

Das Gehirn eines niederen Insektes (*Lepisma saccharina* L.).

Von

Dr. Otto Böttger (Rastenberg i. Thür.).

Hierzu Tafel 29—30 und 6 Figuren im Text.

Einleitung.

Im Zoologischen Institut der Universität Jena sind bis jetzt zwei Arbeiten über die Gehirne der Insekten gemacht worden. C. JONESCU hat das Gehirn der Biene bearbeitet und H. PIETSCHKER das Ameisengehirn eingehend untersucht. Von Herrn Professor Dr. H. E. ZIEGLER wurde ich darauf aufmerksam gemacht, daß es interessant sein müßte, nun auch das Gehirn eines der niedersten Insekten genauer zu studieren, nachdem man bei den höheren Insekten (Hymenopteren) so gute Resultate erhalten hatte. Ich entschloß mich, einen Vertreter der Apterygoten zu nehmen, und zwar wählte ich das in Häusern nicht selten vorkommende Silberfischchen (Zuckergast, *Lepisma saccharina* L.), da ich hiervon leicht genügend Material bekommen konnte und die ziemlich weichen Tiere auch in technischer Hinsicht keine Schwierigkeiten zu bieten schienen; es glückte mir auch, nach einigen mißlungenen Versuchen, geschlossene Schnittserien zu erhalten.

Es ergab sich, daß das Gehirn von *Lepisma* von allen bis jetzt bekannten Insektengehirnen erheblich abweicht, ja sogar Teile aufweist, welche bis jetzt noch nirgends beobachtet wurden. Es ist daher für die vergleichende Anatomie des Insektengehirns von besonderer Wichtigkeit. In der Literatur sind über das Gehirn von *Lepisma* nahezu gar keine Angaben enthalten.

Ich begann die vorliegende Arbeit im Zoologischen Institut zu Jena auf Rat des Herrn Professor Dr. H. E. ZIEGLER und habe sie dann, als derselbe einen Ruf an die Königl. Technische Hochschule in Stuttgart annahm, im Zoologischen Institut dieser Hochschule vollendet.

Es drängt mich, auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herr Professor Dr. H. E. ZIEGLER, für die liebenswürdige Unterstützung, die er mir bei meiner Arbeit zuteil werden ließ, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Historischer Teil.

Ueber die Versuche von der Gliederung des Insektengehirns einen Schluß auf die Gliederung des Insektenkopfes zu ziehen, wie sie VIALLANES, JANET, HALLER und KENYON unterdommen haben, und über die Theorie von der Entstehung des Ober- und Unterschlundganglions aus der Verschmelzung von je 3 Ganglienpaaren ist von JONESCU ausführlich berichtet worden. Hier noch einmal darauf einzugehen, ist wohl überflüssig; aber es dürfte nützlich sein, einmal eine Uebersicht über alle bis jetzt bearbeiteten Insektengehirne und die hauptsächlichsten Resultate der betreffenden Arbeiten zu geben. Ich werde dabei der besseren Uebersicht halber systematisch vorgehen und das System von HERTWIG zugrunde legen; und zwar will ich die Reihe der Insektenordnungen von oben nach unten vornehmen, also von den am höchsten stehenden Ordnungen zu den niederen gehen.

Lepidopteren.

Beginnen wir mit der Betrachtung des Lepidopterengehirns. Als Autoren sind hier FLÖGEL (1878) und BERGER (1878) zu nennen. FLÖGEL hat eine ganze Reihe von Lepidopteren untersucht, sowohl Imagines als auch Raupen und Puppen. Er hat Schnittserien durch das Gehirn der Imagines von *Cossus ligniperda*, *Sphinx Ligustri*, *Vanessa polychloros*, ferner der Raupen von *Pontia brassicae*, einer *Euprepia*, einer nicht bestimmten Noctuiden und *Sphinx Ligustri*, endlich der Puppen von *Saturnia Carpini* und *Sphinx Ligustri* gemacht. Er schildert die Befunde bei *Cossus ligniperda* (Imago) an der Hand einer Serie von 120 Frontalschnitten etwas genauer. Die Verhältnisse bei *Sphinx Ligustri* und *Vanessa* sind ähnlich. Bei *Cossus* sieht man jederseits zwei Becher, die vollkommen die Becherform haben, ungefähr so wie im jugendlichen Ameisengehirn. „Die Wand ist dick, die Höhlung nicht bedeutend, die Zahl der Zellen gering.“ Die äußeren Becher sind gegen die inneren nach hinten verschoben. Die Hinteräste¹⁾ ver-

