© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Organisation des Arthropodengehirns.

Von

M. J. Dietl.

(Aus dem physiologischen Institute zu Innsbruck.)

Mit Tafel XXXVI—XXXVIII.

Die Studien, deren Resultate ich hier vorlege, wurden eigentlich im Dienste der Experimentalphysiologie unternommen.

Vor etwa zwanzig Jahren hatten zwei französische Forscher, Yersin und Faivre, an Insecten interessante Versuche angestellt über den Effect der Verletzung bestimmter Partien der Nervencentren. Von diesen Untersuchungen verdient besonders die Arbeit Faivre's [1]) um ihrer Präcision willen volle Beachtung. Faivre hat an Schwimmkäfern (Dytiscus lat.) sowohl das Oberschlundganglion wie das Unterschlundganglion entweder ganz oder theilweise exstirpirt, und definirt aus den Erfolgen die Beziehungen jener zu den psychischen Functionen. Aus der Reihe dieser Experimente vermag nun wieder eine Gruppe die Aufmerksamkeit des Physiologen besonders zu fesseln, ich meine jene, bei welcher durch einseitige Verletzung des Ober- oder Unterschlundganglions, sowie bei Durchtrennung der sie verbindenden Commissuren Coordinationsanomalien auftreten, die in den sogenannten Manègebewegungen im Sinne der unverletzten Seite ihren bestimmten Ausdruck finden. Ich hatte, ohne von den französischen Arbeiten Kenntniss zu haben, speciell derartige Versuche angestellt und zwar mit gleichem Erfolge bei allen Classen der Gliederthiere [2]).

1) Annales des Scienc. nat. — Zool. T. 8. 1857.

2) Mitgetheilt in den Berichten des naturw. medizin. Vereins Innsbruck 1875, als Vortrag über Coordinationsanomalien symmetrischer Körperbewegungen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bei der Unklarheit, in der noch immer die Erklärungen solcher Drehbewegungen befangen sind, wie sie eben in Folge der Verletzung gewisser Hirnpartien auftreten, erscheinen nun vergleichende Untersuchungen an wirbellosen Thieren durchaus wünschenswerth; aber sie erfordern ihrerseits zugleich eine entsprechende anatomische Basis, die uns die vergleichende Anatomie bis jetzt noch nicht geliefert hat. Die allermeisten Beschreibungen des Centralnervensystems wirbelloser Thiere, besonders des Gehirns derselben, beschränken sich auf eine äussere Morphologie; über die innere Organisation sind die Angaben überaus spärlich; »die Studien über das Gehirn der Arthropoden nach dieser Richtung hin,« sagt Leydig, »haben noch kaum begonnen« und »es eröffnet sich ihnen hier ein weites unbebautes Feld«[1].

Selbst an den wenigen vorliegenden Beschreibungen der bestdurchforschten Objecte sind aber noch mannigfache Ergänzungen und Berichtigungen anzubringen, wie aus den vor Kurzem erschienenen Studien Rabl-Rückhard's über Insectenhirne[2] hervorgehen dürfte. Die Misserfolge, von denen die Arbeiten auf diesem Gebiete begleitet wurden, scheinen mir aber vornehmlich in der Untersuchungsmethode begründet zu sein. Die Objecte, zu klein für directe makroskopische Inspection ihres Innern, wurden zumeist mit Reagentien behandelt, deren Schlusseffect eine Aufhellung der Gewebe bildete und nun suchte man mit Hülfe des Mikroskops sie zu durchdringen, durch Betrachtung von verschiedenen Seiten und vermittelst methodischen Drucks die Organisation aufzuschliessen; dass auf diese Weise viele Verhältnisse verborgen bleiben konnten, andere von den natürlichen sich entfernen mussten, erscheint unausweichlich.

Muss nicht auch hier eine Methode am Platze sein, die bei der Erforschung des Centralnervensystems der Wirbelthiere so reiche Ergebnisse zu Tage gefördert hat? Ich dachte demnach durch systematisch angelegte Durchschnittspräparate einen Einblick in den inneren Bau der Nervencentren bei Evertebraten zu erlangen; je weiter aber die Studien gediehen, um so mehr verringerte sich die Aussicht auf die Erreichung meines eigentlichen Zweckes, der Aufstellung eines verwendbaren Schemas über den Ursprung und Verlauf der Nervenfasern im Gehirn der Arthropoden, und zwar darum, weil mir eben durch diese Methode ein so complicirter Bau des Gehirns erschlossen ward, dass ich wohl sagen darf, es sei vorläufig noch ebenso schwierig, die gegenseitige Lage der nervösen Elemente im Gehirn der Evertebraten zu definiren, wie bei den Vertebraten.

1) Leydig, Vom Bau des thierischen Körpers. 1. Bd. 1. Hälfte, 1864. p. 232, 238.
2) Archiv für Anatomie u. Physiologie, 1875. p. 480.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wenn ich nun die Ergebnisse meiner Arbeit zur Publication bringe, so geschieht es vornehmlich aus dem Grunde, die Fachgelehrten auf ein Gebiet aufmerksam zu machen, wo der Forschung gewiss wesentliche Errungenschaften gesichert sind, so dass die vergleichende Anatomie wieder manchen neuen Anhaltspunct zu gewinnen vermag. Meine eigene Arbeit mag entsprechend ihrer ursprünglichen Intention immerhin ein Versuch bleiben, von dem ich lediglich wünsche, dass er in Bezug auf den Gegenstand selbst zu einer Anregung für die weitere Verfolgung desselben sich gestalte.

Die vorliegenden Untersuchungen über die Organisation des Arthropodenhirns beziehen sich auf folgende Species: Apis mellifica, Acheta (Gryllus) campestris, Gryllotalpa vulgaris, Carabus viol. und Astacus fluviatilis.

Bevor ich an die Einzelnbeschreibung gehe, will ich die Untersuchungsmethode schildern. Es wurde durchgehends vom lebenden Thier der Kopf oder der ihm entsprechende Körpertheil getrennt, das Gehirn frisch herauspräparirt, durch einige Stunden in $^1/_4$—$^1/_8$ proc. Ueberosmiumsäure gelegt, dann in eine Wachs-Oelmischung eingeschlossen und nun in bestimmten Richtungen systematische Durchschnitte angefertigt, welche, direct auf den Objectträger in Glycerin übertragen, zum sofortigen Studium geeignet waren.

Einigen dieser Technicismen möchte ich gern einen kleinen Commentar widmen. Was vorerst die Herausnahme des Hirns anbelangt, so erscheint es für die in Rede stehende Behandlungsweise unumgänglich nothwendig, dass selbes wirklich im frischen Zustande in die Erhärtungsflüssigkeit gelange, resp. am gerathensten, es aus dem lebendigen Thiere zu präpariren. Ich verfahre dabei folgendermassen: ich löse erst die der Stirn entsprechende Chitindecke ab, bei breitköpfigen Thieren kann man gleich eine breite Partie auf das Messer nehmen, bei gekielter Stirn (Gryllotalpa) trage man erst den Kiel ab, dann die seitlichen Partien; man legt dadurch das Innere des Kopfes nach und nach blos, indem man die Chitindecken bis zu den Netzaugen abträgt. Jetzt befestige ich den Kopf mittelst einer feinen Nadel (am besten durch die Mundtheile gestochen) auf einer in einer Glasdose angekitteten Korkplatte und bringe ihn unter Wasser. Darauf wird mit Pincette, spitzem Scalpell und kleiner Scheere die Isolirung des Gehirns besorgt, generaliter am besten folgendermassen: man entfernt die deckenden Tracheenpartien, bringt die Hirnoberfläche mit dem opticus zur Anschauung und löst von den Netzaugen die nervöse Partie ab, dann löst man das Gehirn auch rückwärts und überzeugt sich durch leichtes

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Vorwärtsdrängen, dass es hier flott sei; nun kann man mit der Scheere von vorn unter dasselbe gehen, die Commissuren, resp. Hirnschenkel trennen und es dann allmälig herausheben. Jede Verletzung des Neurilemms, ferner ein zu kurzes Abtrennen der grösseren vom Ganglion entspringenden Nerven muss sorgfältig vermieden werden, weil unter dem Einfluss der Osmiumsäure die weiche Hirnmasse durch derartige Oeffnungen herausgepresst und das ganze Bild vollständig verzerrt wird. Ist das Hirn in der Osmiumlösung entsprechend gehärtet, was bei der angegebenen Concentration in 3—4 Stunden der Fall ist, so giebt man es in etwas Alkohol, um es sofort einzubetten. Die Einbettungsmasse mische man so, dass sie der Consistenz des Objectes entspreche: zu harte Masse erschwert die Schnittführung ungemein. Um die Objecte bequem in eine beliebige Richtung zu bringen, verfahre ich wie folgt: die Hülse, welche das flüssige Wachs aufnimmt, wird erst theilweis gefüllt und nun so lange gewartet, bis dasselbe an der Oberfläche beinahe zu erstarren beginnt, nun wird das an Filtrirpapier durch Antupfen abgetrocknete Object eingelegt und kann leicht mit einer Nadel oder dergl. in die entsprechende Richtung gebracht werden; sofort wird mit dem Glasstab von der Seite her flüssiges Wachs nachgetropft, bis das Object hinreichend bedeckt und eingeschlossen ist. Die richtige Lagerung des Objectes ist eine wesentliche Bedingung für das Gedeihen der Durchschnitte, bei deren Anfertigung man sorgsam darauf zu achten hat, dass im Präparate die bilaterale Symmetrie bewahrt bleibt. Schiefe Durchschnitte verwirren leicht die Auffassung, weil man nicht mehr gut erkennt, welche Seite einer höheren oder tieferen Lage angehört.

Bei der Waldameise (formica rufa) und der Honigbiene ist das Gehirn durch die neueren Arbeiten von Dujardin und Leydig am besten erforscht. Daran schliesst sich auch die jüngst erschienene Abhandlung von Rabl-Rückhard.

Ich halte es für zweckmässig, an die Angaben dieser Autoren anzuknüpfen.

Da ich bis jetzt noch nicht Gelegenheit hatte die Ameise zu untersuchen, so beschränke ich mich vorläufig auf die Betrachtung des Bienenhirns und finde es zur Erleichterung der Darstellung an dieser Stelle unvermeidlich, das Nothwendigste aus den Angaben der genannten Forscher voranzustellen.

Man unterscheidet mit Leydig[1]) am Bienenhirn primäre An-

1) Leydig, l. c. p. 232.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schwellungen, von denen sich rechts und links die Augenanschwellungen, an der Unterseite aber die bilateralen Antennenanschwellungen abheben; ausserdem findet man am Scheitel merkwürdige Gebilde, welche von Dujardin als »Lappen mit Windungen« oder »radial gestreifte Scheiben« bezeichnet wurden.

Die von einer pulpösen Rinde umgebene homogene Innensubstanz der Primäranschwellung differenzirt sich an den eigentlichen centralen Stellen der Hirnhälften, indem da ein grosser solider Ballen sich zeigt, gleichsam wie ein riesiger Nucleus, für den die Substanz des Hirnstocks das Protoplasma darstellt. Dieser von Dujardin einfach als ein Höcker an der Hirnoberfläche (tubercule) genommene Ballen soll nach Leydig als solcher isolirbar sein.

Die Beschreibung des Sehlappens interessirt uns vorläufig nicht.

Die Antennenanschwellung stellt eine helle homogene Substanz in Ballenform dar und wird von einer granulösen Rindensubstanz umgeben; diese Ballen wurden von Dujardin als Papillen aufgefasst. Leydig dagegen erklärt sie für hüllenlose Ganglienkugeln, bestehend aus einer granulären Substanz mit schwer sichtbarem Nucleus.

Die an der Scheitelfläche des Hirns liegenden radial gestreiften Scheiben stellen paarige rundliche Hirnabtheilungen dar, an denen scheinbar die helle homogene Masse die Rinde bildet und die graue granuläre Masse nach innen getreten ist. In der That ist aber die letztere mit der histologisch gleichbedeutenden Rindensubstanz des übrigen Hirns in Continuität geblieben und erzeugt an der Scheibe nur jederseits zwei Einstülpungen. Die helle Substanz der Scheibe verhält sich im Allgemeinen wie eine bandartige Einfassung und erzeugt die von Dujardin als Windungen bezeichneten Gebilde.

