegt diese Commissur, einen nach vorn concaven Bogen bildend, unmittelbar vor den das Chiasma bildenden Fasern.

Von ganz besonderem Interesse scheint mir die Thatsache zu sein, dass ein Theil von Fasern des Stieles des pilzhutförmigen Körpers in den der anderen Hirnhälfte angehörigen Stiel übergeht. Diese Commissur zwischen den beiden Stielen konnte ich jedoch bei Squilla blos einmal beobachten.

Einzelne Fasern, welche von der Schlundcommissur kommen, ziehen, so viel ich beobachten konnte, nahe dem zwischen den beiden Schlundcommissuren liegenden Ganglion, auf die andere Hirnhälfte hinüber und kreuzen sich mit denen der anderen Seite.

Von den beiden Nerven für die äusseren und für die inneren Antennen will ich blos erwähnen, dass jeder derselben aus einem Lager von Marksubstanz entspringt. Dasjenige der äusseren Antennennerven liegt nach innen und hinten vom pilzhutförmigen Körper, das der inneren Antennennerven bildet die Anschwellung, aus welchem dieselben hervorgehen.

Schon oben erwähnte ich, dass das Augenganglion des Flusskrebses (Astacus fluviatilis) in seinem Baue mit dem zuletzt beschriebenen übereinstimme. Ich halte es jedoch nicht für unwichtig, auch den feineren Bau der Retina, für dessen Studium dieses Thier ein sehr geeignetes Object bietet, einer genaueren Besprechung zu unterziehen.

Wenn man die Fasern, welche die äussere Kreuzung (Fig. 35,

a k) bilden, nach aussen verfolgt, so sieht man dieselben als einen breiten, aus parallel verlaufenden, nahe aneinander geordneten Nerven bestehenden Faserzug in die Ganglienzellenschichte (gs) eintreten. Sie durchsetzen dieselbe, ebenso wie die Moleculärschichte (m s) und ordnen sich erst in dem äusseren Theile der Körnerschichte (k s a) zu Bündeln, welche zu den Nervenbündeln, welche die nächstfolgende Schichte bilden, ziehen. In der Ganglienzellenschichte (g s) finden sich meist multipolare Ganglienzellen, welche zerstreut in derselben liegen. Aus einer Ganglienzelle (a) konnte ich zwei Nervenfasern entspringen sehen, welche die Moleculärschichte durchziehen und bis in die Körnerschichte sich verfolgen lassen. Die Körnerschichte erscheint in eine innere Abtheilung (k s i), in welcher die Kerne dicht aneinander gedrängt liegen und eine äussere (k s a), wo dieselben in geringerer Menge angehäuft sind, geschieden. Die Kerne dieser Schichte, sowie auch der Ganglienzellenschichte stimmen, wie ich schon bei Squilla erwähnte, mit den gleichen Gebilden des Bindegewebes vollkommen überein. Eine Anzahl grösserer Gefässe (g f) findet sich namentlich in der Ganglienzellen- und der Körnerschichte; die Moleculärschichte scheint derselben überhaupt fast vollkommen zu entbehren. Die Körner- und die Ganglienzellenschichte sieht man von einer Menge bindegewebiger Lamellen durchzogen, deren Verlauf sich meist mit dem der sie durchziehenden Nervenfasern rechtwinkelig kreuzt. Die Bündel der Nervenbündelschichte sind hier von einem diffus angeordneten schwarzen Pigmente umgeben, das bei Squilla nicht vorhanden ist.

Der Bau des Gehirns von Astacus stimmt im Wesentlichen mit dem von Squilla überein. Von den aus dem Augenstiele zum Gehirn ziehenden Nervenfasern sah ich einen Theil, wie dies auch Dietl[1]) vermuthungsweise ausspricht, aus dem vorderen Ganglion entspringen. Von einem zweiten Theile dieser Fasern konnte ich beobachten, dass er in der oben beschriebenen Weise den Stiel des pilzhutförmigen Körpers bildet. Ferner nahm ich auch solche Fasern wahr, welche mit Nervenfasern der anderen Hirnhälfte eine bogenförmige Commissur zwischen den beiden Augenganglien bilden. Einmal konnte ich auch hier ein Bündel von Nervenfasern nach rückwärts in der Richtung der Schlundcommissur ziehend verfolgen.

Von dem Vorhandensein einer die beiden Stiele der pilzhutförmigen Körper mit einander verbindenden Commissur (Fig. 36,

[1]) l. c. pag. 510.

Cst) konnte ich mich hier mehrmals, und zwar noch viel deutlicher als bei Squilla überzeugen. Es liegt dieselbe schon nahe der unteren Fläche des Gehirns und bildet einen nach vorn convexen Bogen. Die Menge der Fasern, welche sich aus einem Stiele in den anderen verfolgen lässt, ist keine unbeträchtliche. Bemerken muss ich jedoch, dass in der breiten Commissur, wie sie das abgebildete Präparat darstellt, auch Elemente enthalten sind, welche mit den Stielen nicht in Beziehung zu stehen scheinen.

Meine bei Squilla ausgesprochene Ansicht, dass die beiden Marklager mit ihrer Rinde dem pilzhutförmigen Körper der Insecten gleichzusetzen sind, halte ich auch für Astacus aufrecht. Wohl lassen hier die Elemente, welche die die Marklager (Fig. 36 und 37, ml) umgebende Rinde enthalten, nicht die Eigenschaften von Ganglienzellen erkennen. Allein ich glaube, dass dieser negative Befund nicht beweiskräftig ist gegen die positiven Befunde bei Squilla und einem später zu besprechenden Dekapoden. Was die Endigungsweise der Fasern des Stieles betrifft, so muss ich Dietl beipflichten. Es vertheilt sich derselbe blos in die beiden Marklager, welche auch von den zwischen dieselben eingeschobenen, nach auswärts liegenden Lagern (zl) kleiner Ganglienzellen Fasern empfangen und ebenso auch von einem zweiten aus gleichen Elementen bestehenden Gebilde, welches zwischen dem Stiele und dem vorderen Marklager liegt. Fasern, welche von einem Marklager in das andere ziehen, konnte ich hier nicht mit genügender Sicherheit ermitteln. Von dem nach aussen liegenden Zellenlager (Fig. 37, zl) sieht man ein Bündel von Nervenfasern (a) entspringen, welches zwischen den beiden Marklagern durch und dann in einem Bogen eine Strecke weit nach rückwärts zieht. An einem andern Präparate konnte ich ein solches zwischen den beiden Marklagern hervorkommendes Bündel, das ebenfalls bogenförmig nach rückwärts sich begibt, bis zur Schlundcommissur verfolgen.

Der Unterschied, der in der Vertheilungsweise des Stieles bei Squilla, wo er dem Zellenlager Fasern zusendet und bei Astacus, wo dies nicht der Fall ist, besteht, mag vielleicht nur ein scheinbarer sein. Ich sah nämlich, wie ich schon oben mittheilte, bei ersterem Thiere aus dem Stiele ein Faserbündel nach rückwärts ziehen. Es scheint mir sehr wahrscheinlich zu sein, dass bei Squilla die zum Zellenlager von der Schlundcommissur kommenden Fasern, welche sich zum Stiele begeben, mit den aus letzterem zum Zellenlager ziehenden Fasern identisch sind.

Erwähnen muss ich noch einer Eigenthümlichkeit, welche

einzelne Ganglienzellen besitzen, welche in dem zwischen den beiden Sehnerven gelegenen Ganglion sich finden. Das Protoplasma sowohl als auch die Fortsätze desselben (Fig. 38) erweisen sich bei Untersuchung mit Hartnack's Immersionssystem Nr. 15 erfüllt von einem körnigen schwarzen Pigmente, welches an der Peripherie des Protoplasmas in grösserer Menge als im Innern desselben vorhanden ist.

Ich gehe nun zur Besprechung des Gehirns der Languste (Palinurus) über. Ausser einer Beschreibung desselben von Milne Edwards[1]) liegt eine histologische Bearbeitung dieses Gehirns durch Ofsjannikof[2]) vor. Das Gehirn hat eine von den früher besprochenen Crustaceen abweichende Form, enthält jedoch nur in veränderter Lage dieselben Gebilde. Im Sagittalschnitte erscheint dasselbe dreieckig, so dass es eine vordere verticale, eine untere horizontale und eine hintere geneigte Fläche besitzt. Nach der Beschreibung Ofsjannikof's entspringen folgende Nervenpaare aus demselben:

1. Die Nerven zu den seitlichen Stirnfortsätzen. Damit sind wahrscheinlich die Nerven zu den Frontalorganen (Fig. 4 und 5, nfo) gemeint.