1) Sie entsprechen den Stielen der pilzförmigen Körper bei den Bienen und Ameisen.

einigen sich und gehen als gemeinsamer Hinterast nach vorn. Am Zentralkörper ist die horizontale Teilung vorhanden. Unterhalb des Zentralkörpers liegen die beiden Hinterenden des Balkens. Von der Verschmelzungsstelle des Balkens mit dem Hinterast geht das Vorderhorn ab. Dieses hat keine Aehnlichkeit mit dem bei *Blatta*; es sind hier wahrscheinlich mehrere Aeste, die an der Oberfläche des Gehirns enden. Schon bei *Forficula* fand FLÖGEL den Anfang zu einer weiteren Differenzierung dieses Gebildes, wie wir später sehen werden. Die Geruchkörper des Lobus olfactorius sind sehr groß und liegen hauptsächlich an der Peripherie. Das ganze Gerüst (Balken, Vorderhorn, Hinterast und Becher), das bei *Blatta* so in den Vordergrund tritt, verschwindet in dem *Cossus*-gehirn neben der Masse der umhüllenden Faserzüge. Denn wir haben deutliche Faserstruktur und keine Punktsubstanz, wie LEYDIG annimmt. — Das Gehirn von *Sphinx Ligustri* schließt sich eng an das von *Cossus* an; das Vorderhorn ist ebenso kompliziert gebaut. — Ebenso *Vanessa*; nur sind hier im ganzen wahrscheinlich nur zwei Becher vorhanden. Von jedem gehen aber zwei Bündel ab. — Bei *Cheimatobia brumata* scheinen die Becher auf jeder Seite zu einem einzigen verschmolzen zu sein; die beiden Hinteräste jedoch entspringen in gesonderten Abschnitten derselben. Der Lobus olfactorius ist gut ausgebildet; der Zentralkörper ist vorhanden.

BERGER hat bei den Lepidopteren auch jederseits einen pilzförmigen Körper erkannt. „Nach der oberen, nach hinten gelegenen Oberfläche des Gehirns bemerkt man jederseits eine Ansammlung von Marksubstanz, die von einer dünnen Lage des kleinzelligen Rindenbeleges bedeckt ist.“ BERGER beobachtet ferner bei *Pieris* einen Faserzug, der den Zentralkörper mit den Bechern derselben Seite verbindet.

Aphanipteren.

Ueber das Gehirn der Aphanipteren (Flöhe) habe ich keine Arbeit vorgefunden.

Dipteren.

Mit dem Diptereengehirn haben sich FLÖGEL, BERGER, BELLONCI und CUCCATI beschäftigt. Ferner hat VIALLANES eine Arbeit über das Ganglium opticum einiger Dipterenlarven veröffentlicht. FLÖGEL (1878) gibt eine kurze Beschreibung des Gehirns von *Tabanus bovinus*. Der Astwinkel, in dem sich Vorderhorn, Hinterast und Balken scheiden, liegt im Gehirn weiter vorn als der Zentral-

körper. Vorderhorn und Balken hat er nicht deutlich verfolgen können, wohl aber den Hinterast. Das Ende des Vorderhorns an der Vorderfläche ist ihm zweifelhaft. Die Erkennung der Becherzellengruppe ist erschwert, da diese Zellen nur wenig kleiner sind als die benachbarten Zellen. Sie liegen an der Hinterfläche des Gehirns. — *Musca vomitoria*, *Stomoxys calcitrans* und *Psila fimetaria*, durch deren Gehirn er auch Schnitte hergestellt hat, hält er zur Untersuchung nicht für geeignet. Hier kann er die Becherzellen nicht mehr von den umliegenden Gruppen trennen. Zentralkörper, Astwinkel und Vorderhorn sind deutlich zu sehen. — Bei allen von ihm untersuchten Dipteren enthält der gut ausgebildete Lobus olfactorius zahlreiche große Geruchskörper, die eine besondere Anordnung wie bei den Schmetterlingen nicht erkennen lassen.