Dieser beschriebene anatomische Complex tritt nicht über die Hirnfläche hervor und beeinflusst deren Relief nicht. Je eine Scheibe, resp. deren bandartige Einfassung soll nun durch einen kurzen Stiel mit der centralen Masse der primären Anschwellung in Verbindung stehen. (Unter dieser centralen Masse ist das eigentliche Substrat der primären Anschwellung, nicht der centrale Ballen oder Nucleus zu verstehen.) Was die histologische Definition anbelangt, so besteht die graue oder granuläre Rinde aus kleinen Ganglienkugeln, die ausser dem Kern noch feine, scharfe Körnchen (Fetttröpfchen) einschliessen. Von gleicher Art ist jener Theil der Rinde, der innerhalb der bandartigen Einfassung der Scheiben liegt und deren becherförmigen Raum ausfüllt, sowie auch der dünne Ueberzug, der über die Windungen selbst hinwegzieht.

Die helle, gelblich angeflogene homogene Innensubstanz stellt Leydig jener Partie an die Seite, die in den Bauchganglien als centrale Punct-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

substanz auftritt, nur haben ihre Elemente im Hirn nicht mehr den rein molekulären Character, sie zeigen sich vielmehr als kleine Ballen, welche einen nucleusartigen Fleck wahrnehmen lassen, so dass die Substanz in toto streng genommen nicht mehr als homogen bezeichnet werden kann.

Während nun Dujardin für die Nervencentren wirbelloser Thiere eine Stufenleiter in der Weise reiht, dass die Bauch- und Brustganglien, der Sitz des rein instinctiven Lebens, lediglich aus pulpöser Rindensubstanz (substance corticale pulpeuse) bestehen und ebenso noch das Gehirn der Insecten von geringeren geistigen Fähigkeiten, dass aber weiterhin bei intelligenteren Insecten im Hirn eine Substanz auftritt, wie sie die Corps pedoncules aufweisen, eine Substanz, die bei den gesellig lebenden, relativ intelligentesten Arten völlig in den Vordergrund tritt und die pulpöse Rindensubstanz bis auf einen schwachen Ueberzug reducirt: macht dagegen Leydig geltend, dass auch in den Bauch- und Brustganglien eine central gelagerte Punctsubstanz sich finde, welche im Wesentlichen mit jener der Corps pedoncules identisch sei, indem letztere nur als höhere Stufe der einfachen Punctsubstanz angesehen werden könne. In Uebereinstimmung mit Dujardin sieht auch Leydig die Scheiben mit ihren Windungen als den Sitz des höheren Seelenlebens an und weist die Vermuthung von der Hand, dass sie mit den Netzaugen in Beziehung stehen möchten.

Auch Rabl-Rückhard hat das Gehirn der Biene untersucht, um über Verhältnisse Aufschluss zu erhalten, die ihm beim Studium des Ameisenhirns dunkel geblieben waren. Es handelt sich hier vornehmlich um jene in den primären Anschwellungen gelegenen centralen Ballen, die Leydig mit einem riesigen Nucleus vergleicht [1]). Rabl-Rückhard hat nämlich die »pilzhutförmigen Lappen« mit den »Ringkörpern« nebst der an der hinteren Seite des Grundstocks befindlichen Schicht von Nervenmasse abpräparirt und dann an der Stelle jener Ballen einen kurzen, dicken, cylindrischen Zapfen aus einer entsprechenden Oeffnung herausgehebelt. Diese Oeffnung durchsetzt die ganze Dicke der vorderen Wand des Grundstocks, der also als eine von zwei querovalen Löchern durchbohrte Lamelle zurückbleibt. Die Nervenmasse des Grundstocks zeigt rings um die Oeffnungen eine concentrische Anordnung. Der Zapfen reicht mit seiner vorderen Grundfläche unmittelbar an die vordere Fläche des Grundstocks und tritt hier frei zu Tage, nur

1) Leydig l. c. p. 233. In der Abhandlung Rabl-Rückhard's hat sich ein kleiner Lapsus eingeschlichen, der sich durch die ganze Discussion zieht; es heisst hier nämlich durchgehends »nucleulus«, was Angesichts des Attributes »riesig« zu einer Contradictio in adjecto Veranlassung giebt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von der Tracheenhaut bedeckt; nach rückwärts verbreitert er sich, um in die hintern Schichten der Nervenmasse des Grundstocks überzugehen, wo eine Trennung nicht gelingt. Die Zapfen haben eine axiale Faserung; sie haben mit der Commissur zum Unterschlundganglion nichts zu thun, sondern stellen vielmehr eine längscommissurartige Verbindung zwischen den vorderen und hinteren Schichten des Grundstocks dar: ihr optischer Querschnitt entspricht dem centralen Nucleus von Leydig.

Eigene Beobachtung.

Um das Gehirn der Biene im frischen Zustand herauszunehmen, verfahre ich folgendermassen: ich trage mit dem Messer vorerst in einem Schnitt die Chitindecke in der ganzen Ausdehnung der vorderen Kopfseite bis zu den Nebenaugen ab; darauf befestige ich den Kopf mit einer Nadel bei den Mundtheilen auf Kork unter Wasser, löse erst die oberen Partien (Nebenaugen) dann die seitlichen (Netzaugen) aus ihren Verbindungen, hebe das ganze Hirn leicht in die Höhe und durchschneide den Oesophagus mit der Scheere; nun lässt sich das ganze Hirn (Ober- und Unterschlundganglion) mit den noch anhängenden Organen (Kopftheil der Speicheldrüsen) leicht flott machen, reinigen und in die Osmiumsäurelösung legen.

Durchschnitte, in verschiedenen Ebenen ausgeführt, verbreiten nun bald ein besseres Licht über die innere Organisation des Objectes, und da erweist sich denn, um das vornehmlichste Ergebniss sofort an die Spitze zu stellen, dass die Lappen mit Windungen oder radial gestreiften Scheiben (Dujardin), der riesige Nucleus (Leydig), die zapfenartigen Längscommissuren (Rabl-Rückhard), dass alle diese verschiedenen Dinge in der That ein einziges, innig zusammenhängendes anatomisches Gebilde darstellen. Die Sache verhält sich so: Am Scheitel des Hirns liegen jederseits zwei ringförmige Körper als ovale Wülste (*Mw*, Fig. 1—5), welche zugleich in der sagittalen Scheitelcurve des Hirns gekrümmt sind[1]). Den Vergleich dieser Wülste von Rabl-Rückhard, der für sie die Bezeichnung »ringförmige Körper« vorgeschlagen hat, mit Hodge'schen Pessarien finde ich ganz zutreffend; die Ringe sind seitlich zusammengedrückt, von vorn nach hinten gekrümmt, und schliessen eine entsprechende Mulde ein. (Sie entsprechen der »bandartigen Einfassung« und den »Windungen«.) Der untere Rand der Wülste strebt einem Centrum zu, von dem ab je ein faseriger

1) Der Leser dürfte einen leichteren Ueberblick gewinnen, wenn er unter Einem gleich in die Erläuterung der Abbildungen Einsicht nimmt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Stiel (*iSt*, *aSt* Fig. 1, 2, 5) gegen die Vorderfläche und die Medianebene des Hirns zieht. Das Ganze, item je ein ringförmiger Körper mit dem Stiel, lässt sich also in diesem Falle immerhin mit einem Blätterpilze vergleichen, dessen seitlich comprimirter Hut mit oben concaver Oberfläche eine längliche Mulde bildet. Die Stiele der inneren Wülste *iSt* gelangen nicht an die Vorderfläche des Hirns, sondern stossen an einer später genau zu bezeichnenden Stelle am Grund der primären Hirnanschwellung (*pA*, Fig. 1, Fig. 5) in der Medianlinie zusammen, während die äusseren Stiele (*aSt*) nicht in der Medianebene, sondern etwas seitwärts von ihr an der Oberfläche des Hirns, leicht kolbenförmig angeschwollen derart frei enden, dass sie, etwas über die Hirnoberfläche vorragend (*aSt* Fig. 4), nur von dem der vorderen Hirnfläche anliegenden und das Neurilemm vertretenden Blatte der Kopftracheenblase überzogen sind. Entsprechend dieser Hervorragung ist die Bezeichnung »tubercule« von Dujardin nicht ungereimt; das freie Ende des äusseren Stiels entspricht zugleich dem »centralen Ballen« von Leydig, während die »längscommissurenartige Verbindung« von Rabl-Rückhard berichtigt wird durch den Nachweis des unmittelbaren Uebergangs der besprochenen Stiele in die pilzhutförmigen (ringförmigen) Körper. Die beiden Stiele, nämlich der äussere und innere, legen sich in ihrem Verlauf eine Strecke lang knapp aneinander und platten sich gegenseitig hier derart ab, dass man nur einen Stiel vor sich zu haben glaubt. Geht ein frontaler Schnitt nahe der vorderen Hirnfläche, so erhält man Bilder, die der Zeichnung von Leydig [1]) am meisten entsprechen, da wir den Querschnitt des äusseren Stiels als centralen Kern in der primären Anschwellung vor uns haben. Werden aber die Stiele weiter hinten durchschnitten, so zeigt ihr Querschnitt in einer gewissen Tiefe (Frontalschnitte, welche das Unterschlundganglion aufnehmen) sich in zwei, resp. vier Lamellen getrennt, so zwar, dass die mittlere Trennungslinie als der Ausdruck der beiden Hauptstiele besonders ausgeprägt ist, während die seitlichen in einer differenzirten Faserlage der einzelnen Stiele begründet zu sein scheint.

Die Beschreibung, welche Leydig vom Gehirn der Ameise giebt, kommt meiner Darstellung über die Biene in vielen Beziehungen nahe; es gehen dort von den Windungen zwei Stiele aus, die im Grundstock in der Medianlinie enden [2]), ohne ineinander überzugehen; was aber den durch eine durchgreifende Theilungslinie in zwei Hälften zerlegten centralen Körper anlangt, welchen Leydig als den Anfang der Hirn-

1) Tafeln zur vergleichenden Anatomie. 1864. Tab. VIII, Fig. 3.
2) Tafeln zur vergl. Anat. Tab. VIII, Fig. 4.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schenkel anspricht[1]), so zweifle ich keinen Augenblick, dass derselbe lediglich den optischen Querschnitt eben jener Stiele vorstellt. Die Lage des Körpers und die Richtung der Theilungslinie stimmen damit vollends überein.

Bei der Biene ist die Verbindung zwischen Ober- und Unterschlundganglion (welches in der weiteren Darstellung keine genauere Besprechung seiner Organisation erfährt) eine so massige, dass die Hirnschenkel kaum als solche in den Vordergrund treten können; sie schliessen eine enge, längsovale Schlundöffnung ein.

Es handelt sich nun darum, diese eigenthümliche Organisation genauer zu schildern; ich möchte mir jedoch immerhin die Beschreibung manchen histologischen Details für später aufsparen, weil mehrere dieser Verhältnisse bei anderen Thieren einfacher und darum leichter darzulegen sind.

Vor Allem muss ich hier bemerken, dass nach meinen Erfahrungen die nervösen Elemente im Gehirn der Evertebraten in drei verschiedenen Formen sich darstellen.

Man findet 1. Ganglienzellen, wie sie eingehend beschrieben sind, und verwandte Gebilde als freie protoplasmalose Kerne; 2. Nervenfasern von der verschiedensten Stärke, von den feinsten Fibrillen, wie sie etwa die Achsencylinder der Wirbelthiere constituiren, bis zu jenen bandartigen Fasern, aus denen bei den Wirbellosen die Commissuren des Bauchmarks und die peripheren Cerebrospinalnerven vornehmlich bestehen; 3. eine eigenthümliche Anordnung von nervöser Substanz, die sich bald als feinste Fibrillen in axialer Anordnung, bald als feinstes Netzwerk von verschiedener Dichte, bald als lamellöse Blätter oder gänzlich homogen darstellt. Bei dieser verschiedenen Texturform erhält sich jedoch ein durchgreifendes Kriterium, welches in dem Verhalten gegen Osmiumlösung seinen Ausdruck findet: die erwähnte Substanz färbt sich nämlich unter dem Einfluss des Osmiums erheblich dunkel, während die andern Elemente nur entsprechend gebräunt werden. Da nun die Färbung durch Osmium in einer chemischen Reaction bedingt erscheint, so ist zu schliessen, dass dieser Substanz eine ähnliche histochemische Zusammensetzung zukommt, wie etwa dem Myelin in den markhaltigen Fasern der Wirbelthiere. Ich bezeichne nun diese Substanz auch, um für die folgende Darstellung einer Benennung nicht zu entbehren, als Marksubstanz[2]), in der Voraussetzung, dass die vorangehende Darstellung vor Missverständnissen schützt und mit der

1) l. c. p. 237.