2. Die Sehnerven (no), welche an dem vorderen oberen Rande entspringen. Zwischen beiden liegt eine Ansammlung von Ganglienzellen.

3. Die Nerven für die Muskeln des Augenstieles (nervus oculomotorius) entspringen unterhalb der Sehnerven (Fig. 4, noc).

4. Die Nerven zu den inneren Antennen (nai) treten an dem vorderen unteren Rande des Gehirns aus demselben hervor. Zwischen beiden finden sich einige grosse Ganglienzellen.

5. Die Nerven zu den äusseren Antennen (naa) entspringen an den Seitenflächen des Gehirns.

6. Nerven zur oberen Kopfhaut, welche auch Muskeläste enthalten. Die letzteren muss ich der Zahl nach als überwiegend erklären. Ich bezeichne dieselben sammt einem unteren Bündel von Nerven nach der Endigungsweise der grösseren Mehrzahl ihrer Fasern als Nerven für die äusseren Antennen. Ausserdem halte ich

7. ein Nervenpaar (Fig. 5, nmi), welches oberhalb der Nerven für die inneren Antennen entspringt und die Muskeln der letzteren versorgt, für erwähnenswerth. An dem hinteren Ende des Gehirns

[1]) Annales d sc. natur. tome XIV. 1825.

[2]) Ueber die feinere Structur des Kopfganglions bei den Krebsen. Mémoires de l'Acad. imp. d. sc. d. St. Petersbourg. VII. Serie.

sieht man die paarige Schlundcommissur (Fig. 4, sc) entspringen, zwischen deren beiden Nervenbündeln ebenfalls eine Anhäufung von Ganglienzellen zu finden ist.

Bezüglich der Nerven zu den inneren Antennen möchte ich mir die Bemerkung erlauben, dass dieselben von einigen Autoren als nervi acustici bezeichnet werden mit Rücksicht auf das im Basaltheile der inneren Antennen befindliche Gehörorgan. Zu letzterem zieht jedoch, soviel ich mich überzeugen konnte, blos ein dünnes Bündel, das sich vom Nerven der inneren Antennen abzweigt, während der Hauptstamm desselben zu dem Sinnesorgane der inneren Antennen weiterzieht. Mithin sieht man, dass der Nerv für die inneren Antennen Nervenfasern für zwei verschiedene Sinnesorgane enthält.

Ich will hier ebenfalls mit der Besprechung der aus dem Sehganglion, dessen Richtung, wie die Abbildung (Fig. 5) zeigt, mit der des Sehnerven einen Winkel bildet, kommenden Fasern beginnen. Auch hier konnte ich mich aus der Betrachtung einer Reihe aufeinander folgender Schnitte davon überzeugen, dass ein Bündel derselben, nach hinten und unten ziehend, mit dem der anderen Hirnhälfte in der Medianebene zusammentrifft. Hier bilden dieselben ein Chiasma mit Semidecussation und treten dann in den pilzhutförmigen Körper ein. Während derselbe bei Squilla und Astacus gewissermassen einen Anhang des Gehirns darstellt, hat er hier eine beträchtliche räumliche Entwicklung erreicht. Die beiden Theile desselben, welche ich bei Squilla als einen inneren und einen äusseren unterschied, findet man hier, ebenso wie die zwischen dieselben eingeschobenen Ganglienzellenlager, als mehr selbständige Gebilde. Die inneren pilzhutförmigen Körper (Fig. 39, ipk), welche die kleineren sind, liegen in der hinteren Hirnhälfte und wenden ihre elliptischen Oberflächen gegen einander. Die äusseren pilzhutförmigen Körper (apk), welche die grösseren Gebilde vorstellen, haben eine mehr kugelige Oberfläche und ragen mehr in die vordere Hirnhälfte hinein. Zur vorderen äusseren Oberfläche der letzteren treten die Fasern des Nerven der äusseren Antennen heran, biegen hier um und verlaufen an der Oberfläche, eine weitere Hülle [1]) um sie bildend, weiter. Die pilzhutförmigen Körper sind überzogen von einer dünnen bindegewebigen Membran, welche eine Anzahl von

[1]) Ofsjannikof bildet in seiner der oben citirten Arbeit beigefügten Tafel die äusseren pilzhutförmigen Körper ab, hält dieselben jedoch für den elliptischen Querschnitt der äusseren Antennennerven.

Scheidewänden in das Innere derselben sendet. Die Rinde dieser Gebilde, welche sich mit Carminammoniak intensiv färbt, enthält, mit dem Immersionssystem Nr. 15 untersucht, ungemein kleine Ganglienzellen, von welchen ich in der Richtung nach innen ziehende Fortsätze abgehen sah. Diese Ganglienzellen besitzen einen verhältnissmässig grossen Kern, welcher nur von einer geringen Menge eines körnigen Protoplasmas umgeben ist. Ausserdem finden sich hier noch Gebilde, welche ich blos als Kerne bezeichnen kann. In der nach innen von der Rinde gelegenen Marksubstanz lösen sich die in die pilzhutförmigen Körper eintretenden Stiele auf. Ausserdem ziehen in die Marklager Fasern aus den Ganglienzellenlagern, von welchen eines (Fig. 39, zl) nach oben und vorn zwischen den äusseren und den inneren pilzhutförmigen Körpern eingeschoben erscheint, während ein zweites solches ebenfalls zwischen beiden nach hinten und unten liegt. Dieselben bestehen aus ähnlichen kleinen Ganglienzellen, wie bei Astacus und Squilla. Auch Fasern, welche den äusseren und den inneren pilzhutförmigen Körper mit einander commissurenartig verbinden (Fig. 39, cp), konnte ich hier wahrnehmen.

Bevor die Stiele in die pilzhutförmigen Körper eintreten, erfahren dieselben durch das Hinzutreten von Nervenfasern, welche aus kleinen Ganglienzellenlagern entspringen, eine Vermehrung ihrer Elemente. An einem parallel mit der hinteren Fläche geführten Schnitte (Fig. 40) durch das Gehirn, sieht man nach vorn von den Stielen (gst) diese beiden Ganglienzellenlager (gl). Dieselben sind durch querverlaufende Fasern mit einander verbunden. Ausser diesen Fasern entspringt aus jedem dieser Ganglien ein Faserbündel (a), welches mit dem der anderen Seite sich kreuzt und zu dem Stiele der entgegengesetzten Hirnhälfte zieht, mit welchem es sich vereinigt.

Leider war ich nicht in der Lage mir in genügender Menge das Materiale zu verschaffen, um die bei diesem Thiere so ungemein interessanten Verhältnisse des Hirnbaues, welche über die Bedeutung der pilzhutförmigen Körper einigermassen Aufschluss zu geben versprechen, weiter zu verfolgen.

Erwähnen muss ich noch einiger Beobachtungen über den intracerebralen Verlauf der inneren Antennennerven. Ich konnte einen Theil derselben mit dem diesbezüglichen Theile der anderen Hirnhälfte sich nahe der Hirnbasis kreuzen sehen. Hierauf ziehen diese Fasern nach aufwärts und treten in das zwischen den beiden Sehnerven gelegene Ganglion, in dessen Zellen sie entspringen.

Ein Theil dieses Nerven begibt sich ungekreuzt zu demselben Ganglienzellenlager

Noch muss ich hier über die histologische Beschaffenheit der Marksubstanz Dietl's Einiges nachtragen. Am geeignetsten scheint in der That zur Untersuchung derselben die Behandlung mit Ueberosmiumsäure zu sein. Was die Moleculärschichte der Retina und die beiden Marklager des Augenganglions betrifft, so scheint es mir wohl zweifellos zu sein, dass hier die Marksubstanz aus einer Anhäufung einer ungemein feinen körnigen Masse bestehe. In den Stielen der pilzhutförmigen Körper besteht dieselbe, wie dies auch Dietl beobachtete, aus feinen parallel neben einander angeordneten Axencylindern. In der Antennenanschwellung des Schwimmkäfers hatte es den Anschein, als würden sich hier die Fasern durchflechten, bei der Untersuchung der Antennenanschwellung und der Marklager der pilzhutförmigen Körper der Fliege, sowie auch des letzteren Gebildes vom Flusskrebs, erhielt ich den Eindruck, als würde thatsächlich ein Netz vorhanden sein. Die Thatsache kann wohl nicht geleugnet werden, dass die Fasern der Stiele sich im Marklager mehrfach theilen; ob jedoch diese feinsten Fasern ein Netz bilden oder ob sie sich blos durchflechten, bin ich nicht in der Lage gewesen, entscheiden zu können.