Weiter hat BERGER (1878) das Gehirn von *Musca vomitoria* (Schmeißfliege), *Musca caesar* (Goldfliege) und *Musca domestica* (Stubenfliege) studiert. Er findet auch eine ansehnliche Antennenanschwellung, die aus rundlichen Ballen besteht. Die Antennenanschwellungen der beiden Seiten sind durch eine breite Kommissur verbunden. Ferner liegt an der vorderen Hirnfläche, und zwar nach oben, jederseits ein ovaler, aus Marksubstanz bestehender Körper, der von einer dünneren Schicht des Rindenbeleges überzogen wird — der pilzförmige Körper. Die beiden pilzförmigen Körper sind hier also in einen einzigen verschmolzen. — Die Mücke ist von BERGER und BELLONCI untersucht. CUCCATI (1888) hat *Somomya erythrocephala* bearbeitet.

Rhynchoten.

Aus der Ordnung der Rhynchoten (Schnabelkerfe) ist nur ein Vertreter der Hemiptera (Wanzen), nämlich *Syromastes marginatus* auf sein Gehirn hin studiert worden, und zwar von FLÖGEL (1878). Dieser schreibt: „Soweit ich nach der einzigen untersuchten Art *Syromastes marginatus* mir ein Urteil zu bilden vermag, ist das Gehirn der Hemiptera nach einem anderen Typus angelegt als das der bisher behandelten Insektenordnungen. Eine Schnittreihe von 78 Nummern zeigt, daß es einen großen, schön ausgebildeten Zentralkörper gibt. Von dem Gerüst sehe ich nichts, was mit Bestimmtheit auf die uns bekannten Teile zurückzuführen wäre und bedarf der Gegenstand weiterer Untersuchung an größeren Tieren. An der Hinterfläche des *Syromastes*gehirns liegt in jeder Hemisphäre ein großer, nierenförmiger Körper, von

dem aus ein Faserbündel schräg abwärts bis in die Nähe der Zentralkörperspitze läuft. Ob dieser Körper das Homologon der Becher ist, etwa der verschmolzenen Bechersubstanz von *Forficula* ähnlich? Dann fehlt aber die Ansammlung von Zellen ganz und gar. Der Lobus olfactorius besteht hier ebenso wie bei den Dipteren.“

Hymenopteren.

Sehr eingehend ist das Gehirn der Hymenopteren studiert worden. Wohl jeder Forscher, der sich mit dem Insektengehirn beschäftigt hat, hat einen oder mehrere Vertreter dieser Ordnung untersucht. Dies ist ja auch ganz natürlich; muß man doch gerade bei den Hymenopteren, zu denen die am höchsten stehenden sozialen Insekten, wie Biene und Ameise, gehören, die größte Vollkommenheit im Bau des Gehirns der Insekten erwarten. Ich will nur eine kurze Uebersicht über diese Arbeiten geben. Ueber die Biene (*Apis mellifica*) liegen Untersuchungen vor von SWAMMERDAM, CUVIER, TREVIRANUS, DUJARDIN, LEYDIG, BRANDT, DIETL, FLÖGEL, BERGER, HALLER und KENYON. Die neueste Arbeit, in der die Resultate aller übrigen zusammengefaßt sind, ist die von JONESCU. — Das Ameisengehirn haben bearbeitet DUJARDIN, LEYDIG (rote Ameise), FOREL (*Lasius*), RABL-RÜCKHARD (*Formica rufa*, *Lasius niger* [Larve und Puppe], *Lasius fuliginosus*) und PIETSCHKER (*Camponotus ligniperdus*, *Stenamma* und *Lasius*). — Das Wespengehirn haben DUJARDIN, LEYDIG (*Vespa rufa* und *V. crabro*) und VIALLANES (*Vespa vulgaris* und *V. crabro*) untersucht; ferner FLÖGEL (*Vespa vulgaris*, *V. crabro*, *Pompilius viaticus*, die Ichneumoniden *Cryptus* und *Bracon*, die Blattwespe *Tenthredo ribis*, die Gallwespe *Cynips quercus folii*) und J. CARRIÈRE (*Polistes gallica*). — Schließlich ist noch die Hummel anzuführen, deren Gehirn von DUJARDIN, LEYDIG und FLÖGEL studiert wurde.

Auf den Bau des Hymenoptergehirns will ich nicht eingehen, sondern möchte nur auf die Arbeiten von C. JONESCU und H. PIETSCHKER verweisen. Beide Arbeiten geben eine genaue Beschreibung des Bienen- bezüglich Ameisengehirns¹⁾.