2) Dieser Ausdruck wird auch theilweise schon von Leydig und von Rabl-Rückhard gebraucht. Vergl. noch Leydig l. c. p. 221.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bemerkung, dass diese Marksubstanz mit jener der Wirbelthiere (ausser dem Verhalten gegen Osmium) nichts gemein hat.

Der Grundstock oder die primäre Anschwellung (*pA* Fig. 1—5) besteht theils aus fein moleculärer Substanz, zum grössten Theil aber aus Nervenfasern, welche besonders an der medialen und oberen Seite des für die zapfenförmigen Stiele bestimmten Canals in dichteren concentrischen Bündeln verlaufen (Fig. 3 1), lateralwärts aber (Fig. 3 2), nach allen möglichen Richtungen hin das Hirn durchziehen und auf frontalen Schnitten grösstentheils als Querschnitte zur Anschauung gelangen. Oben liegen der Primäranschwellung die pilzhutförmigen Gebilde auf, deren Stiele sich in den erwähnten Canal einsenken, so zwar, dass die Scheiben oder Wülste von der Oberfläche der Primäranschwellung durch eine Lage von Ganglienzellen getrennt wird (Fig. 2 1), die sich an der vorderen und hinteren Hirnfläche, sowie seitlich zwischen die pilzhutförmigen Körper und den Hirnstock eindrängen (Fig. 1 1, Fig. 5 1), wodurch zugleich zwischen diesen beiden Partien nur eine laxe Verbindung besteht. Diese Ganglienzellen besitzen hier alle ihre Attribute: Protoplasma und Kern; jemehr sie jedoch an den Rand des Ringwulstes heransteigen, destomehr ändern sie ihren Character, indem ihr Protoplasma immer mehr reducirt erscheint, so dass schliesslich die Mulde des Pilzhutes von Elementargebilden erfüllt ist, welche isolirt nicht sofort ihre gangliöse Natur enthüllen würden. Wir finden hier lediglich Kerne, ganz von demselben Aussehen und demselben Verhalten, wie sie uns in der Retina entgegentreten. Diese Kerne behalten auch nach der Behandlung mit Osmium eine helle gelbliche Färbung bei. Sie füllen die Mulde des Pilzhutes bis auf den Grund aus, stehen jedoch rücksichtlich der einzelnen Becher, so viel ich gesehen habe, nicht in directem Zusammenhang, d. h. sie überziehen den Wulstrand des Bechers nicht (Fig. 1, 2, 3), letzterer reicht vielmehr frei an die Hirnoberfläche; dagegen erstrecken sich diese Kerne vom äusseren Rand der zwei lateralwärts gelegenen Becher tief hinein zwischen Augenganglion und Primäranschwellung (Fig. 1 2), nehmen aber dabei umsomehr Protoplasma an, je mehr sie sich von der Scheitelfläche entfernen; schliesslich hängt dieses Stratum kleiner Ganglien mit jener Lage von Nervenzellen zusammen, die zwischen Hirnstock und Antennenanschwellung sich eindrängt und die letztere selbst theilweis überzieht (Fig. 2 2).

Der Wulst selbst (*Mw* Fig. 1—5), der den grössten Theil der Becherwand bildet, besteht aus Marksubstanz, welche gegen den Grund zu, wo der Stiel seinen Ursprung nimmt, eine radiale Streifung zeigt (Fig. 5). Die Markmasse hat theils ein homogenes oder moleculäres,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

theils ein faseriges Gefüge, und zwar streben die Fasern alle dem Stiel zu, der sich auch in der That zum Theil aus ihnen entwickelt. Der Stiel nun ist in seinem Verlaufe faserig; in der kolbenförmigen Anschwellung des äusseren Stiels, die an der vorderen Hirnfläche zu Tage tritt (Fig. 1, Fig. 4 *aSt*) wird die Substanz aber so homogen, dass sich keine Structur demonstriren lässt, nur feine Canälchen durchziehen diese Partie, wahrscheinlich feinste Verästelungen der Tracheen. Die Markmasse der Wülste scheint übrigens nur mittelbar den Ursprungsherd der Stielfasern zu bilden und ist es wenigstens nicht ausschliesslich; es zeigt sich nämlich, dass von jenen gangliösen Kernen, welche den Binnenraum des ringförmigen Wulstes ausfüllen, Fasern entspringen, welche entweder direct in die centralen Partien des Stiels eindringen und dann solche, welche in den markigen Wulst gehen, von da aus zum Stiel weiter ziehen und somit dessen periphere Rinde bilden. Alle diese Einzelnheiten sollen später bei der Beschreibung des Gehirns der Grille bezüglich des feineren anatomischen Baues besser gewürdigt werden; vorläufig möge dies genügen, um die allgemeine Anordnung zu kennzeichnen.

Die primäre Anschwellung oder der Hirnstock birgt aber noch ein anderes Gebilde, von dem man bis jetzt kaum eine Ahnung hat. Sowohl an transversalen wie an frontalen Schnitten trifft man im Centrum des Hirns median gelagert ein fächerförmiges Gebilde, wie es in Fig. 1 *Cs* dargestellt ist. Hier entwickeln sich aus einem knaufförmigen Complex von Fasern (Fig. 1 3), der sich aus Zügen bildet, welche an der vorderen Hirnfläche liegen und dem Hirnstock 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 zehn beträgt. Das ganze rosetten- oder fächerförmige Gebilde ist umgeben von einem weitmaschigen, durchsichtigen Fasernetz und wird nach unten umfasst von den innern Stielen: hier also, unter diesem Gebilde, treffen letztere in der Medianlinie zusammen.

Der Umstand, dass diese eigenthümliche Gruppirung in gleicher Weise an Durchschnitten angetroffen wird, deren Ebenen aufeinander senkrecht stehen, fordert schon zur Anfertigung sagittaler Durchschnitte auf, und in der That ergeben dieselben, dass sowohl die Stäbe wie die Keile eben die Durchschnitte von Blättern sind, welche einer Malerpalette ähnlich, mehr als einen Quadranten umfassend, hier in radiärer Anordnung untergebracht sind. Es sei hier auch vorläufig erwähnt, dass diese einzelnen Blätter eine Marksubstanz zum Substrate haben und dass zwischen die einzelnen Blätter sich zarte Lamellen von Binde-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

substanz einschieben (auf Fig. 1 zwischen den beiden äussersten Keilen). Dagegen fragt es sich, was haben wir hier vor uns? Aus der Beschreibung[1]) und aus der Zeichnung[2]) die Leydig vom Gehirn der Ameise giebt, geht klar hervor, dass er das in Rede stehende Gebilde in seinen Umrissen allerdings gesehen hat. Er äussert sich darüber folgendermassen:

»Setzt man das ganze Gehirn einem stärkeren Druck aus, so kommen ausser den aufgezählten paarigen Elementen auch noch andere wichtige Theile zum Vorschein, die unpaar sind, in der Mittellinie liegen und offenbar zum Commissurensystem gehören. Man gewahrt über der Stelle, da wo die Trennungslinie der von beiden Seiten zusammenstossenden Hirnstöcke sich befindet, genau in der Mittellinie einen halbkugeligen Körper, dessen Rand zarte Einkerbungen hat und der wie mit zwei seitlichen Stielen in der Tiefe wurzelt. Wieder etwas in der Höhe findet sich gewissermassen die Wiederholung des eben bezeichneten Körpers: ein Bogen granulärer Substanz am Rande gekerbt, dessen Seitentheile, indem sie streifig werden, sich abermals nach aussen verlieren. Die beiden Bildungen verhalten sich wie stark gebogene Brücken zwischen den Hirnhälften. Es scheint mir übrigens, wie wenn ihr granuläres Aussehen auf Durchschnitte von Fäserchen zu deuten wäre und die Einkerbungen des Randes als Andeutung von Bündeln. Sie verdienen jedenfalls noch ganz besonderer Untersuchungen«. Von den Angaben Rabl-Rückhard's[3]) über diesen Punct ist nur anzuführen, dass er nicht in der Lage war sich diese Dinge zur Anschauung zu bringen und sich darum auch der Auslegung Leydig's nicht anzuschliessen vermag.

Was es nun vom anatomischen Standpuncte damit für eine Bewandtniss habe, geht aus meiner obigen Beschreibung hervor; sollen wir aber auch der Deutung beistimmen, die darin ein Commissurensystem erblickt? Es lassen sich dagegen keine Einwendungen machen: ein unpaares medianes Gebilde, das Nervenfasern in sich sammelt, kann diesem Zwecke durchaus entsprechen. Vielleicht wäre aber doch auch die Ansicht, dass hier ein unpaarer Ursprungsheerd von Nervenfasern vorliegt, nicht ganz ungereimt.

Was die räumliche Anordnung der Ganglienzellen betrifft, so liegen sie im Allgemeinen an der Oberfläche des Gehirns. Ihre Beziehung zu den pilzhutförmigen Körpern ist bereits geschildert: es drängen sich die Zellen an der unteren Seite des Hutes zwischen die-

1) l. c. p. 238.
2) Tafeln zur vergl. Anatomie, Tab. VIII, Fig 4 *F*.
3) l. c. p. 496.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sen und die primäre Anschwellung ein; sie überziehen ausserdem das Hirn längs der Medianlinie an der Vorder- und Rückseite, um sich vorn zwischen Hirnstock und Antennenanschwellung wieder auszubreiten, hier mit den zwischen Augenanschwellung und Hirnstock liegenden zusammenzufliessen und schliesslich die Vorder-, resp. Unterseite des Unterschlundganglions (Fig. 4 *U*) zu überkleiden. Eine Reihe ausgezeichneter grösserer Ganglienzellen liegt in symmetrischer Anordnung in scharf gezeichneten Fächern von Bindesubstanz über dem medianen Commissurensystem (Fig. 1 4).

Nachdem wir nun einen allgemeinen Ueberblick über die Organisation der Hauptbestandtheile des Hirns gewonnen, ist noch der Antennenanschwellungen zu gedenken. Sie liegen unten an der vorderen Hirnfläche als zwei zitzenförmige Vorsprünge (Fig. 2, 3, 4 *Bo*); wie sehr sie auf das Relief der Hirnoberfläche einwirken, erweist der sagittale Durchschnitt Fig. 4. Der Anschauung Leydig's über ihre histologische Zusammensetzung ist oben Erwähnung gethan: eine helle, homogene Substanz in Ballenform (hüllenlose Ganglienkugeln) bilden das Innere, das von einer granulirten Bindesubstanz umkleidet wird.

Meine Beobachtungen ergeben folgende Resultate. Die Hauptmasse der Antennenanschwellung erweist sich als Marksubstanz von deutlich gestrickter faseriger Textur. Dies Netzwerk ist am weitmaschigsten gegen das Centrum und wird immer enger und enger gegen die Peripherie; hier aber wird es partienweise so fein, dass sich nun Ballen differenziren (Fig. 6 *b*), welche das Netzwerk der Anschwellung rings umgeben. Das Ganze ist dann umkleidet durch einen Mantel von Ganglienzellen (Fig. 6 *a*), welcher sich von der gestrickten Marksubstanz scharf absetzt, die Kuppe der Anschwellung aber frei lässt; hier tritt auch der Antennennerv ab (Fig. 6 *c*).