Rückblick und Schlussfolgerungen.

Es sei mir noch gestattet, die wichtigsten Resultate dieser Arbeit zu recapituliren und die Schlüsse, die man aus denselben zu ziehen berechtigt ist, zu besprechen.

Was meine Resultate über den Bau des Augenganglions betrifft, so lassen sich dieselben in Folgendem zusammenfassen: Das Augenganglion der Arthropoden besteht aus zwei Theilen, von welchen der eine in directer untrennbarer Beziehung zu dem Facettenauge steht und mit der Sehstabschichte desselben zusammen die Retina des Facettenauges bildet, während der andere Theil sich mehr an das Gehirn anschliesst, als ein integrirender Bestandtheil des Gehirns im engeren Sinne des Wortes aufzufassen ist.

Die Retina habe ich bei allen von mir untersuchten Arthropoden aus 5 Schichten bestehend gefunden, welche, von aussen nach innen gezählt, folgende sind:

1. Die Sehstabschichte. Dieselbe ist von der nächstfol-

genden Schichte durch eine von den dieselbe durchsetzenden Nervenfasern siebförmig durchbrochene Membran getrennt. Dieselbe ist die Fortsetzung der matrix chitinogena. Von den älteren Autoren wurde diese Membran Sclerotica genannt.

2. Die Nervenbündelschichte. Unter allen Schichten der Retina zeigte sie bei verschiedenen Thieren die bedeutendsten Verschiedenheiten in ihrem Baue. Bei der Fliege, der Biene, den Heuschrecken und beim Kohlweissling besteht sie aus kurzen dicht aneinander gereihten Nervenfasern, bei den Dekapoden, Squilla und bei den Coleopteren aus dicken Bündeln derselben, welche, zur Sehstabschichte zu, mehrfach dendritisch sich theilen. Bei der Libellenlarve haben die Bündel den längsten Verlauf; an einigen derselben konnte ich, unmittelbar vor ihrem Uebergange in die Sehstabschichte, eine Theilung wahrnehmen. Bei Artemia verlaufen die Bündel ungetheilt.

3. Die Körnerschichte. In derselben finden sich Kerne, welche einen grobkörnigen Inhalt enthalten. Fortsätze konnte ich an denselben nicht wahrnehmen. Von der vorhergehenden Schichte ist sie durch eine, ebenfalls von durchziehenden Nervenfasern siebförmig durchbohrte, Membran getrennt, welche die Fortsetzung des das Gehirn umhüllenden Neurilemms oder der dasselbe vertretenden Tracheenblase vorstellt.

4. Die Moleculärschichte. Sie enthält eine feinkörnige Substanz, welche, ebenso wie die gleichnamigen Schichten der Wirbelthierretina, ihrem Verhalten gegen Ueberosmiumsäure gemäss, der Marksubstanz Dietl's angehört.

5. Die Ganglienzellenschichte. Nebst Kernen konnte ich in derselben bei den meisten der von mir untersuchten Thiere Ganglienzellen finden.

Die 3 inneren Schichten der Retina fasse ich unter dem Namen „der ganglionäre Theil der Retina“ zusammen. Bei der Libellenlarve zeigt die Retina die Eigenthümlichkeit, dass an ihrem inneren nach oben gelegenen Rande die Moleculärschichte allmählig dünner wird und zuletzt verschwindet, so dass die Körner- und die Ganglienzellenschichte mit einander verschmelzen.

So übereinstimmend, was den allgemeinen Typus betrifft, sich die Verhältnisse an der Retina zeigten, so verschieden von einander erscheinen die Typen, die ich über den Bau des Gehirnantheiles des Augenganglions aufstellen muss.

Den einfacheren Typus sieht man bei Artemia. Hier treten die aus der Retina kommenden Fasern direct zum Rindenbelege des Augenganglions, in welchem sie entspringen.

Viel complicirtere Verhältnisse zeigen die höheren Arthropoden. Die Nervenfasern, welche die Ganglienzellenschichte verlassen haben, durchkreuzen sich vollständig (äussere Kreuzung). Die nach aussen gelegenen Fasern gehen dann zum Rindenbelege, die inneren durchziehen ein keilförmiges Ganglion und treten in das äussere Marklager ein, welches einen Antheil von Fasern auch direct erhält. An der inneren Fläche des äusseren Marklagers liegt eine Schichte von Ganglienzellen. Die aus dem äusseren Marklager kommenden Fasern durchkreuzen sich abermals (innere Kreuzung) und treten in das innere Marklager ein, aus welchem sie zum Hirnstocke (primäre Anschwellung Leydig's) gelangen. Beide inneren Marklager sehen wir durch eine Fasercommissur mit einander verbunden.

Von ganz besonderem Interesse erscheint das Verhältniss der Retina zum Rindenbelege bei der Biene. Hier sieht man den Rindenbeleg des Gehirns, den des Augenganglions und den ganglionären Theil der Retina direct in einander übergehen. Die letzteren zwei Gebilde habe ich auch bei anderen Arthropoden in einander übergehen gesehen. Ich kann dies nicht als ein Spiel des Zufalls auffassen, glaube vielmehr, dass diese Thatsache ad oculos demonstrirt, dass der ganglionäre Theil der Retina nichts anderes als ein in seinem Baue modificirter Theil des Rindenbeleges sei. Während der ganglionäre Theil der Retina sowohl dadurch, als auch durch den Umstand, dass die das Gehirn umgebende Membran nur denselben auch dort, wo die Retina vorgeschoben ist, mit einer Hülle umgibt, eine innige Zusammengehörigkeit mit dem Gehirne documentirt, ist dies für den anderen Theil der Retina nicht der Fall. Es sind nämlich nach den Untersuchungen Grenacher's [1]), soweit ich einer vorläufigen Mittheilung desselben entnehmen kann, die Sehstäbe als Cuticulargebilde aufzufassen. Die Verhältnisse sind bekanntlich bei der Retina der Wirbelthiere insoferne verschieden, als hier, soweit die Entwicklungsgeschichte darüber Aufklärungen gibt, dieselbe in toto aus dem primären Hirnbläschen sich entwickelt und als ein vorgeschobener Theil der Hirnrinde aufgefasst wird.

[1]) Untersuchungen über das Arthropodenauge. Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde. XV. Jahrg.

Beim Kohlweissling fand ich eine erste leise Andeutung einer Lostrennung der Retina vom Gehirne. Vollständig abgetrennt erschien dieselbe bei der Libellenlarve, dem Weidenbohrer und den von mir untersuchten Dipteren.

Gewiss muss es sehr überraschen, dass ganze Theile des Gehirnantheiles des Augenganglions, ja bei einigen Arthropoden sogar das ganze Augenganglion, vom übrigen Hirnstocke durch einen Nerven abgetrennt wird. Diese Thatsache ist insoferne von grosser Bedeutung, als sie die Lostrennung eines Projectionscentrums vom Gehirn vorstellt. Der makroskopische „Sehnerv" liegt bei den Heuschrecken zwischen dem äusseren und dem inneren Marklager und dem Hirnstocke. Bei Squilla, Astacus und Palaemon findet sich ausserdem noch ein Theil in die Augenanschwellung vorgeschoben, für den ich bei den Insecten kein analoges Gebilde anzuführen weiss.

Da blos bei den Dipteren und dem Weidenbohrer ein dem nervus opticus der Wirbelthiere entsprechender Nerv vorhanden ist, erlaube ich mir vorzuschlagen, den bisher auch bei den übrigen Arthropoden für nicht demselben entsprechende Gebilde gebrauchten Namen in dem angeführten Sinne zu beschränken. Den Nerven, der das ganze Augenganglion vom Hirnstocke trennt, nenne ich Stiel des Augenganglions und den zwischen dem äusseren und dem inneren Marklager befindlichen Nerven zum Unterschiede vom vorigen Stiel im Augenganglion.

Noch muss ich hervorheben, dass es stets eine gewisse Richtung ist, in der man die obigen Gebilde des Augenganglions, namentlich die Kreuzungen, beobachtet. Meist waren es Frontalschnitte, dort, wo das Gehirn eine veränderte Lage einnimmt, ist auch dem entsprechend die Schnittrichtung, in der ich sie fand, verändert, so dass für die Ebene, in welche die Kreuzungen fallen, eine gewisse Gesetzmässigkeit nicht zu verkennen ist.

Was der ungemein complicirte Faserverlauf im Augenganglion bezweckt, darüber bin ich nicht in der Lage, eine nur einigermassen berechtigte Hypothese aufzustellen. Es mag vielleicht darin das Bestreben liegen, recht viel Sehnervenfasern dem Rindenbelege zuzuführen.