1) Während des Druckes dieser Abhandlung erschien die interessante Arbeit von HANS VON ALTEN „Zur Phylogenie des Hymenoptergehirns“ (*Jen. Zeitschr.*, Bd. XLVI, 1910), welche sich auf verschiedene Hymenopteren bezieht.

Coleopteren.

An die Ordnung der Hymenopteren wollen wir die der Käfer (Coleopteren) anschließen. Auf diesem Gebiete liegen Arbeiten vor von FAIVRE (*Dytiscus*), LEYDIG (*Dytiscus marginalis*), FLÖGEL (*Dytiscus marginalis*, *Melolontha*, *Geotrupes stercorarius*, mehrere *Cantharis*arten), BERGER (*Dytiscus marginalis* und *Hydrophilus piceus*) und DIETL (*Carabus violaceus*).

Nach LEYDIG (1864) ist der Bau des Gehirns von *Dytiscus* ein ganz anderer als der des Hymenoptereengehirns. Er vermißt auf den ersten Blick ein Gebilde, das mit den pilzförmigen Körpern der Hymenopteren verglichen werden kann. „Die eigentlichen Hirnwölbungen werden nicht mehr, wie es bei der Larve der Fall ist, von einer gleichmäßigen, zelligen Rindensubstanz eingenommen, sondern diese hat sich in eine größere Zahl von Ganglienkugelpakets gesondert. Immer nehmen diese verschiedenen Gruppen bestimmte Hirngegenden ein.“ LEYDIG entdeckt die Cerebralkommissuren und zeigt deutlich die eine, die die beiden Cerebralloben verbindet. Die Sehlappen haben sich gleichsam vom Gehirn abgetrennt und bleiben nur durch einen Stiel mit demselben verbunden. Der Sehlappen besteht wie bei der Ameise aus drei scharf abgegrenzten Portionen.

DIETL (1876) konnte bei *Carabus violaceus* an den Hemisphären nichts entdecken, was den pilzförmigen Körpern entspräche. Er spricht aber die Vermutung aus, daß das pilzförmige Organ „in veränderter Gestalt in die Augenanschwellung verlegt sei“. Dieser Ansicht stimmte BERGER nicht bei.

FLÖGEL (1878) erblickt auf Frontalschnitten die vier Becherzellengruppen ohne Schwierigkeit (= LEYDIGS Pakete kleiner Zellen). Ferner sieht er Hinterast (Stiel), Balken und Vorderhorn. Der Lobus olfactorius ist sehr klein, enthält aber zahlreiche Geruchskörper. Ein Zentralkörper (zentraler Knoten, LEYDIG) ist vorhanden. Bei *Melolontha* scheinen die vier Becherzellengruppen im Vergleich zu *Dytiscus* ganz bedeutend vergrößert zu sein.

BERGER (1878) hat ebenfalls *Dytiscus marginalis* und außerdem noch *Hydrophilus piceus* als Objekte zur Untersuchung gewählt. Die Antennenanschwellung liegt nach vorn und unten und ist verhältnismäßig klein. BERGER hält zwei nahe aneinander liegende, namentlich bei *Hydrophilus* deutlich voneinander geschiedene Partien im Rindenbeleg an der hinteren oberen Fläche des Gehirns für die Analoga der pilzförmigen Körper. Sie unter-

scheiden sich durch die Kleinheit der sie zusammensetzenden Elemente von dem übrigen Rindenbelege. Aus jedem Becher entspringt ein Stiel von Nervenfasern; wir haben also jederseits einen inneren und einen äußeren Stiel. Die Stiele jeder Seite verlaufen nach vorn und unten und vereinigen sich zu einem Bündel, das dieselbe Richtung eine kurze Strecke beibehält. Dieses Bündel teilt sich dann in einen äußeren Ast, der an der vorderen oberen Hirnoberfläche schwach kolbig angeschwollen endet, und einen inneren Ast, der bis unter das fächerförmige Gebilde (Zentralkörper) verläuft und dort mit dem gleichartigen Faserbündel der anderen Hirnhälfte in der Medianlinie zusammentrifft. Fasern treten von dem einen Bündel in das andere nicht über, wie dies auch LEYDIG bereits beobachtet hat. BERGER sagt auch, daß das Augenganglion mit dem übrigen Gehirn durch einen Nerv verbunden sei. Das fächerförmige Gebilde (Zentralkörper) erscheint sowohl in Horizontal-, als auch in Frontalschnitten linsenförmig.