Nicht leicht lässt sich wohl dieses feine nervöse Maschenwerk überzeugender demonstriren als an diesem Object, und an feinen Durchschnitten sieht man überraschend deutlich, wie die dunklen Ballen an der Peripherie nichts anderes bedeuten als ein engeres und dichteres Netzwerk derselben Fasern, die den übrigen Binnenraum erfüllen. Daher kehren auch die Ballen ihre lichtere Seite dem Centrum der Anschwellung zu, und eben an dieser Stelle lässt sich der Uebergang vom laxen zum dichten engen Netzwerk am leichtesten erweisen. Mag in den Ballen ein dunklerer oder hellerer Nucleus aufzutauchen scheinen, so gelingt es allemal, sich zu überzeugen, dass dies nur der Ausdruck einer grösseren oder geringeren Dichtigkeit des feinen Maschenwerks ist. Mit Ganglienzellen haben also diese Ballen nichts gemein. Ihre Fasern bezieht die Antennenanschwellung sowohl aus der primären

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Anschwellung sowie aus der Rinde von Nervenzellen, von der sie umgeben wird, und so zieht auch durch dieselbe in axialer Lage und Anordnung ein Faserbündel, das schliesslich, durch die der Anschwellung selbst entstammenden Fasern verstärkt, an der Kuppe als Nervenstamm zu Tage tritt; an das durchziehende Bündel sieht man auch die Fasermaschen sich anschmiegen[1]). (Der Durchschnitt Fig. 6 entspricht nicht der Achse der Anschwellung, weshalb auch die letztgeschilderten Verhältnisse in ihm nicht enthalten sind.)

Weitere Angaben über den feineren Bau der Gehirnelemente will ich in der nun folgenden Darstellung bringen, welche das Gehirn der Grabheuschrecken behandelt. Mit diesem Object hatte ich eigentlich meine Untersuchungen begonnen und dieselben an Acheta camp. und Gryllotalpa vulg. angestellt.

Das Gehirn der Feldgrillen lässt sich im frischen Zustande ohne besondere Schwierigkeiten im Zusammenhang mit dem Unterschlundganglion herauspräpariren, wenn man etwa folgendermassen verfährt. Man trennt den Kopf vom Rumpfe, schneidet den grössten Theil der Stirndecke mit einem oberflächlichen Schnitt ab und bringt es unter Wasser. Das Gehirn wird dann bald vor der Verbindungslinie der beiden Netzaugen aufgefunden; zwei schlanke Nervenstränge ziehen nach aussen und etwas nach rückwärts zu den Netzaugen. Man löse die nervöse Partie der Augen von der Cornea, lege die obere Hirnfläche ganz frei, trenne nun mit der Scheere den Schlund an seinem Ursprung bei den Mundtheilen, fasse ihn hinter dem Hirn mit der Pincette und ziehe ihn sachte vollends heraus; nun biegt man entweder das Hirn leicht nach vorn, zerreisst mit der Messerspitze das innere Chitingerüst des Kopfes und sucht das Unterschlundganglion auf, oder, was oft einfacher ist, man trennt die Mandibeln und zerrt die angrenzenden Chitinpartien auseinander, dabei wird dann zumeist der Kehlknoten sichtbar, den man nun in seiner Verbindung mit dem Oberschlundganglion herauspräpariren kann. Ein solches Präparat, von den Tracheen und dem Bindegewebe gereinigt, macht einen sehr gefälligen Eindruck und demonstrirt uns noch eine an dieser Species noch nicht beobachtete Eigenthümlichkeit: es sind nämlich die Commissuren vom Hirn zum Kehlknoten, also die Hirnschenkel unmittelbar unter dem Schlund durch eine Querbrücke von Nervenfasern verbunden, eine Erscheinung, die bei Krebsen durchgehends beobachtet wird, bei Insecten aber

1) Rabl-Rückhard hat jene Ballen ebenfalls als Ganglienzellen gedeutet; den Ursprung von Antennennervenfasern aus der Primäranschwellung konnte er nicht constatiren. l. c. p. 498.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bislang nur an Dytiscus und Telephorus von Leydig gesehen ist [1]. Ueber das Nähere muss ich dorthin verweisen.

Bei Gryllotalpa hat man auch auf die Nebenaugen Rücksicht zu nehmen. Man trägt vorerst den Kiel der Kopfdecke ab und dann successive die seitlichen Partien bis zu den Netzaugen und darunter. Die Nebenaugen werden sofort durch ihre orangerothe Pigmentirung erkannt. Das Gehirn ist hier gedrungen, die Hemisphären nicht so oblong wie bei der Grille, sondern mehr kuglig, der Opticus kürzer und dicker. Vor dem Hirn liegt in der Medianlinie das Ganglion frontale. Das Schlundnervensystem ist überhaupt sehr entwickelt und lässt sich ebenfalls im Zusammenhang herauspräpariren, wenn man ähnlich verfährt wie bei der Grille. Das Herausnehmen des Schlundes erfordert Vorsicht, sonst reisst das Ganglion frontale und die zugehörigen Nerven ab; es lässt übrigens der auf der oberen Fläche des Schlundes verlaufende, durch eine gangliöse Anschwellung characterisirte Antheil des n. vagus (n. recurrens, Leydig l. c. p. 202) sich leicht erkennen und ablösen. Am sichersten geht man, wenn man Ober- und Unterschlundganglion sammt dem Schlund herausnimmt und diesen eventuell nachträglich entfernt. Auch bei der Maulwurfsgrille findet man dieselbe Quercommissur zwischen den Hirnschenkeln, nur ist die Oeffnung für den Schlund enger als bei der Grille, wo alle Verhältnisse schlankeren Formen entsprechen.

Nachdem die Formen des Gehirns wirbelloser Thiere doch minder bekannt sind und sich speciell vom Hirn der Grillen keine geläufige Abbildung findet, so füge ich eine solche (Fig. 7 *a*) um so lieber bei, als sie zugleich die weitere Beschreibung und die zugehörigen Abbildungen verständlicher zu machen geeignet sein dürfte.

Wir sehen an dem Gehirn von Gryllotalpa, das auf die angegebene Weise präparirt und nach der Natur in $^3/_4$ Profil gezeichnet ist, vom Hirnstock ausgehend, die dicken Faserbündel für die Netzaugen (*au*), am Scheitel zwei leichte Wölbungen der Hemisphären, denen die Stirnaugen (*na*) aufsitzen und nach unten zwei zapfenförmige Anschwellungen, von deren Spitze die Hirnschenkel als Schlundcommissur (*sc*) entspringen, während höher oben die Antennennerven (*ant*) heraustreten; unmittelbar neben dem Beginn der pedunculi entwickeln sich jederseits die paarigen Anfänge des unpaaren Schlundmagennerven, welche zum medianen Ganglion frontale (*gf*) ziehen, das seinerseits seinen Nervenstamm als recurrens des vagus (*v*) auf die obere Seite des Oesophagus abgiebt. Nicht weit vom Hirn entfernt schwillt dieser Nerv gangliös an,

1) l. c. p. 189; Tafeln zur vergl. Anatomie, Tab. IX, Fig. 1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

um dann in zwei Aeste getheilt seinen weiteren Verlauf einzuschlagen. Vom Unterschlundganglion (*u*) ziehen die Längscommissuren (*lc*) des Bauchmarks zum ersten Brustganglion.

Wenden wir nun der innern Organisation des Hirns unsere Aufmerksamkeit zu. Die eigentliche Hirnanschwellung (Fig. 8 *pA*) besteht auch hier zum grössten Theil aus Nervenfasern, die in den verschiedensten Richtungen verlaufen. Auf einige besonders ausgezeichnete Bündel wollen wir später Rücksicht nehmen.

Der Scheitel des Hirns, und zwar besonders die Rückseite desselben wird von einem Gebilde[1]) eingenommen, das uns nun nicht mehr unbekannt ist: eine pilzhutförmige Haube (Fig. 8 *P*) deckt wie eine Kappe die Hemisphäre und zeigt hier eine nach oben convexe Fläche, welche von gangliösen Kernen eingenommen ist, während die Grundlage dieses Organs aus einem nach hinten offenen halbkreisförmigen Markwulste besteht (*Mw* Fig. 11, 12, in seinem Durchschnitt Fig. 8, 9); der letztere umgreift (in einer halben Schraubentour) einen Markzapfen (*Z* Fig. 11, 12, 13), um den sich die gangliösen Kerne nach rückwärts zu einer besonders mächtigen Schicht lagern (Fig. 12 *gk*). Der centrale Zapfen verlängert sich zu einem Stiel (*gSt* Fig. 9, 13), welcher den ganzen Complex der aus den Kernen und dem Markwulst entspringenden feinsten Fasern repräsentirt. Dieser Stiel entspringt also aus dem Centrum jener pilzhutförmigen Auflagerung an der oberen und hinteren Fläche des Hirns und zwar beiläufig in der Mitte des transversalen Hemisphärendurchmessers. Er verläuft nun in bogenförmiger Krümmung (bei Gryllotalpa oft in brüskem Bug und etwas torquirt) nach unten und innen, so dass er schliesslich in dem Winkel, den die beiden Antennenanschwellungen mit dem primären Hirnstock bilden, jederseits nahe der Medianlinie und vollends an der vorderen Hirnfläche antrifft (Fig. 10 *uSt*). In der Hälfte seines Wegs (in Fig. 10 bei *gSt*) erfährt der Stiel scheinbar einen Zuwachs, hier trifft er nämlich mit einem zweiten histologisch gleichartigen Stiel zusammen, welcher von der vorderen Hirnfläche kommt (Fig. 10 bei *oSt*), dessen Anfang aber näher der Medianlinie liegt als der Zapfen im pilzhutförmigen Körper. Dieser zweite Stiel beginnt an der vorderen Hirnfläche ebenso mit einer leicht kolbigen Anschwellung, wie die directe Fortsetzung des ersteren zwischen den Antennenballen endigt. Wir können daher die Verhältnisse besser so darlegen. Aus einem pilzhutförmigen Körper entspringt an der oberen Hinterfläche des Hirns ein gemeinsamer Stiel (*gSt*), der sich nach innen,

1) Dasselbe wurde bei der Grille auch von Rabl-Rückhard bemerkt und in seinen Umrissen dem wahren Sachverhalt entsprechend beschrieben. l. c. p. 486.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vorn und unten biegt, auf seinem halben Weg durch die Hirnsubstanz sich theilt und einen Schenkel (*oSt*) etwas medianwärts an die vordere Hirnfläche nach oben, den zweiten Schenkel aber (*uSt*) in den Winkel zwischen die Antennenballen an die untere Hirnfläche sendet; beide hören daselbst unmittelbar unter der Hirnhaut mit einer leicht kolbenförmigen Anschwellung auf. So schwer es ist diese auf drei Ebenen zu beziehenden Lagerungsverhältnisse graphisch anschaulich zu machen, habe ich es doch versucht durch Fig. 7 *b* der Vorstellung einigermassen zu Hülfe zu kommen. Die gestrichelten Partien *P* sind an die hintere Hirnfläche, die vier Puncte, entsprechend den vier Stielenden, an die vordere zu verlegen.

In dem Winkel, den die unteren Stiele als Schenkel einschliessen, stossen wir in der Mitte des Hirns neuerdings auf ein bekanntes Gebilde (*Cs* Fig. 8, 14). Aus einem leicht gebogenen Markwulst erheben sich acht Markblätter in derselben rosettenförmigen Anordnung wie bei der Biene. Dies unpaare System liegt auch hier in einem weitmaschigen Fasernetz, aus dessen durchsichtigem Grund es sich durch seine dunkle Färbung scharf abhebt. Die Seitenansicht dieser Blätter, ihre Form, Lage und Neigung erklärt ein medianer Schnitt (Fig. 14). Wir ersehen daraus, dass die Blätter ihre freiere Partie nach vorn kehren.

Es handelt sich nun darum, auf die histologischen Einzelheiten dieser verschiedenen Dinge einzugehen.