Noch muss ich hier rechtfertigen, aus welchem Grunde ich die oben angeführten Schichten als Retina bezeichne. Es ist dies

der Umstand, dass diese Schichten, welche mit denen der Wirbelthierretina sehr viel Aehnlichkeit aufweisen, stets innig mit dem lichtpercipirenden Apparate, den Sehstäben, verbunden bleiben, während die übrigen Bestandtheile des Augenganglions von demselben durch Nerven abgetrennt sein können.

Dasjenige, was ich als Retina auffasse, steht nicht im Einklange mit dem, was Max Schultze[1]) bei der Schmeissfliege als solche erklärt. Diejenigen, welche, wie Letzterer, der hauptsächlich von Leydig's[2]) vertretenen Ansicht huldigten, dass in jedem Einzelauge ein Bild entstehe, und dass diese tausende von Bildern im Facettenauge, ebenso wie unsere zwei Netzhautbilder, zu einem Bilde vereinigt werden, sahen sich genöthigt, innerhalb jedes Einzelauges nach dem Vorhandensein einer Retina zu suchen. Grenacher[3]) spricht sich über die vermeintliche Retina Max Schultze's folgendermassen aus: „Bei der Schmeissfliege haben die Stäbe etwas modificirte (etwas verdickte und schwächer lichtbrechende) Enden, mit denen sie zwischen die ihnen vorliegenden Krystallkegel eindringen. Diese Enden hat, meiner Ansicht nach, Max Schultze für ein Büschel feinster Nervenfibrillen gehalten.“ Meine Darstellung einer für sämmtliche Einzelnaugen einer Facette gemeinsamen Retina stimmt vielmehr mit der alten Ansicht von Johannes Müller[4]) überein, dass jeder Sehstab blos einen Localeindruck empfange. Am besten kann man sich das Facettenauge versinnlichen, wenn man sich vorstellt, dass z. B. an einem Molluskenauge (mit Ausschluss der Cephalopoden) jedes Sehstäbchen seine eigenen lichtbrechenden Medien erhalte.

Ungemein einfach erscheint im Vergleiche mit der Retina des Facettenauges die des einfachen Auges der Biene. Hier findet man, dass die Sehnerven, bevor sie zu den Sehstäben gelangen, durch eine Lage von Ganglienzellen hindurchtreten. Aehnliche Resultate ergaben die Untersuchungen von Claus bei den Cladoceren und den Phyllopoden. Es erinnert dies lebhaft an den einfachen Ganglienapparat, mit dem das Tast- und das Antennenorgan bei den Arthropoden in Verbindung steht.

Bei der Untersuchung des unteren Schlundganglions ergab sich, dass von den vom Bauchstrange kommenden Längscommissur-Fasern ein Theil sich in diesem

[1]) Die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten. Bonn 1868.

[2]) Das Auge der Gliederthiere. Tübingen 1864.

[3]) l. c. pag. 22.

[4]) Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1826.

Ganglion kreuzt und durch die Schlundcommissur in die entgegengesetzte Hirnhälfte zieht, während ein anderer Theil ungekreuzt in's Gehirn gelangt. Es ist jedoch die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass die Kreuzung dieser Fasern eine totale ist, indem einerseits die Bauchstrangsganglien einen Ort für dieselben vorstellen können, in welchen ich bei der Libellenlarve Faserkreuzungen fand, andererseits aber auch im Gehirne, nach meinen Beobachtungen bei der Libellenlarve und Squilla, ein kleiner Theil der Fasern der Schlundcommissur sich kreuzt.

Das aus dem unteren Schlundganglion der Biene entspringende Nervenpaar, welches hauptsächlich die Kauwerkzeuge versorgt, findet seinen Ursprung blos zum kleineren Theile in dem Rindenbelege desselben. Der grössere Theil der Fasern desselben geht, theilweise gekreuzt, zum oberen Schlundganglion. Mithin sieht man, dass die vielen Quercommissuren, welche Leydig bei der Untersuchung des unteren Schlundganglions auffielen, zum Theile durch Kreuzungen von aus dem Bauchstrange kommenden Fasern, zum anderen Theile durch Kreuzungen von Fasern eines aus diesem Ganglion hervortretenden Nervenpaares, welche zum Gehirn ziehen, verursacht werden.

Vom oberen Schlundganglion (Gehirn) wurde nachgewiesen, dass dasselbe bei den Insecten einen aus Ganglienzellen bestehenden Rindenbeleg besitzt, der manchmal (Libellenlarve, Schwimmkäfer) an einem Theile der Unterseite fehlte, einmal (Fliege), wo die Antennenanschwellung sehr bedeutend entwickelt ist, einen Theil derselben nicht vollständig überzieht. Bei einer Raupe (Smerinthus Tiliae) fiel mir die unverkennbare Aehnlichkeit des oberen Schlundganglions mit einem Bauchstrangsganglion auf. Es sah aus, als würde die Basis desselben nach aufwärts sehen. Bei den höheren Crustaceen sind die Ganglienzellen in einzelne periphere, mit einander nicht zusammenhängende, Lager angeordnet. In dem Rindenbelege entspringen die peripheren Nerven, so ein Theil der zur Retina verlaufenden Fasern. Das Gleiche gilt in Betreff des Ursprungs für einen Theil der Antennenfasern und für einen Theil der Fasern der Schlundcommissur (Schwimmkäfer).

Das fächerförmige Gebilde wurde bei allen von mir untersuchten Insecten gefunden, bei den höheren Crustaceen vermisste ich ein analoges Gebilde. Ich machte bei Gelegenheit der Besprechung dieses Gebildes beim Schwimmkäfer darauf aufmerk-

sam, dass die Fasern aus den in dasselbe eintretenden Bündeln sehr verschiedene Richtungen in demselben einschlagen, mithin die aus demselben entspringenden Faserbündel (eines sah ich einigemale zum pilzhutförmigen Körper ziehen) wahrscheinlich aus Fasern, die von verschiedenen eintretenden Bündeln stammen, bestehen.

Central gelegene Ganglien habe ich mit Ausnahme der colossalen Zellen von Musca nur noch im Augenganglion beobachtet. In dem medianen Commissurensystem des Cladocerengehirns finden sich nach Claus ebenfalls centrale Ganglien.

Von den Fasern des Antennennerven ist hervorzuheben, dass ein Theil derselben sich mit dem der anderen Seite kreuzend in die andere Hirnhälfte eintritt. Ich erinnere an die diesbezügliche Beobachtung bei Musca. Die Kreuzung von Fasern der inneren Antennen, wie ich sie bei Palinurus beobachtet, kann hier mit Rücksicht auf den Umstand, dass dieser Nerv auch das Gehörorgan versorgt, nicht in Betracht kommen. Bekanntlich hat Leydig nachzuweisen versucht, dass das Antennenorgan den Geruchssinn vermittle. Er bezeichnete demnach auch den Antennennerven als nervus olfactorius. Die Kreuzung von Antennenfasern erscheint unter solchen Verhältnissen von grossem Interesse mit Bezug auf eine Ansicht, welche dieselbe Thatsache für einzelne Fasern des Geruchsnerven bei den Säugethieren behauptet. Meynert[1]) lässt nämlich einen Theil von Olfactoriusfasern sich in der commissura anterior kreuzen.

Das bedeutendste Interesse nimmt für sich der pilzhutförmige Körper in Anspruch. Bei der Libellenlarve entspringt aus einem Abschnitte des Rindenbeleges, der mit Carmin sich stärker als der übrige Rindenbeleg färbte, aus viel kleineren Zellen als derselbe besteht, ein Stiel von Nervenfasern, zu dem ein zweiter (innerer) Stiel sich hinzugesellt, der ebenfalls aus einem Theile des Rindenbeleges, der sich aber vom übrigen Rindenbelege in nichts unterscheidet, entspringt. Wahrscheinlich sind diese Theile des Rindenbeleges den pilzhutförmigen Körpern homolog. Beim Schwimmkäfer entspringen beide Stiele aus Theilen des Rindenbeleges, welche sich durch dieselben Merkmale, die der Ursprungsstätte des äusseren Stieles der Libellenlarve, auszeichnet. Bei der Fliege und den Schmetterlingen ist blos ein pilzhutförmiger Körper vorhanden. Derselbe besteht aus Marksubstanz, welche

[1]) Beiträge zur Kenntniss der centralen Projection der Sinnesoberflächen. Sitzb. d. Wien. Ak. d. W. 1869.

von dem kleinzelligen Rindenbelege überzogen ist. Viel complicirter ist der Bau des pilzhutförmigen Körpers der Biene durch das Vorhandensein derjenigen Zellen, welche die Mulde (Dietl) bilden. Vergleicht man diese Thatsachen mit einander, so scheint die Annahme gerechtfertigt, dass der pilzhutförmige Körper ein in seinem Baue modificirter Theil des Rindenbeleges ist. Man muss demnach den pilzhutförmigen Körper und den ganglionären Theil der Retina als verschiedene Modificationen eines und desselben Gebildes auffassen.