Neuroptera.

Ueber das Gehirn der Neuropteren (Netzflügler) habe ich keine Arbeit vorgefunden. FLÖGEL stellt zwar *Aeschna grandis*, *Aeschna mixta* und *Libellula* in diese Ordnung und bespricht an dieser Stelle auch ihr Gehirn. Ich werde darauf in der Ordnung der Archipteren oder Pseudoneuropteren zurückkommen, da sie im HERTWIGSchen System dort einzureihen sind.

Orthoptera.

Neben den Hymenopteren sind die Orthopteren (Geradflügler) am meisten zur Untersuchung herangezogen worden; vor allem ist das Gehirn von *Periplaneta orientalis* eingehend studiert worden. Es liegen über diesen Geradflügler Arbeiten vor von FLÖGEL, NEWTON, BELLONCI und HALLER. FLÖGEL (1878) ist der erste, der eine eingehende Beschreibung gibt. Er spricht von einer Art stützendem Gerüst, das aus dem Balken, dem Vorderhorn, dem Hinterast, den beiden Bechern und dem Zentralkörper besteht. Bis auf letzteren liegen diese Bestandteile paarig zu beiden Seiten der Medianlinie. Der Zentralkörper ist unpaar. Paarig sind ferner noch der Lobus opticus und der Lobus olfactorius, seitliche Vorsprünge des Gehirns. Der Zentralkörper liegt in der Mitte der Gehirns; er ist oben gewölbt, unten meist eben und an den Seiten zugespitzt. Er setzt sich aus einer oberen massigeren und einer unteren kleineren Hälfte zusammen. Die obere Hälfte

ist in acht Abschnitte gegliedert; bei der unteren ist diese Gliederung weniger deutlich. Verursacht wird diese Erscheinung durch Bündel von wenigen dicken Nervenfasern, die in regelmäßigen Abständen von hinten und oben in den Zentralkörper eintreten. Hinter dem Zentralkörper beschreibt FLÖGEL zwei kleinere Massen von netzförmiger Substanz, die Dorsalknolle und die Basalknolle. Ganglienzellen enthält der Zentralkörper nicht. Unterhalb des Zentralkörpers liegen horizontal die beiden Balken. Ihre Trennungsfläche nennt er Balkennaht; diese enthält weder Zellen noch Fasern. In dem sogenannten Astwinkel teilt sich das Außenende des Balkens in Vorderhorn und Hinterast. Ersteres verläuft nach vorn und oben und endigt blind an der Oberfläche des Gehirns, anscheinend unmittelbar unter dem Neurilemm. Der Hinterast besteht aus zwei Aesten, einem inneren und einem äußeren, die nach dem inneren und dem äußeren Becher derselben Seite verlaufen. Der äußere Becher liegt etwas weiter nach hinten als der innere. An jedem Becher unterscheidet er Grund, innere Wandfläche, Rand und Außenfläche. Angefüllt sind die Becher mit zahllosen kleinen Zellen, zwischen denen man feine Fäserchen sieht. Das Gerüst ist fast von allen Seiten durch Fasern umhüllt. Im Lobus opticus hat er die drei von LEYDIG benannten Kerne gesehen. Im Lobus olfactorius findet er 100—150 runde Ballen, die Geruchskörper; ihre Masse ist fein netzförmig. Umgeben werden sie von einer Rinde von Ganglienzellen. Zwischen diesen Geruchskörpern verlaufen unzählbare, sehr feinste Nervenfasern. An der Hinterfläche des Gehirns liegen noch zwei kleine ovale Ganglien; sie enthalten keine Fasern, sondern nur Zellen, und sind je durch einen Stiel mit dem Gehirn verbunden.

Ferner hat NEWTON (1879) über Blatta gearbeitet. Sein Werk liegt mir nicht vor, sondern nur einige Auszüge. Wesentlich Neues über das Blattagehirn bringt er nicht.

BELLONCI (1881—1882) hat (nach VIALLANES) bei Blatta einen Fasertraktus, der den Lobus olfactorius mit dem pilzförmigen Körper und dem Ganglion opticum derselben Seite, und einen anderen Traktus, der den Lobus olfactorius mit dem pilzförmigen Körper der anderen Seite verbindet, entdeckt. Außerdem hat er eine Kommissur zwischen den beiden Lobi olfactorii der beiden Seiten gefunden.