Was vor Allem den Markwulst anbelangt, so zeigt seine Textur auf allen Schnittebenen eine radiale Anordnung. Es rührt dies davon her, dass die Nervenfasern ihn in verschiedenen Ebenen durchdringen. So zeigt Fig. 15 den Verlauf der Fasern in zwei aufeinander senkrechten Ebenen. Merkwürdiger Weise stellen sich die mit der Schnittebene parallelen Fasern als feine durch Osmium dunkel gefärbte Fibrillen dar, während die Querdurchschnitte beinahe an die Querschnitte markhaltiger Fasern von Wirbelthieren erinnern: in dunkelrandigen Röhren ein schwarzer centraler Punct. Bei genauer Besichtigung benachbarter Partien stellt sich heraus, dass diese Röhrenwände zu lamellösen Formen sich gestalten, die, selbst aus Nervensubstanz bestehend, feinste Fasern in ihrem Lumen führen. Umgeben wird der Markwulst von kleinen wirklichen Ganglienzellen (Fig. 12 1) und von ihnen geschieden durch eine Lage von Bindesubstanz, die, wie allerorts im Hirn, in letzter Instanz vom Neurilemm abstammt. Diese Ganglienzellen bilden unter sich kleine Gruppen und senden die Fasern, welche aus ihnen entspringen, bündelweise ins Mark. Zu dem Ende muss das vereinigte Faserbündel die Scheidewand aus Bindesubstanz durchbrechen, und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dies geschieht in derselben Weise wie anderorts, wo aus Ganglienzellen Fasern in den Binnenraum irgend eines Centraltheils ziehen. Es sei hier im Vorbeigehen erwähnt, dass diese Verhältnisse sowohl hier und noch viel eclatanter an den Bauchganglien zur Anschauung gelangen. Dort bilden die Nervenzellen eine Rinde für die Binnensubstanz, die zum grössten Theil aus Nervenfasern besteht, welche als Längscommissur eingetreten sind, und aus jenen Fibrillen, die den umhüllenden Ganglienzellen entstammen. Die gangliöse Rinde ist hier durch eine sehr ausgeprägte direct vom Neurilemm stammende Scheidewand von der Fasersubstanz gesondert; die Nervenzellen aber gruppiren die Fasern, welche sie erzeugen, zu einem Bündel, welches an geeigneter Stelle die breite Bindesubstanzlamelle durchbohrt, um in den Binnenraum zu gelangen. Das Gleiche findet hier beim Markwulst und seiner gangliösen Umgebung statt.

Der vom Wulst umschlossene Markzapfen zeigt eine ähnliche Textur, er bezieht seine Fasern aus den gangliösen Kernen, die über ihm lagern (Fig. 13) und ausserdem nach rückwärts und innen jene Partie umgeben, welche der Markwulst freigelassen hat (Fig. 12). Um alle diese Fasern, die in radiär-conischer Richtung sich in ihm sammeln, aufzunehmen, weicht er oben gleicherweise etwas auseinander, wodurch die Disposition zu einer kleinen conischen Lücke geboten wird (Fig. 9 1, siehe auch Fig. 13), die im Querschnitt als centrales Loch im Zapfen erscheint (Fig. 12) und sich oft, bei Gryllotalpa regelmässig, als centraler Canal tief in den Stiel erstreckt. Bei der genannten Species zeigt der gemeinsame Stiel immer eine concentrische Schichtung (Fig. 16), so zwar, dass die inneren Partien mehr den faserigen Character (feinster Fibrillen) bewahren, die peripheren dagegen einen lamellösen Bau aufweisen, gewissermassen durch zahlreiche Anastomosen breiterer Fasern ein körperliches Gitterwerk darstellen, wie es auch am Längsschnitt Fig. 17 sich deutlich erweist.

Der an die vordere Hirnfläche umbiegende Stiel ist bei Gryllotalpa ebenfalls concentrisch geschichtet (Fig. 18), an seiner Peripherie aber minder lamellös als der vom Pilzhut entsprossene.

Die gangliösen Kerne bilden das eigentliche Substrat des Pilzhutes; ihrer räumlichen Anordnung ist bereits oben Erwähnung gethan, und sie wird aus dem Anblick der Abbildungen (Fig. 8, 9, 11, 12, 19), in denen sie durch ihre gelbliche Färbung auffällt, sofort erkenntlich. Ihren histologisch-physiologischen Character erschliessen sie gleich deutlich auf transversalen und sagittalen Schnitten: an ersteren (Fig. 12) zeigt sich auf der medialen Seite des Zapfen- und Wulstdurchschnitts der allmälige Uebergang in die wirklich mit Protoplasma

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

versehenen Ganglienzellen, die eben bündelweise ihre Fasern in den Wulst schicken, ebenso wie bei den letzteren (Fig. 19) beim Uebergang in die grösseren Ganglienzellen, wie sie vor und hinter dem Complex der Kerne am Scheitel des Hirns liegen.

Diese Kernmasse besitzt auch eine höchst characteristische Stützsubstanz, indem zwischen dem Neurilemm und der dünnen bindegewebigen Scheidewand, welche die Kerne vom Zapfen trennt, ein Fächerwerk von feinsten Bindesubstanzlamellen ausgespannt ist, die sich auf Durchschnitten als zarte Aestchen darstellen, zwischen deren Zweiglein die Kerne eingebettet liegen.

Dieses Gerüstsystem besitzt eine so scharfe Prägung, dass es trotz seiner Feinheit schon bei schwächeren Vergrösserungen (Fig. 8, 9) deutlich zur Anschauung kommt, seine ganze Zierlichkeit aber allerdings erst bei der Betrachtung mit stärkeren Systemen enthüllt.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung des medianen unpaaren Commissurensystems (für das ich die Bezeichnung Leydig's beibehalte). Die Blätter treten, wie sie aus ihrer markigen wulstförmigen Grundlage herauskommen, nach oben und nach rückwärts in der Weise radial auseinander (Fig. 8), dass der Krümmungsmittelpunct des Wulstes auch ihr Centrum bildet. Fällt der Schnitt durch die freiere Partie der Blätter, so zeigen diese sich als gerundete Keile angeordnet (Fig. 8, 20), sie selbst bestehen aus einer moleculären, vielleicht auch sehr fein gestrickten Marksubstanz und schliessen centralwärts ein Fasernetz ein; das letztere beginnt erst mit breiten Fasern und weiten Maschen, je mehr es sich den Blättern nähert, desto feiner werden Fasern und Maschen, bis sie in der Marksubstanz der Blätter selbst ihre innigste Annäherung erfahren (Fig. 20). Zwischen die Blätter durch ziehen ebenfalls feine Fasern, wahrscheinlich die Durchschnitte zarter Lamellen, die sich mit den Elementen jenes durchsichtigen Netzes verbinden, in dem das ganze Gebilde aufgehängt ist. Welche Fasern hier nervöser Natur sind und welche etwa einer Bindesubstanz angehören, die für das ganze System ein Gerüst aufbaut, dürfte schwer zu entscheiden sein.

Trifft der Schnitt die Blätter mit ihrem Ursprung aus dem Wulst, so entsteht ein Bild wie in Fig. 21, das keiner weiteren Erläuterung bedarf; nur will ich erwähnen, dass man auch hier bemerkt, wie die Marksubstanz stellenweise zu breiten Fasern und zu einem Gitterwerk confluirt.

Den Boden dieses Raumes, in dem das Commissurensystem suspendirt ist, bilden Nervenbündel, die sowohl von beiden Hemisphären seitwärts als auch in der Medianlinie von vorn nach rückwärts das Gehirn

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durchziehen und von denen besonders aus den ersteren zahlreich sich loslösende Fibrillen dem Commissurensystem zu ziehen.

Die Antennenanschwellung (Fig. 19 *Bo*) oder der bulbus olfactorius liegt zu oberst an jenem Zapfen, der aus sich die pedunculi entwickelt; sie dringt etwas an der vorderen Hirnfläche hervor und senkt sich mit dem grösseren Antheil als länglich rundes Gebilde in die Hirnsubstanz ein. Ihr Substrat bildet eine Marksubstanz, die sich zu unregelmässigen Ballen ordnet.

Unter und neben ihr bilden die Hirnzapfen an der Vorderfläche noch Anschwellungen, welche dadurch eine besondere Bedeutung gewinnen, dass sie einem ausgezeichneten Nervenfaserbündel der pedunculi seinen Ursprung verleihen. Man findet nämlich, dass je an der Vorderseite derselben ein Bündel liegt (Fig. 19 1), welches sich mit Osmium dunkel färbt und aus feinsten leicht granulirten Fibrillen besteht, während die andern Fasern (Fig. 19 2) jene Tracht zeigen, wie sie allerorts in den Längscommissuren beobachtet wird, das ist den breiten, bandartigen Habitus, und auch durch Osmium nicht geschwärzt werden. Das ersterwähnte Faserbündel entwickelt sich aus den genannten Anschwellungen, während die anderen aus den verschiedenen Theilen der Hemisphären sich sammeln. Damit ist zugleich die Thatsache dargethan, dass in der Commissur zwischen Ober- und Unterschlundganglion sich zweierlei Nervenfasern von scharf distinguirtem Character finden. Im Verlauf des Bauchmarks hat bekanntlich Leydig mehrere Arten von Fasern unterschieden[1]), von denen er besonders die cerebrospinalen und die von ihm als sympathische bezeichneten genau auseinander hält. Allen aber kommt immerhin eine gewisse Breitendimension zu, innerhalb der sie sich mehr durch optische Eigenschaften unterscheiden, wie sie auch durch räumliche Verhältnisse gesondert sind. Hier aber liegen uns feinste Fibrillen vor, etwa von der Art, wie sie im Stielzapfen verlaufen, die als solche in einer Längscommissur zu einem Bündel vereint, eine neue Gruppe von deutlich gekennzeichneten Nervenfasern bedeuten.

Es wäre nun noch Einiges über die räumliche Anordnung der Nervenzellen am Gehirn der Grillen zu erwähnen. Auf der vorderen Seite hat die Ganglienrinde eine grössere Ausdehnung und gleicht hier die Höcker aus, welche die faserige und markige Substanz der Primäranschwellung und der Hirnschenkelzapfen aussendet (Fig. 9). So schiebt sich besonders über der Antennenanschwellung eine Schicht von Nervenzellen tief zwischen sie und Primäranschwellung ein

1) l. c. p. 223.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(Fig. 19 3, Fig. 10 1, Fig. 23 1), so zwar, dass dadurch ein laxer Zusammenhang zwischen diesen beiden Hirnpartien geschaffen wird und sie sich leicht von einander trennen lassen. An der hinteren Hirnfläche nehmen die Ganglienzellen nur die obere Hälfte ein und reichen hier zwischen Primäranschwellung und pilzhutförmigem Körper tiefer ins Innere.

Der vordere und rückwärtige Ganglienüberzug setzt sich nach oben am Scheitel in jenes Kernlager fort, welches dem Markwulst und Stielzapfen aufgelagert ist. Im Verlauf der Nervenfaserbündel finden sich nur spärliche Ganglienzellen, so zum Beispiel in jenem median verlaufenden Zug, der an der vorderen Seite des Commissurensystems herabsteigt (Fig. 14); an transversalen Schnitten sieht man eben von der vorderen Hirnfläche aus eine einzelne Reihe von Ganglienzellen gerade in der Medianlinie dem Innern zuziehen. Die grösste Anhäufung derselben findet dagegen in der Bucht statt, die am Scheitel zwischen den beiden Wölbungen der Hemisphären gelegen ist. Hier ist die Lage so dick, dass auf medianen Schnitten (Fig. 14) die obere Hälfte derselben ganz von Nervenzellen eingenommen ist und auf transversalen Schnitten (Fig. 22) sich ein breites Band derselben zwischen den Hemisphären von der vorderen zur hinteren Hirnfläche zieht. Immer aber ist auch dieses Ganglienlager durch eine kräftige Scheidewand aus Bindesubstanz (Fig. 14 *a*, Fig. 22 *a*) in eine kleinere vordere und grössere hintere Portion getrennt.

Ueberhaupt liegen alle diese Ganglienzellen, regellos oder gruppirt, in Fächern, die, vom Neurilemm ausgehend, ein Gerüst für die Nervenzellen bilden (Fig. 12 links), ebenso wie die weisse Substanz des Rückenmarks von der pia mater sich das bindegewebige Gerüst für die Nervenfasern entwickelt.