Bei den höheren Crustaceen lassen sich in den pilzhutförmigen Körpern zwei Marklager, ein äusseres und ein inneres, unterscheiden. Dieselben sind von einer Rinde umgeben, welche sich mit Carmin stärker als die Marksubstanz färbt. In dieser konnte ich bei Squilla und Palaemon Ganglienzellen nachweisen. Zwischen die beiden Marklager sind Ansammlungen von kleinen Ganglienzellen eingeschoben. Die bedeutendste räumliche Entwicklung beobachtete ich bei Palaemon, wo die pilzhutförmigen Körper und die zwischen dieselben eingeschobenen Ganglienzellenlager als selbständige Gebilde erscheinen.

Es wurde erwähnt, dass in den pilzhutförmigen Körper ein Stiel eintritt, welcher aus dem Augenganglion stammende Fasern enthält. Diese aus dem letzgenannten Gebilde kommenden Fasern bilden ein Chiasma, das man natürlich nicht mit dem der Sehnerven bei den Vertebraten vergleichen kann.

Ich konnte beobachten, dass aus den oben erwähnten Ganglienzellenlagern Fasern in die Marksubstanz des pilzhutförmigen Körpers sich auflösen. Ueber die Bedeutung dieser Ganglienzellenlager bin ich nicht in der Lage näheren Aufschluss geben zu können mit Ausnahme dessen, was ich bei Astacus wahrnehmen konnte, wo aus dem nach aussen gelegenen Ganglienzellenlager ein Faserbündel schleifenförmig zur Schlundcommissur zieht.

So viel lässt sich jedoch mit Gewissheit behaupten, dass die pilzhutförmigen Körper, soweit ich dieselben untersuchte, aus Ganglienzellenlagern und aus dem Augenganglion Fasern empfangen, mithin aus Gebilden, welche ein Projectionscentrum vorstellen.

Ich glaube mich daher zu der Hypothese berechtigt, dass die pilzhutförmigen Körper ein Projectionscentrum erster Ordnung im Sinne Meynert's vorstellen.

Die Stiele der pilzhutförmigen Körper, ferner die Fasern,

welche aus den Ganglienzellenlagern in die Marksubstanz der pilzhutförmigen Körper ausstrahlen, muss ich demnach als Stabkranzfasern bezeichnen. Die aus dem Augenganglion kommenden Fasern erinnern an die aus dem thalamus opticus der Wirbelthiere in die Grosshirnrinde ausstrahlenden Faserzüge.

Die Fasern, welche den äusseren und den inneren pilzhutförmigen Körper mit einander verbinden, wie ich sie bei Squilla und Palaemon beobachten konnte, könnte man demnach als Associationssysteme auffassen.

Der Gehirnantheil des Augenganglions sowie die Ganglienzellenlager, aus welchen die pilzförmigen Körper Nervenfasern erhalten, wären als Projectionscentra zweiter Ordnung im Sinne Meynert's anzusehen.

Allein ich muss wiederholen, dass dies blos eine Hypothese ist, die aufzustellen ich mich für berechtigt halte. Ueber die Haltbarkeit derselben kann erst eine genauere Untersuchung dieser Gebilde entscheiden.

Wien, Mitte April 1878.

Erklärung der Abbildungen.

Beim Zeichnen der Präparate wurde ein Hartnack'sches Mikroskop verwendet. Es wurden fast durchwegs bei Anfertigung der Zeichnungen auch stärkere als die bei den einzelnen angeführten Vergrösserungssysteme zu Hilfe genommen.

Durchgehends angewandte Bezeichnungen:

aa Antennenanschwellung.
ak Aeussere Kreuzung.
am Aeusseres Marklager.
apk Aeusserer pilzhutförmiger Körper.
ast Aeusserer Stiel.
bd Bindegewebe.
bk Blutkörperchen.
ca Commissur zwischen den Antennenanschwellungen.
co Commissur zwischen den Augenanschwellungen.
fg Fächerförmiges Gebilde (medianes Commissurensystem Leydig's).
go Augenganglion.
gs Ganglienzellenschichte der Retina.
gst Gemeinsamer Stiel.
ik Innere Kreuzung.
im Inneres Marklager.
ipk Innerer pilzhutförmiger Körper.
ist Innerer Stiel.
k Krystallkegel.
kg Keilförmiges Ganglion.
ks Körnerschichte der Retina.
ms Moleculärschichte der Retina.
naa Aeusserer Antennennerv.
nai Innerer Antennennerv.
nbs Nervenbündelschichte der Retina.
nfo Nerv zum Frontalorgan.
ngf Wurzel des ganglion frontale.
nma Nerv für die Muskeln der äusseren Antennen.
nmd Aus dem unteren Schlundganglion entspringender Nerv.
nmi Nerv für die Muskeln der inneren Antennen.
no Sehnerv.
noc Nerv für die Augenmuskeln.
rg Rindenbeleg des Augenganglions.
rh Rindenbeleg des Gehirns.
rp Rinde des pilzhutförmigen Körpers.
ru Rindenbeleg des unteren Schlundganglions.
sc Schlundcommissur.
ss Sehstabschichte der Retina.
tr Tracheen.

u s Unteres Schlundganglion.
w g Ringförmiger Basaltheil des fächerförmigen Gebildes.
z s Ganglienzellenschichte an der Innenfläche des äusseren Marklagers.

Fig 1. Gehirn der Libellenlarve von oben gesehen. Oc. 3. Obj. 4.
n u Unpaarer Schlundmagennerv. Das untere Schlundganglion ist an diesem Präparate nicht in seiner natürlichen Lage.

Fig. 2. Gehirn von Musca vomitoria von der rückwärtigen Fläche gesehen. Oc. 3. Obj. 5.
r. Retina.

Fig. 3. Gehirn von Squilla Mantis von der unteren Fläche gesehen. Schwache Lupenvergrösserung.

Fig. 4. Gehirn von Palinurus Locusta von der rückwärtigen Seite. $1^1/_2$ Mal vergrössert.

Fig. 5. Gehirn von Palinurus Locusta von der vorderen Fläche gesehen. $1^1/_2$ Mal vergr.

Fig. 6. Sagittalschnitt durch eine seitliche Gegend des Gehirns der Libellenlarve. Oc. 3. Obj. 5.

Fig. 7. Frontalschnitt durch das Gehirn und das Augenganglion der Libellenlarve. Oc. 3. Obj. 5.
n m Median gelegenes Nervenpaar.
z Zapfenartiges Gebilde.
z l Theil des Rindenbeleges, der mit Nervenfasern beider Marklager in Beziehung steht.

Fig. 8. Horizontalschnitt durch das Gehirn der Libellenlarve, aus der oberen Hälfte desselben. Oc. 3, Obj. 5.
Ch Median gelegene Kreuzung von Nervenfasern.

Fig. 9. Vorderer Theil eines Horizontalschnittes durch das Gehirn der Libellenlarve. Oc. 3, Obj. 5.

Fig. 10. Frontalschnitt durch den rückwärtigsten Theil des Gehirns der Libellenlarve. Oc. 3, Obj. 5.
n m wie Fig. 7.
g Ansammlung von Ganglienzellen.

Fig. 11. Sagittalschnitt durch die Mitte des Gehirns der Libellenlarve. Oc. 3, Obj. 5.

Fig. 12. Gebilde, welche in der Nähe des Gehirns der Libellenlarve sich häufig fanden. Oc. 3, Obj. 8.
d Körniger Inhalt derselben.
n Kern.

Fig. 13. Sagittalschnitt durch das Gehirn von Dytiscus marginalis. Oc. 3, Obj. 8.
n p Paariger Schlundmagennerv.

Fig. 14. Frontalschnitt durch das Gehirn und das Augenganglion von Cetonia aurata. Oc. 3, Obj. 5.

Fig. 15. Horizontalschnitt durch das Augenganglion von Dytiscus marginalis. Oc. 3, Obj. 5.
f Schichte der Nervenbündelschichte, welche nicht von Neurilemen überzogen wird.

Fig. 16. Histologische Elemente der Retina von Dytiscus marginalis. Oc. 4, Obj. 8.

a Kerne aus der Körnerschichte.

b Ganglienzellen aus der Ganglienzellenschichte.

c Kern aus der Ganglienzellenschichte.

Fig. 17. Zellen aus dem pilzhutförmigen Körper von Dytiscus marginalis. Oc. 4, Obj. 8.

Fig. 18. Schnitt in der Richtung x y (Fig. 23) durch das Gehirn von Dytiscus marginalis. Oc. 3, Obj. 5.

f a Fasern, die aus der Antennenanschwellung zum fächerförmigen Gebilde ziehen.

Fig. 19. Horizontalschnitt durch das fächerförmige Gebilde von Dytiscus marginalis. Oc. 3. Obj. 8.

Fig. 20. Sagitallschnitt durch das Gehirn von Musca vomitoria Oc. 3, Obj. 8.

f z Fasern aus der Antennenschwellung zum Rindenbelege.

l u Fasern aus der Längscommissur zum unteren Schlundganglion.

l c Fasern aus der Längscommissur zum Gehirn.

u g Fasern aus dem unteren Schlundganglion zum Gehirn.

Fig. 21. Horizontalschnitt durch das Gehirn und das Augenganglion von Musca vomitoria. Oc. 3, Obj. 8. Es mussten zur Anfertigung dieser Abbildung 2 Präparate verwendet werden.

c z Colossale Ganglienzellen.

c h a Kreuzung eines Theiles von Antennenfasern.

k s r Theil der Körnerschichte, welcher in das Innere der Moleculärschichte vorgeschoben scheint.

Fig. 22. Fast horizontaler Schnitt durch das Gehirn von Musca vomitoria. Oc. 3, Obj. 8.

Fig. 23. Schnitt in der Richtung p q (Fig. 20) durch das Gehirn von Musca vomitoria. Oc. 4, Obj. 8.

Fig. 24. Schnitt in der Richtung x y (Fig. 20) durch das Gehirn von Musca vomitoria. Oc. 3, Obj. 8.

a Fasern des Nerven für die Kauwerkzeuge, die sich zu Ganglienzellen begeben;

b solche, die sich kreuzen;

c Fasern desselben Nerven ungekreuzt in's Gehirn ziehend.

Fig. 25. Horizontalschnitt durch das Gehirn und das Augenganglion von Apis mellifica. Oc. 3, Obj. 5.

Fig. 26. Sagittalschnitt durch das einfache Auge und dessen Ganglion von Apis mellifica. Oc. 3, Obj. 8.

Fig. 27. Sagittalschnitt durch den inneren pilzhutförmigen Körper von Apis mellifica. Oc. 3, Obj. 8.

r k Ringförmige Körper Rabl-Rückhard's.

m e Zellen, welche die von letzterem gebildete Mulde erfüllen.

Fig. 28. Frontalschnitt durch das Augenganglion von Pieris Brassicae. Oc. 4, Obj. 5.

Fig. 29. Frontalschnitt durch das Gehirn von Pieris Brassicae. Oc. 4, Obj. 5.
fp Fasern aus dem fächerförmigen Gebilde zum pilzhutförmigen Körper.

Fig. 30. Frontalschnitt durch das Gehirn und das Augenganglion von Locusta viridissima. Oc. 3, Obj. 5.

Fig. 31. Frontalschnitt durch das Gehirn und das Augenganglion von Artemia salina. Oc. 3, Obj. 8.
Cz Median gelegenes Commissurensystem.

Fig. 32. Sagittalschnitt durch das Augenganglion von Squilla Mantis. Oc. 3, Obj. 4.

Fig. 33. Horizontalschnitt durch das Gehirn von Squilla Mantis. Oc. 3, Obj. 5.
mla und mli. Ausseres und inneres Marklager des pilzhutförmigen Körpers.
a Fasern aus dem Stiele in das äussere Marklager.
b Fasern aus demselben in das innere Marklager.
c Fasern aus demselben in das Zellenlager (zl).
cp Fasern von einem Marklager in das andere.

Fig. 34. Vorderer Theil eines Horizontalschnittes durch das Gehirn von Squilla Mantis. Oc. 3, Obj. 5.

Fig. 35. Querschnitt durch die Retina (die Sehstabschichte fehlt) von Astacus fluviatilis. Oc. 3, Obj. 8.

Fig. 36. Horizontalschnitt durch das Gehirn von Astacus fluviatilis aus der Nähe der unteren Fläche desselben. Oc. 3, Obj. 4.
Cst Commissur zwischen den Stielen des pilzhutförmigen Körpers.

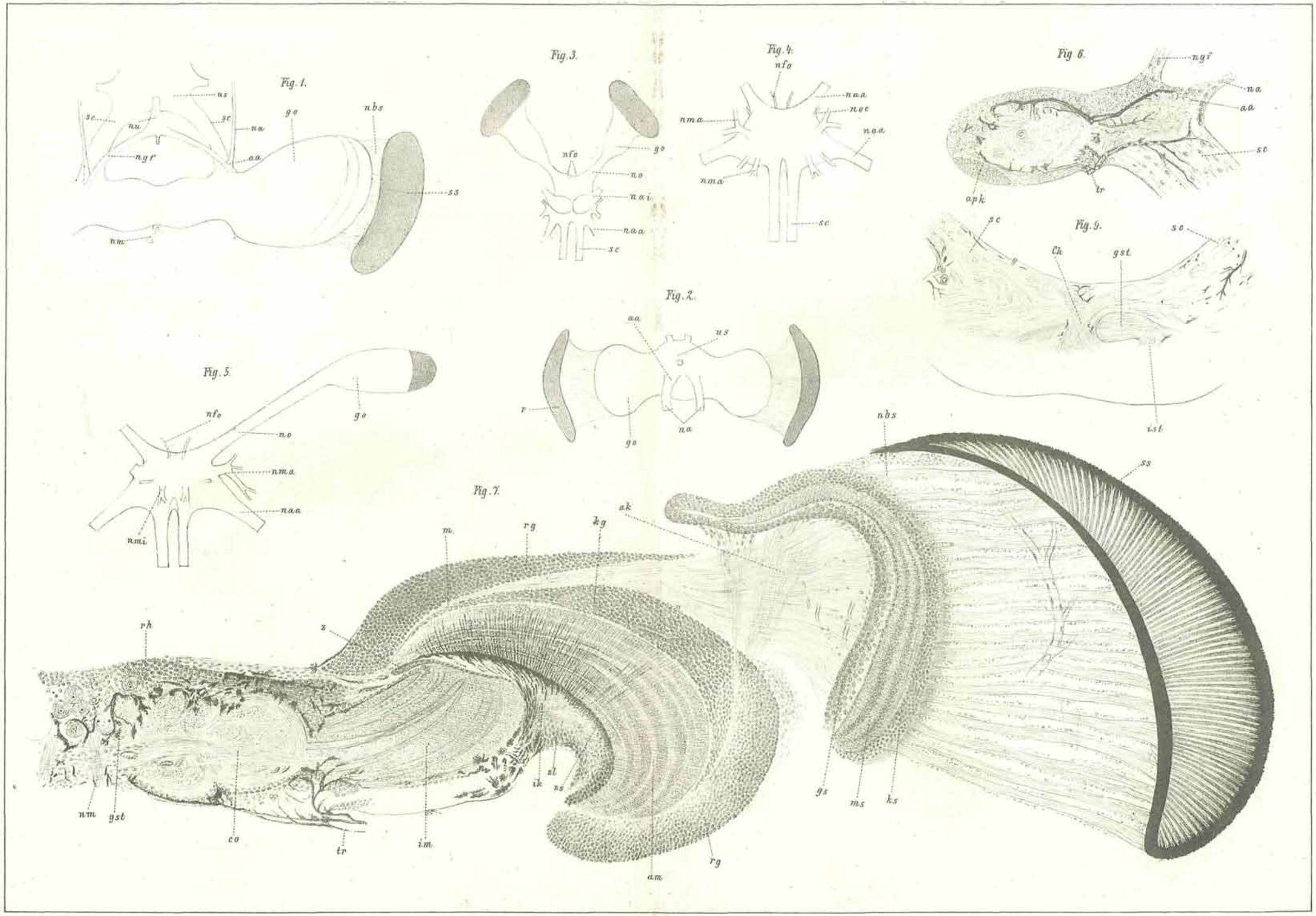
Fig. 37. Horizontalschnitt durch den pilzhutförmigen Körper von Astacus fluviatilis. Oc. 3, Obj. 5.
a Faserbündel, welches aus dem Zellenlager zl entspringt und in der Richtung zur Schlundcommissur zieht.

Fig. 38. Pigmentirte Ganglienzellen aus dem vorderen Ganglienzellenlager von Astacus fluviatilis. Oc. 2, Obj. Imm. 15.