Der zu den Netzaugen ziehende Nervencomplex, welcher seine Fasern aus der Primäranschwellung bezieht und ein Bündel derselben von tief unten aus derselben heraufholt, ist besonders bei Gryllotalpa von einer ansehnlichen Ganglienzellenrinde überzogen; in derselben habe ich unter den kleinen Ganglienzellen eigenthümlicherweise ganz vereinzelt Exemplare angetroffen, welche die ihrer Umgebung an Grösse um ein vielfaches übertrafen.

Halten wir uns die Organisation des Gehirns der Bienen und der Grillen vor Augen, so finden wir trotz der mannigfachen Differenzen wesentliche Uebereinstimmungen; pilzhutförmige Körper sammeln auf einer Markgrundlage einen von gangliösen Kernen stammenden Fasercomplex, der sich in Stiele fortsetzt, welche an die vordere Hirnfläche ziehen, um daselbst frei zu enden und an denen es bis jetzt noch nicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sicher gelungen ist[1]) eine directe Verbindung mit andern Elementen des Hirns nachzuweisen: räthselhafte Gebilde, die zu weiteren Untersuchungen einladen; wir finden ferner ein medianes System mit ganz bestimmter Anzahl von Markblättern, das mit zarten Fasern der primären Anschwellung zusammenhängt, eine Anordnung von Nervensubstanz, die vor der Hand auch kaum mit voller Sicherheit gedeutet werden kann.

Wie verschieden sind dagegen die Gestaltverhältnisse bei den Crustaceen! Ich habe aus dieser Classe den Flusskrebs näher geprüft. Ueber das Gehirn von Astacus fluviatilis liegt ausser einigen älteren Arbeiten eine neuere Abhandlung von G. Walter vor[2]), mit deren Inhalt die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen leider in so vielen Puncten im Widerspruch stehen, dass es mir unmöglich ist auf Einzelnheiten einzugehen. Schon seine Darstellung der äusseren Form[3]) kann ich nicht zur eigenen machen. Walter unterscheidet mit Valentin am Krebshirn acht Anschwellungen, von denen die vordersten zu einer einzigen verschmelzen, während sich jederseits zwischen zwei weiteren dorsal gelegenen Partien eine andere ventral gelegene einfügt, die bei der Betrachtung von oben nur mit dem äussersten Segment bemerkt werden kann, da jene sie beinahe vollends verdecken. Nervenstämme treten nach Walter drei Paare aus, und zwar aus der vereinten vorderen Anschwellung ein Bündel, welches Opticus und Olfactorius enthalten soll, nach rückwärts kommen zwischen den hinteren dorsalen Anschwellungen lateralwärts ein Nervenstamm als Acusticus und medianwärts die Schlundcommissur.

Bevor ich meinen Befund anführe, will ich die Präparationsmethode beschreiben. Man öffnet die vordere obere Partie des Cephalothoraxpanzers und schneidet dann den Kopftheil hinter dem Schlund ab, den Magen heraus und entfernt vom Panzer noch seitlich und vorn die Partien bis zu den Augenstielen, dann die lauchgrüne Drüse und das Gehörsäckchen, und hat nun das Gehirn deutlich vor sich liegen, wenn man nur die zarten glasigen Lamellen vom deckenden Bindegewebe abzieht; jetzt trennt man die Nervenstämme möglichst weit vom Hirn, man kann bei dieser Gelegenheit die Augenstiele aufschneiden, um den Opticus bis zur Retina zu bekommen. Nachdem alle Verbindungen gelöst sind,

1) Es schien mir nämlich hie und da, als ob der Stiel sich theilweise aufgefasert hätte und auf diese Weise mit der Primäranschwellung in Verbindung getreten wäre, doch kann ich für die Richtigkeit der Deutung nicht einstehen.

2) Mikrosk. Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere. 1863. p. 26 u. f.

3) Ebendaselbst Tab. III.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lässt sich das Gehirn leicht aufheben, indem man es mit der Messerspitze von seiner Grundlage befreit und so flottiren macht. Auf diese Weise frisch herausgenommen, schaut das Gehirn im Allgemeinen sehr durchsichtig aus und ist überaus weich. Man findet nun eine primäre Anschwellung von viereckiger Gestalt; die vorderen Enden des Vierecks entwickeln unter einem stumpfen Winkel zwei starke Nervenbündel (auf dem halbschematischen Längsdurchschnitt in Fig. 24 *opt*), die ich lediglich in die Augenstiele verlaufen finde. Die hinteren Ecken geben unter sehr spitzem Winkel die langen Schlundcommissuren (*Sc*) ab. Rechts und links liegt an der ventralen Seite des Hirns eine deutlich hervortretende runde Anschwellung, welche schon makroskopisch bei auffallendem Licht einzelne Ballen von weisser Marksubstanz unterscheiden lassen; diese Anschwellungen geben nach aussen hin keine Fasern ab, dagegen entwickelt sich vor ihnen aus dem Hirn ein schwächeres (*ac*) und hinter ihnen aus einer an sie anstossenden mehr dorsal gelegenen oblongen Anschwellung ein stärkeres Nervenbündel, das, leicht nach vorn gebogen, zu den langen Fühlern zieht. Wenn in der That ein Acusticus vorhanden ist, so dürfte das erwähnte schwächere Bündel als solcher anzusprechen sein. Der Acusticus Walter's zieht auf seiner bildlichen Darstellung nach rückwärts und würde so sein Ziel vollends verfehlen, da doch das Gehörorgan bei den kleinen Fühlern liegt.

Die weiche Textur des Gehirns erfordert ein entsprechendes Gerüstsystem, und in der That ziehen auch breite Balken von Bindesubstanz durch das Organ. Diese Balken sind mit Nervenfaserzügen verwechselt worden, wie es z. B. auffällig bei einem Bündel der Fall ist, das nach Walter zwischen den hinteren dorsalen Anschwellungen verkehrt.

Die vordere Hirnfläche, gewissermassen der Scheitel, ist von einer Ganglienzellengruppe eingenommen (Fig. 24 2), von der die Fasern theils nach rückwärts ziehen, theils in den Opticus derselben und der entgegengesetzten Seite einzutreten scheinen. Der Opticus selbst zeigt wieder eine merkwürdige Erscheinung; man findet nämlich in ihm ein medianwärts gelagertes Faserbündel (Fig. 24 3), das, aus feinsten Fibrillen zusammengesetzt, sich in Osmium dunkel färbt, während die grössere Portion breiter Nervenfasern ungefärbt bleibt, also ein ganz analoges Verhältniss, wie wir es bei den Hirnschenkeln der Grille kennen gelernt haben. An der Ursprungsstelle des Opticus liegt im Hirn ein kleineres Marklager (Fig. 24 4). Jene dunklen Faserbündel lassen sich in der Substanz des Hirns leicht weiter verfolgen; sie convergiren gegen die Mittellinien und bilden hier ein wahres Chiasma (Fig. 24 5),

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

so viel ich sehe, mit Semidecussation. Wir werden auch gleich den Ursprung des rückwärtigen Schenkelpaars kennen lernen.

Die seitlich central gelegenen kugelrunden Anschwellungen sind die interessantesten Partien des Krebshirns, sie bestehen aus einem oberen kleineren (Fig. 24, 25 *a*) und einem unteren grösseren Markconglomerat (*b*); an der äusseren Seite liegt ihnen, scharf begrenzt, ein Complex der wohlbekannten gangliösen Kerne an (Fig. 24, 25 *gk*). Die obere Markpartie *a* zeigt an ihrer Peripherie eine regelmässige Differenzirung ihrer Substanz zu keilförmigen Ballen (Fig. 25), während in der unteren (*b*) die Ballen kleiner, zahlreicher und unregelmässiger gelagert sind. Der Raum, den diese drei Gebilde einschliessen, ist erfüllt von dichten Faserzügen, die sich zu einem Bündel sammeln, welches an die offene Seite medianwärts zieht und nichts anderes ist als der entsprechende hintere Schenkel des Chiasmas (Fig. 25 *c*). Dieses Bündel von gleicher histologischer Beschaffenheit wie jenes im Verlauf des Opticus, zieht, um zum Chiasma zu gelangen, durch einige breite Brücken von Bindesubstanz (Fig. 25 *d*) und bildet die einzige directe Verbindung mit der primären Hirnanschwellung, die anderwärts mit der seitlichen Anschwellung nur durch einige Ganglienlager und durch das weiche Neurilemm zusammenhängt; darum erfordert die manuelle Behandlung des Gehirns von Astacus einige Vorsicht, weil die seitlichen Anschwellungen gar zu leicht sich loslösen.

Sehen wir in diesem Gebiete genauer zu, so ergiebt sich, dass die markigen Partien, die oberen sowohl wie die unteren, aus einer Nervensubstanz von fein gestrickter Textur bestehen (Fig. 26). Dieses Netzwerk ist dort, wo die Fasern aus der Marksubstanz entspringen, am weitesten und wird ebenda durch die Fasern selbst gebildet; es wird aber sofort immer enger, bis es in den beschriebenen Ballen von einer molekularen Structur kaum mehr zu unterscheiden ist. Die Nervenfasern entspringen als feine Fibrillen aus dem Kernlager, sowie aus dem Mark und bilden, trotzdem sich eine gewisse Regelmässigkeit in ihrem Verlauf nicht verläugnet, doch ein solches Gewirr, dass es schwer sein dürfte, einigermassen genaue Angaben aufzustellen. Nach dem Totaleindruck, den man bei der Betrachtung mehrerer Bilder erhält, 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.

Was die gangliöse Kernlage anbelangt, so ziehen auch hier stellenweise zarte Bindegewebslamellen als Stützsubstanz durch, die feinsten verästelten Fasern aber, welche man an zarten Durchschnitten (Fig. 26) zwischen den Kernen verlaufen sieht, mögen wohl die Nervenfasern

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vorstellen, zu denen die Kerne selbst in anatomischer Beziehung stehen. Unmittelbar unter dieser runden Anschwellung liegt mehr dorsalwärts eine ähnliche von oblonger Gestalt (Fig. 24, Fig. 25 *Bo*) mit markigem Substrat, doch ist dieses Mark nicht so regelmässig differenzirt und seine Textur trägt mehr den faserigen Character: diese Anschwellung entspricht dem Bulbus olfactorius, indem sie das Nervenbündel, das in die langen Fühler zieht, entwickelt.

Die Vertheilung der Ganglienzellen und Nervenfasern in der primären Hirnanschwellung ist eine minder regelmässige als bei den Gehirnen der Insecten: ausgezeichnete Gruppen von Ganglienzellen liegen, wie schon bemerkt, zwischen den Opticis und ausserdem zwischen den Ursprungsstellen der Schlundcommissuren, sowie seitwärts von denselben (Fig. 24 6 u. 7). Der Faserverlauf zeigt sich auf den Durchschnitten der primären Anschwellung so verworren, dass ich es nicht unternehmen möchte, ein ähnliches Schema aufzustellen, wie Walter es gethan hat.

Wenn wir das Gehirn der Krebse mit jenem der Bienen vergleichen, so fällt trotz aller Differenzen in der äusseren Form doch Eines sofort auf: wir vermissen auch hier nicht jene eigenthümliche Anordnung von Marksubstanz und gangliösen Kernen, welche dort als pilzhutförmige Körper auftraten, hier aber eine abweichende Form annehmen, während die histologischen Eigenthümlichkeiten so viel gemeinsames zeigen. Bei Krebsen nun lässt sich erweisen, dass die Faserbündel, die hier ihren Ursprung finden, sich mit jenen der anderen Seite kreuzen und mit den n. opticis den Augen zuziehen, während dort die Stiele jene räthselhaften freien Enden aufweisen, ohne mit jenen der anderen Seite irgendwie in Verbindung zu treten.