Fig. 39. Frontalschnitt durch die rückwärtige Hälfte des Gehirns von Palinurus Locusta. Oc. 3, Obj. 4.
cp Fasern aus dem äusseren in den inneren pilzhutförmigen Körper.

Fig. 40. Frontalschnitt, nahe der Vorderfläche, durch das Gehirn von Palinurus Locusta. Oc. 3. Obj. 4.

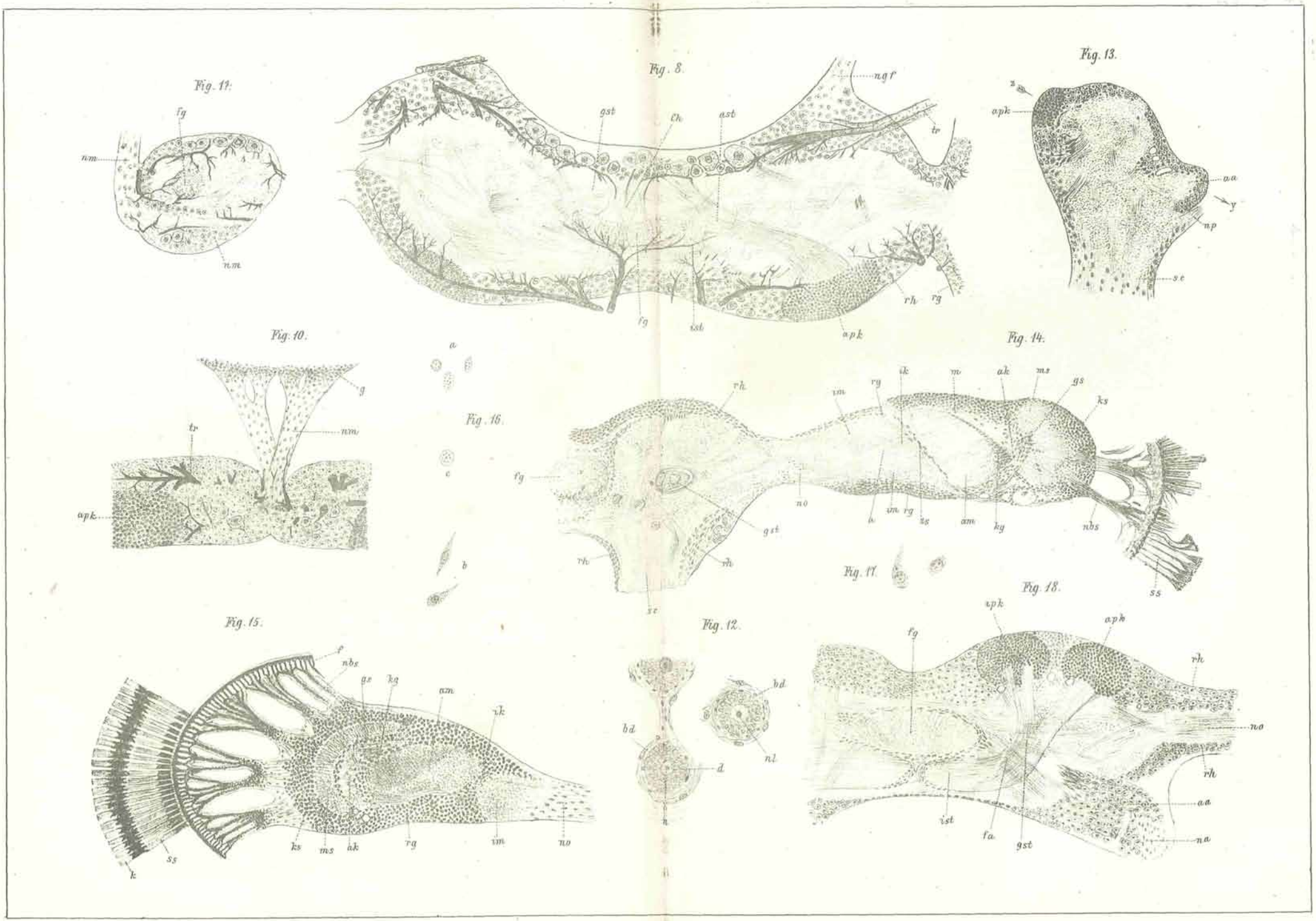
Die Figuren 7, 14, 25, 28, 30, 32, 36, 38, 39, 40 sind das künstlerische Werk des Dr. J. Heitzmann in Wien, die übrigen wurden vom Verfasser angefertigt.



Gez. v. Verf. u. v. Dr. J. Heitzmann, lith. v. Dr. J. Heitzmann.

Verlag v. Alfred Hölder, k. k. Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

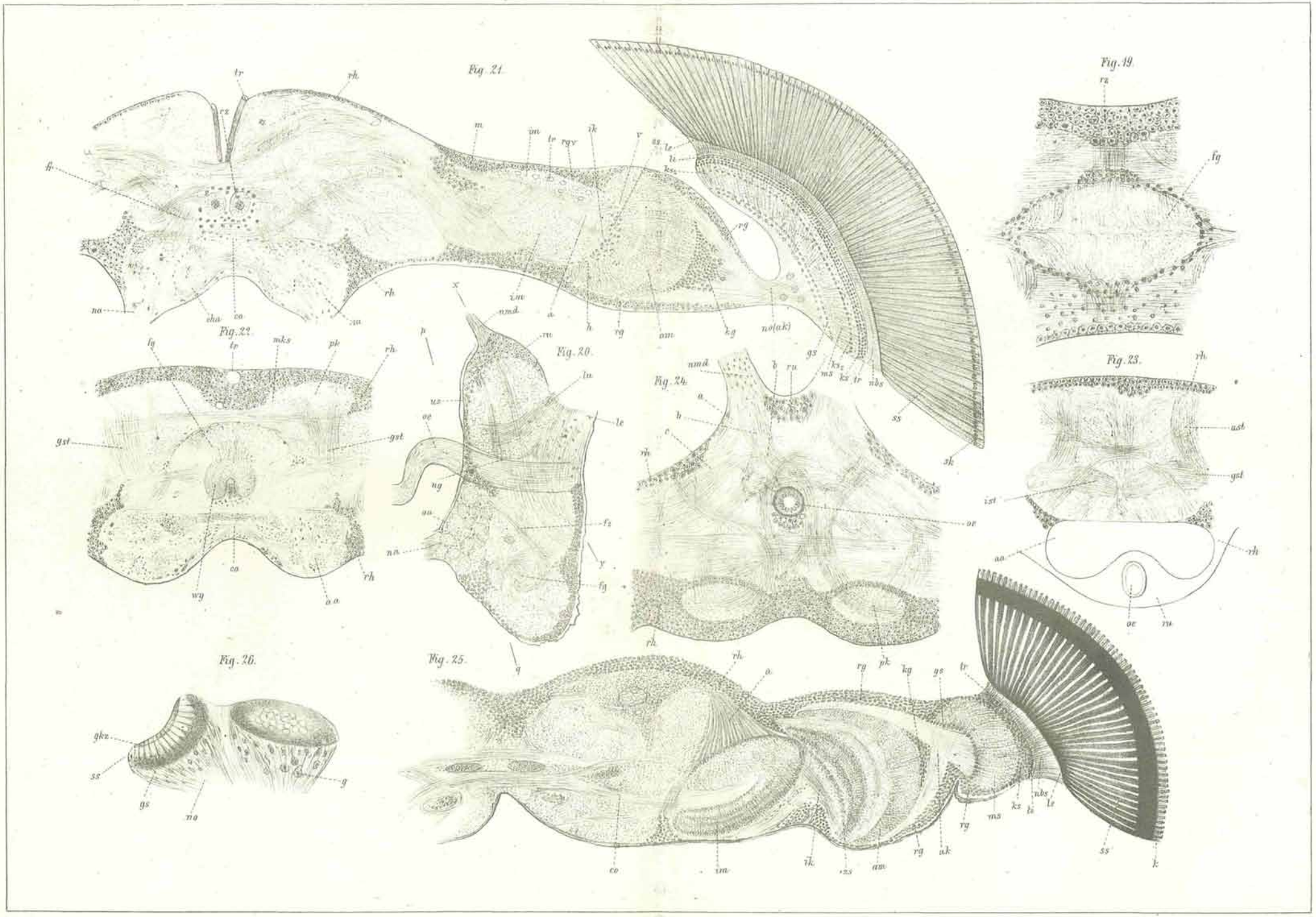
Lith. Anst. v. J. Appel & Cie. Wien.