Immerhin könnte man zu der Vermuthung sich verleiten lassen, dass diese eigenthümliche Gehirnpartie mit dem Gesichtssinn in Zusammenhang steht und etwa für die Kreuzung der Nervenbündel einen physiologischen Anhaltspunct in den gestielten beweglichen Augen der Krebse finden. Diese Vermuthung wird aber ungerechtfertigt durch den Befund Rabl-Rückhard's [1]), dass der blinden Ameisenart Typhlopone (Afrika) alle Hirntheile fehlen, die auf den Gesichtssinn zu beziehen sind, wogegen sich die pilzhutförmigen Lappen sehr gut entwickelt finden. Was die Relation dieser Gebilde zu den intellectuellen Fähigkeiten anlangt, so müssen die Schlüsse unter Hinweis auf den Befund an Grillen dem Ermessen des Einzelnen anheimgestellt werden; wohl zeigen die pilzhutförmigeu Körper bei den Bienen eine viel grössere

1) l. c. p. 488.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ausdehnung und Ausbildung, aber der vergleichenden Untersuchungen sind noch viel zu wenig angestellt, um derartigen Inductionen eine Grundlage zu bieten.

Anschliessend an diese Erwägung will ich noch einiges erwähnen über das Gehirn von Carabus viol., von dem ich einige Exemplare untersuchte. Man findet hier wohl in der primären Anschwellung des Hirns den Durchschnitt eines Stiels, doch konnte ich an den Hemisphären nichts entdecken, was sich den pilzhutförmigen Körpern vergleichen liesse. Dagegen ist die oblonge Augenanschwellung eigenthümlich gebaut. Man findet hier zwei ausgezeichnete Zonen von radial gestreifter Marksubstanz (Fig. 27 *M*, M_1), rings umgeben von den bekannten ganglíösen Kernen *gk*. Ob die Fasern, welche aus dieser Markpartie ihren Ursprung ableiten, vom Hirn kommen oder dorthin ziehen, ist vorläufig nicht zu entscheiden. Mir dünkt aber, es sei angesichts des Mangels eines pilzhutförmigen Organs an der primären Hirnanschwellung selbst nicht ungereimt, anzunehmen, dass ein solches in veränderter Gestalt in die Augenanschwellung verlegt sei. Die Beziehungen zum Gesichtssinn aber unterliegen denselben Bedenken, die oben geltend gemacht wurden.

Diese Bemerkungen sollen übrigens nur beiläufig angeführt sein als Gedanken, welche eben während der Beobachtung auftauchen. Die Befunde sind bis jetzt, wie oben bemerkt, noch viel zu spärlich, als dass irgend welche Schlüsse gerechtfertigt erscheinen könnten. Andererseits sind eben diese Befunde doch wieder solcher Art, dass sie zu weiteren Studien wohl aufmuntern mögen. Ich beanspruche für solche keinerlei Priorität und behalte mir dieselben in keinerlei Weise vor; es sollte mich vielmehr freuen, wenn Fachgenossen sich mit diesem Gegenstand seiner selbst willen befassen würden, da ich mir doch schliesslich nur für eine andere Doctrin Belehrung suchte. Es steht sicher zu erwarten, dass auf diese Weise bei der Durchforschung der verschiedenen Gattungen für die vergleichende Anatomie und wohl auch für die Physiologie ein höchst werthvolles Material gesammelt wird, wo doch schon aus einem so kleinen Studienkreise, wie es der vorliegende ist, mancher neue Anhaltspunct gewonnen ist. Es ist an meinen Beobachtungen vielleicht Eines oder das Andere zu berichtigen, gewiss aber sehr vieles zu ergänzen, und so möchte ich auch, wie Anfangs erwähnt, diese Arbeit als einen Versuch genommen wissen, die Aufmerksamkeit der Fachgelehrten auf einen so anregenden Vorwurf zu lenken.

Innsbruck, im Juli 1876.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXVI—XXXVIII.

Sämmtliche Abbildungen, mit Ausnahme der Fig. 7 *a* und 7 *b* entsprechen Durchschnittspräparaten von Gehirnen, die mit Ueberosmiumsäure behandelt waren. Die Contouren der Zeichnungen sind durchgehends mit dem Zeichnenprisma gewonnen, die Details möglichst genau nach der Natur gezeichnet. Die Vergrösserungen beziehen sich auf ein Hartnack'sches Instrument mit Zeichnenprisma (Zp) und dem angegebenen System bei eingeschobenem Tubus.

Fig. 1—6 Apis mellifica.

Fig. 1. Transversalschnitt des Gehirns der Biene in der Richtung $x—y$ des Sagittalschnitts Fig. 4. Vergr. Zp. Syst. 1.

pA, die primäre Hirnanschwellung,
Au, die Augenanschwellung (nicht ausgeführt),
P, pilzhutförmiger Körper (der Durchschnitt hat nur den äusseren erfasst),
aSt, der äussere gegen die Vorderfläche des Hirns ziehende Stiel,
iSt, der innere gegen die Medianlinie der Primäranschwellung ziehende Stiel,
Mw, der Markwulst des pilzhutförmigen Körpers,
gk, das gangliöse Kernlager,
Cs, das Commissurensystem.

1, Ganglienzellenlage zwischen Primäranschwellung und pilzhutförmigen Lappen,
2, Lager von gangliösen Kernen und Ganglienzellen zwischen primärer Anschwellung und Augenanschwellung,
3, Nervenfaserknauf, der sein Bündel aus der Primäranschwellung bezieht und ins Commissurensystem schickt.
4, Ganglienzellenlage über dem Commissurensystem.

Fig. 2. Schiefer Schnitt von rückwärts nach vorn in der Richtung $p—q$ des sagittalen Schnittes Fig. 4. Vergr. Hartn. Oc. 1. Syst. 3.

Die Abbildung demonstrirt den Ursprung der inneren und äusseren Stiele aus den entsprechenden pilzhutförmigen Körpern, die etwas über die Scheitelfläche des Hirns vorragen. Die Bezeichnungen *pA*, *Au*, *P*, *Mw*, *gk*, *iSt*, *aSt* wie bei Fig. 1.

Bo, die Antennenanschwellung oder der Bulbus olfactorius,

1, Ganglienzellenlager zwischen pilzhutförmigem Körper und Primäranschwellung,
2, ein gleiches zwischen letzterer und dem bulbus olfactorius.

Fig. 3. Frontalschnitt durch das Hirn der Biene in der Richtung $r—s$ der Fig. 4. Vergr. Hart. Oc. 1, Syst. 3.

Zeigt die Durchschnitte der vordersten Partien der pilzhutförmigen Körper und die des vorderen Endes der äusseren Stiele.

Buchstabenbezeichnungen wie in den vorhergehenden Figuren.

1, concentrisch verlaufende Fasern an der medialen Seite des Stieldurchschnitts,
2, Querschnitte von Nervenfasern der Primäranschwellung an der lateralen Seite des Stiels.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 4. Sagittalschnitt durch das Gehirn der Biene in der Richtung *r—s* der Fig. 1 oder 2; Zp. Syst. 1 demonstrirt die Ausbreitung des medialen pilzhutförmigen Körpers nach der vorderen und hinteren Hirnfläche, die Endigung des äusseren Stiels an der vorderen Hirnfläche und deren Relief überhaupt, ferner den Zusammenhang zwischen Ober- und Unterschlundganglion.

pA, iSt, aSt, Mw, gk, Bo wie in den voranstehenden Figuren.

U. das Unterschlundganglion,

lc, die daraus entspringenden Längscommissuren als Beginn des Bauchstrangs,

pd, die Verbindung zwischen Ober- und Unterschlundganglion durch den breiten, massigen Hirnschenkel (pedunculus),

n, Neben- oder Stirnauge.

Fig. 5. Schiefer Schnitt in der Richtung *x—y* der Fig. 4, Vergr. 1, Oc. 1, Syst. 5 zeigt den Ursprung und Verlauf des inneren Stiels und die radiale Streifung des Markwulstes.

Buchstabenbezeichnungen wie oben.

1, Ganglienzellenlage zwischen pilzhutförmigem Körper und Primäranschwellung.

Fig. 6. Frontaldurchschnitt der Antennenanschwellung mit histologischem Detail. Vergr. Oc. 1, Syst. 7.

a, der gangliöse Ueberzug der Anschwellung,

b, differenzirte Ballen der netzförmigen Marksubstanz,

c, Austrittsstelle des Antennennerven.

Fig. 7—23. Acheta campestris und Gryllotalpa vulgaris.

Fig. 7a. Ansicht des Gehirns von Gryllotalpa, mit dem Kehlknoten und dem unpaaren Schlundnerven (n. recurrens).

au, die Netzaugen,

n, die Nebenaugen,

ant, die Antennennerven,

Sc, die Schlundcommissur,

qc, die Quercommissur der letzteren,

gf, das Ganglion frontale,

v, der obere Schlundnerv,

u, der Kehlknoten, Unterschlundganglion,

lc, die daraus entspringende Längscommissur des Bauchmarks.

Fig. 7b stellt schematisch den Ursprung eines gemeinsamen Stieles (*gSt*) aus dem pilzhutförmigen Körper *P* dar und die Theilung des ersteren in einen oberen (*oSt*) und unteren (*uSt*) Stiel.

Fig. 8. Schiefer Schnitt von rückwärts oben nach vorn unten vom Gehirn der Gryllotalpa. Vergr. Zp. Syst. 1.

Vom gemeinsamen Stiel — *gSt* — bemerkt man je ein bogenförmiges Stück in der Lücke zwischen den Nervenfasern der primären Anschwellung verlaufen.

Die übrigen Buchstabenbezeichnungen wie bei der Biene.

h u. *v* bedeuten hier wie in den folgenden Abbildungen die hintere und vordere Hirnfläche.

Fig. 9. Sagittalschnitt von der Grille. Zp. System 1 zeigt den Verlauf des gemeinsamen Stiels und seinen Ursprung aus

Z, dem Markzapfen,

1, eine conische Lücke am Markzapfen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 10. Frontalschnitt von Gryllotalpa. Schwache Vergrösserung, zeigt die Spaltung des von der hinteren Hirnfläche kommenden gemeinsamen Stiels (*gSt*) in zwei Theile, von denen der eine *oSt* nach oben, der zweite *uSt* nach unten an die vordere Hirnfläche zieht.

Fig. 11. Die linke Hälfte eines Transversalschnittes vom Hirn der Grille, Richtung *x—y* der Fig. 9. Vergr. Zp. Syst. 2.

Z, der Markzapfen nach vorn, umgeben von
Mw, dem Markwulst, nach rückwärts von
gk, der gangliösen Kernschicht,
n, eine dicke vom Neurilemm stammende Lage von Bindesubstanz.

Fig. 12. Die rechte Hälfte eines Transversalschnitts (Acheta) Richtung *x—y* der Fig. 9. Vergr. Zp. Syst. 3. Die gröberen Verhältnisse im Allgemeinen wie bei Fig. 11.

Aus dem gangliösen Ueberzug 1 treten von den gruppirten Ganglienzellen bündelweis die Fasern in den Markwulst. Im Durchschnitt des Zapfens ein centrales Loch als Ausdruck der hier befindlichen conischen Lücke.

2, das Neurilemm, welches besonders für die grösseren medial (links) gelegenen Ganglienzellen Septa bildet.

Fig. 13. Längsschnitt des Markzapfens und des angrenzenden Markwulstes zur Darstellung des feineren Baues (Acheta). Vergr. Zp. Syst. 4. Bezeichnungen wie oben. S. Text, p. 505.

Fig. 14. Medianschnitt durch das Hirn von Acheta (in der Richtung *x—y* der Fig. 22). Zp. Syst. 1.

Cs, das Commissurensystem in einem weitmaschigen Fasernetz gelegen.
a, Scheidewand in dem Ganglienzellenlager an der oberen Hirnfläche zwischen den beiden Hemisphären.

Fig. 15. Feinerer Bau des Markwulstes von Gryllotalpa. Zp. Syst. 5. S. Text p. 504.

Fig. 16. Querschnitt des gemeinsamen Stiels,

Fig. 17. Längsschnitt desselben,

Fig. 18. Querschnitt des oberen Stielschenkels, alle drei von Gryllotalpa. Zp. Syst. 4. S. Text p. 505.

Fig. 19. Sagittalschnitt des Hirns von Acheta in der Richtung *r—s* von Fig. 22. Zp. Syst. 2 zeigt das Relief der vorderen Hirnfläche, ferner

pd, die Hirnschenkel zum Unterschlundganglion,
1, ein Bündel dunkel gefärbter feinster Fibrillen, das aus Markballen jener Zapfen kommt, welche der unteren Hirnfläche anliegen,
2, die gewöhnlichen bandförmigen Nervenfasern der pedunculi.

Fig. 20, 21. Der feinere Bau des Commissurensystems von Acheta. Zp. Syst. 4. Siehe Text p. 506.

Fig. 22. Transversalschnitt vom Hirn der Grille, Richtung *r—s* von Fig. 9, Zp. Syst. 1, zeigt die Ganglienzellenlage an der oberen Hirnfläche zwischen den Hemisphären, und ihre Theilung in eine vordere und hintere Partie durch *a*, eine Scheidewand aus Bindesubstanz.

Fig. 23. Ein Schiefschnitt durch das Hirn von Acheta, in einer Ebene, die den Ursprung der Augen- und Antennennerven aufnimmt.

opt, Nervenfaserbündel für die Netzaugen,
ant, Antennennerve aus
Bo, dem Bulbus olfactorius,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

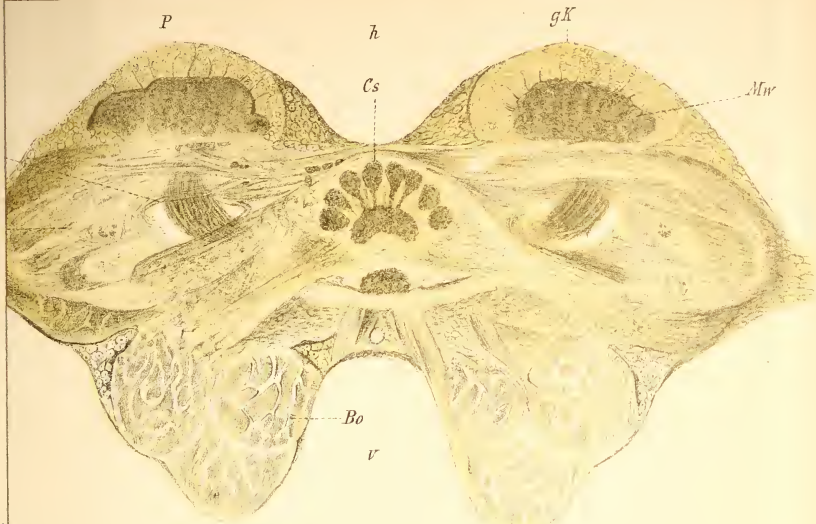


Fig. 8.

Fig. 7.b.

Fig. 7a.

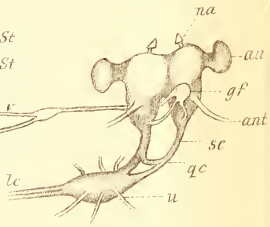
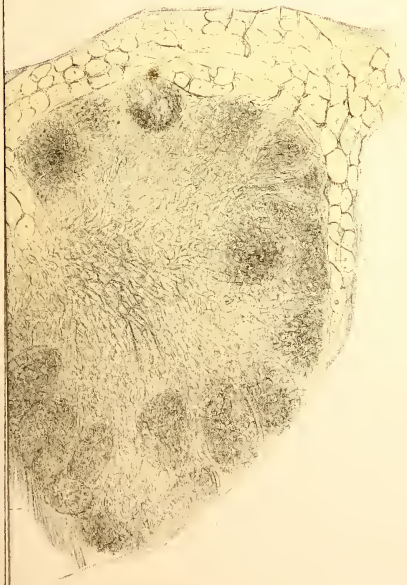


Fig. 6.



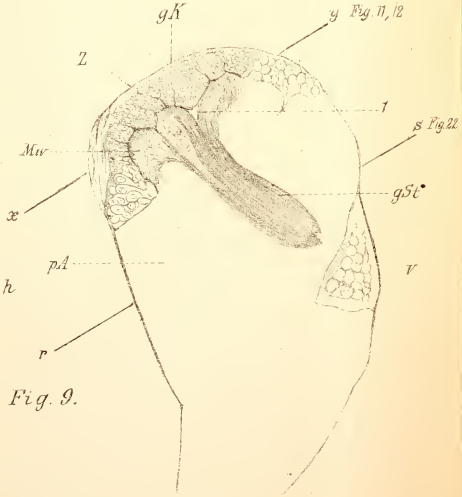


Fig. 9.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

LEGUR LIBRARY

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

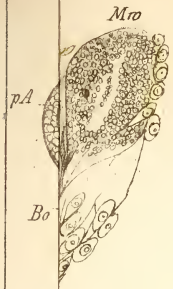


Fig. 14.

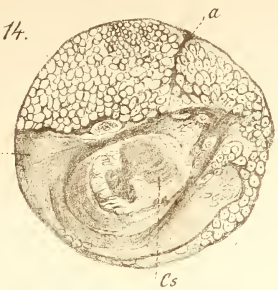


Fig. 15.

Fig. 17.

Fig. 16.

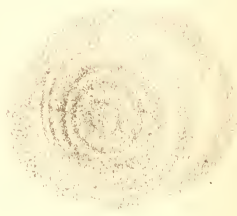


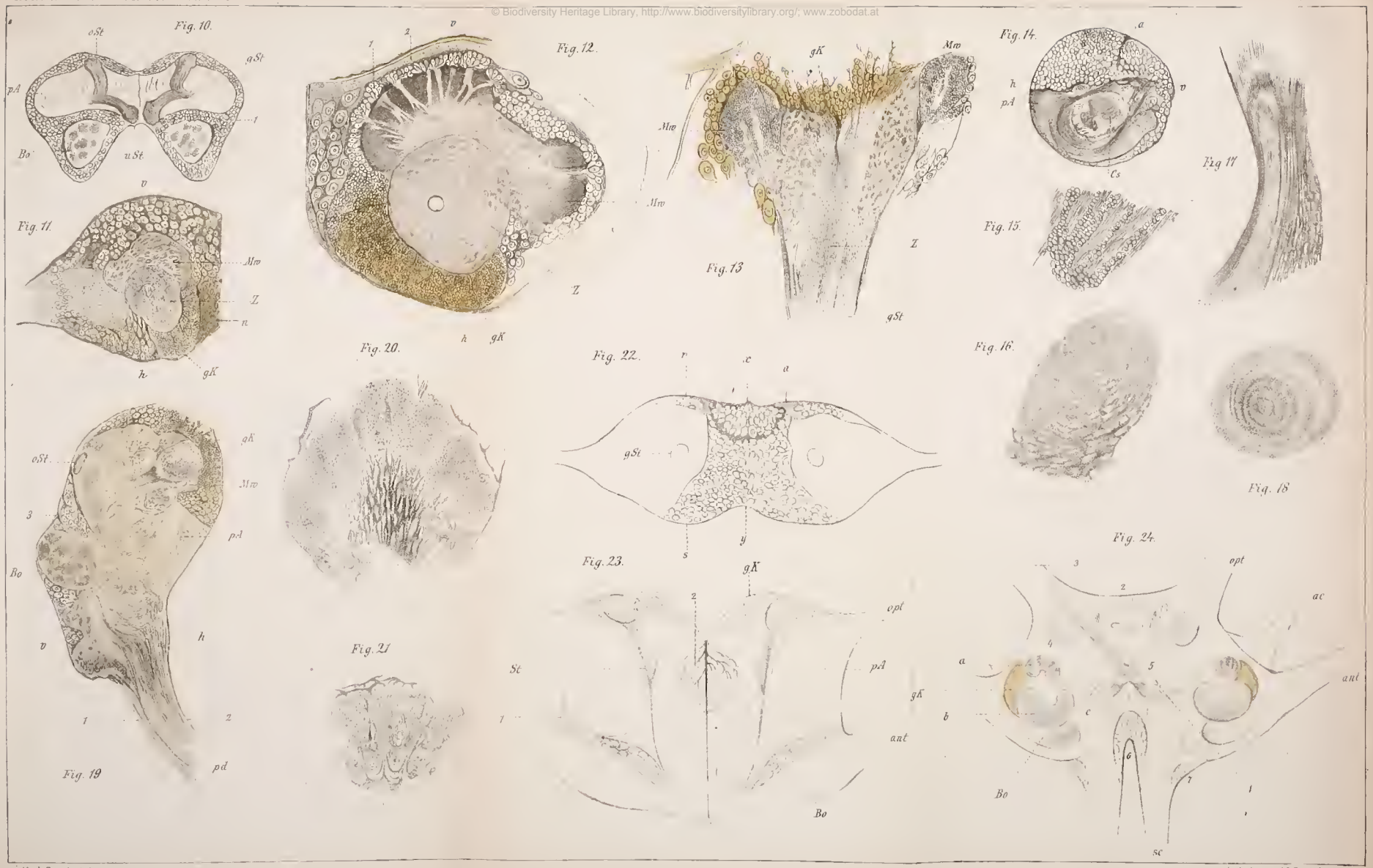
Fig. 18.

Fig. 24.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



M. J. Dietl, del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bo

Fig. 26.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 25.

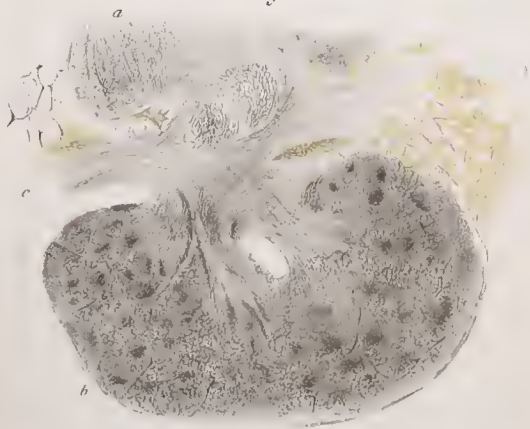


Fig. 26

Fig. 27.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

LIBRARY

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1, Nervenzellenlager zwischen Hirnstock und Bulbus olfactorius,
2, ein ähnliches, das zwischen den pilzhutförmigen Körpern in die hintere Hirnwand eindringt, mit einem verästelten Bindesubstanzgerüst für die Nervenzellen.

Fig. 24—26. Astacus fluviatilis.

Fig. 24. Durchschnitt des Gehirns vom Flusskrebs in halbschematischer Darstellung. Vergr. Hartn. Oc. 3, Syst. 2. Die mittlere Partie repräsentirt die primäre Anschwellung.

Bo, Antennenanschwellung mit ihrem Marklager,
ant, Antennennerv,
ac, n. acusticus?
opt, n. opticus,
a, die in der ventralen kugligen Seitenanschwellung gelegene obere und kleinere Markmasse,
b, die untere grössere Markmasse ebendaselbst,
gk, das gangliöse Kernlager,
c, das aus der runden seitlichen Anschwellung hervortretende Nervenfaserbündel,
Sc, die Schlundcommissur,
1, Bindesubstanzbrücke im Hirn,
2, Ganglienzellenlager an der Vorderseite des Hirns,
3, dunkelgefärbtes Faserbündel mit feinsten Fibrillen im Opticus (vordere Schenkel des Chiasma),
4, ein am Ursprung des Opticus gelegenes Marklager,
5, das Chiasma,
6, medianes Nervenzellenlager zwischen und
7, ein lateral gelegenes seitlich von dem Ursprung der Schlundcommissur.

Fig. 25. Hintere untere Partie des Krebshirns. Durchschnitt durch die runde seitliche Anschwellung und die Antennenanschwellung. Zp. Syst. 2.

Bo, die oblonge Antennenanschwellung,
ant, Ursprung des Antennennerven,
a, oberes } Marklager der runden Seitenanschwellung,
b, unteres }
c, das aus der letzteren zum Chiasma ziehende Nervenfaserbündel,
d, Bindesubstanzbrücken.

Fig. 26. Der feinere Bau des Marklagers. Zp. Syst. 4. Diese Partie entspricht der rechten nicht ausgeführten Hälfte der Fig. 25. Bezeichnungen wie dort. Siehe Text p. 511.

Fig. 27. Augenanschwellung von Carabus viol. Zp. Syst. 3.

M, M_1, zwei radial gestreifte Markzonen, umgeben von
gk, der gangliösen Kernschicht,
pA, die primäre Hirnanschwellung,
r, Retinafasern.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 27

Autor(en)/Author(s): Dietl Michael J.

Artikel/Article: Die Organisation des Ärthropodengehirns. 488-517