Gez. v. Verf. u. v. Dr. J. Heitzmann, lith. v. Dr. J. Heitzmann.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

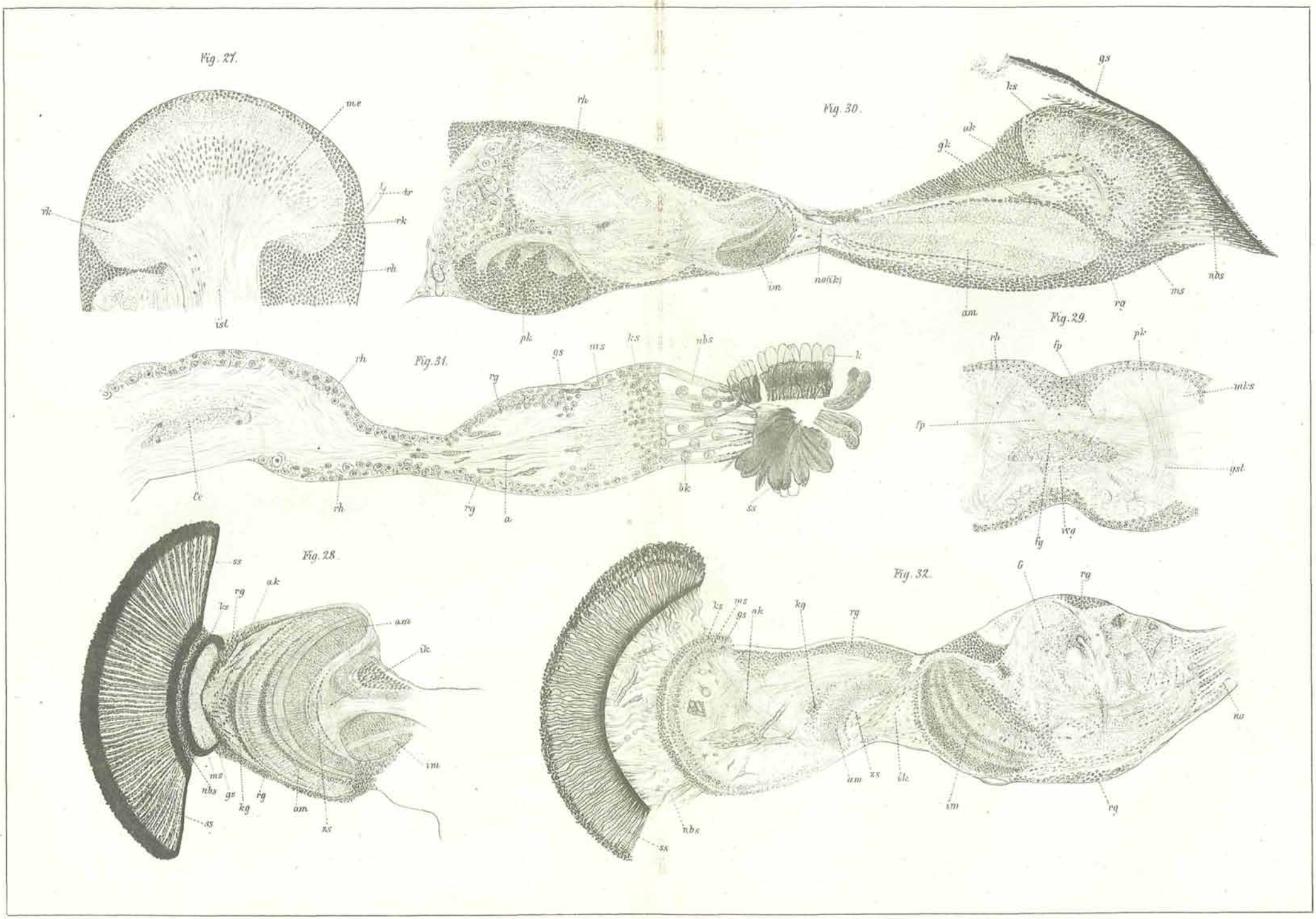
Lith. Anst. v. J. Appel & Co. Wien.



Gez. v. Verf. u. v. Dr. J. Heitzmann, lith. v. Dr. J. Heitzmann.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

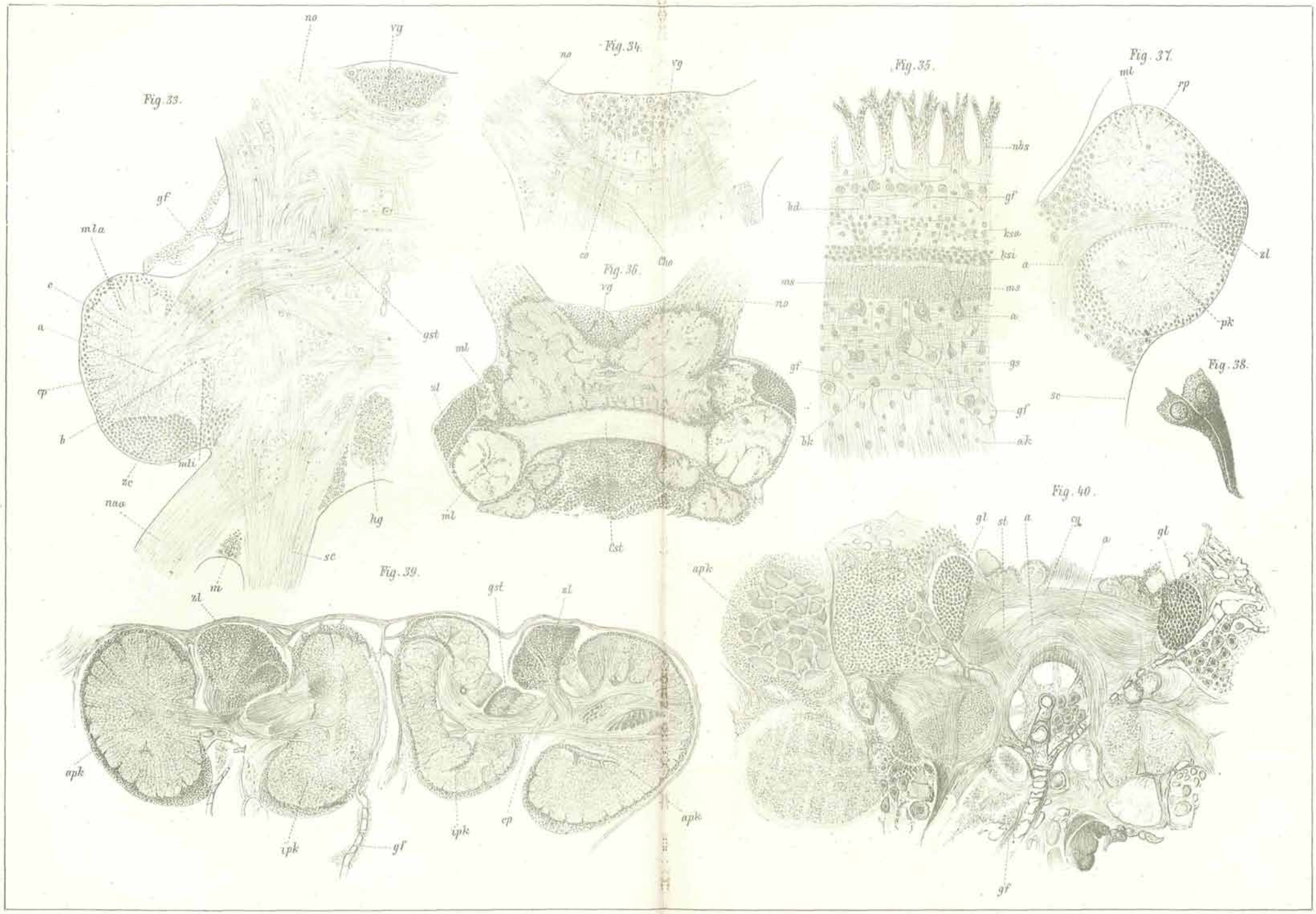
Lith. Anst. v. J. Appel & Co. Wien.



Gez. v. Verf. u. v. Dr. J. Heitzmann, lith. v. Dr. J. Heitzmann.

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith. Anst. v. J. Appel & Co. Wien.



Gez. v. Verf. u. v. Dr. J. Heitzmann, lith. v. Dr. J. Heitzmann

Verlag v. Alfred Hölder, k.k. Hof- u. Universitäts-Buchhandlung in Wien.

Lith. Anst. v. J. Appel & Co. Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: 1_2

Autor(en)/Author(s): Berger Emil

Artikel/Article: Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. (Mit 5 Tafeln) 173-220