Die neueste Arbeit über das Gehirn von Blatta ist die von HALLER. Er schildert zunächst die Lage des Gehirns im Kopf und seine äußere Gestalt. Er beobachtet eine sehr seichte, sagittal

gerichtete Längsfurche, die die Grenze zwischen den beiden Hälften des Globulus angibt. Den medialen Teil des Protocerebrums zwischen den beiderseitigen Globulis nennt er Pars intercerebralis. Das Sehganglion ist kurzgestielt und kompakt. Die Schlundkommissur ist ganz kurz. HALLER geht dann auf den Bau der Becher und den Verlauf der Stiele ein. Der Globulus liegt als Kuppel dem Protocerebrum auf. Er besteht aus einer dicken Lage von sehr kleinen Ganglienzellen und einer darunter gelegenen Markmasse. Die Markmassen „bilden jede für sich je ein nach dorsal und etwas frontal zu mit der konkaven Seite gekehrtes, schalenförmiges Gebilde, das ventralwärts in den Globulusstiel sich fortsetzt“. Die beiden Hälften des Syncerebrums werden durch ein Kommissurensystem verbunden. Oberhalb des Zentralganglions verläuft die Dorsalkommissur, unterhalb der Querverbindung der Glomerulusstiele die Ventral- und Antennalkommissur. Er findet im Ganglion opticum das äußere Marklager und die äußere Kreuzung. Das innere Marklager greift noch in das Syncerebrum hinein. Es ist dies ein primärer Zustand gegenüber den Dipteren, Neuropteren, Coleopteren und Lepidopteren, jedoch sekundär gegenüber den Myriapoden und Isopoden. Ventralwärts schließt sich dem Protocerebrum das Antennalganglion an. Sein Marklager enthält zahlreiche Glomeruli. Die drei Gebiete des Syncerebrums (Proto-, Deuto- und Tritocerebrum) sind bei *Blatta* gut differenziert. Im nächsten Abschnitt seiner Arbeit geht HALLER auf die strukturellen Verhältnisse ein. Er bespricht zunächst den feineren Bau des Sehapparates und dann die Faserstränge, durch die das Ganglion opticum mit den anderen Hirnteilen verbunden ist. Er findet, daß das Sehganglion in Verbindung steht: 1) mit dem Sehganglion der anderen Hälfte des Gehirns, 2) mit den Bechern, 3) mit der Pars intercerebralis anterior, 4) mit dem Antennalganglion, 5) mit dem Unterschlundganglion und 6) mit dem Zentralganglion.

Weiter geht er auf die strukturellen Verhältnisse der Globuli ein und stellt die Verbindungen fest, die die Globuli mit anderen Hirnelementen haben. Er findet folgende: 1) Eine Verbindung mit dem Sehganglion, 2) eine mit der ganzen Pars intercerebralis, 3) mit der unteren Schlundganglionmasse und damit mit dem ganzen Bauchmark, ferner 4) mit dem Zentralganglion.

In ähnlicher Weise behandelt er dann das Zentralganglion. An letzter Stelle dieses Abschnittes bespricht er das Antennalganglion und den Ursprung des Antennalnerven; ferner ermittelt er folgende Verbindungen des Lobus olfactorius mit anderen Teilen

des Gehirns: 1) mit dem Antennalganglion der anderen Seite, 2) mit dem Pars intercerebralis anterior der beiden Seiten, 3) mit den Globulis, 4) mit dem ganzen übrigen seitlichen Teil des Protocerebrums, 5) mit dem Zentralganglion, 6) durch Vermittelung des Zentralganglions mit den optischen Zentren und 7) mit dem Unterschlundganglion und dadurch mit dem ganzen Bauchmark.

Ueber andere Orthopteren haben gearbeitet RABL-RÜCKHARD (*Gryllus italicus*, *Locusta viridissima*, *Decticus verrucivorus*, 1875), DIETL (*Acheta* [*Gryllus*] *campestris*, *Gryllotalpa vulgaris*, 1876), FLÖGEL (*Forficula auricularia*, eine *Acridium*-Species, 1878), BERGER (*Locusta*, 1878), PACKARD (*Caloptenus femur rubrum*) und VIALLANES (*Gryllus*, 1887). Ich will nur das Wichtigste hervorheben. RABL-RÜCKHARD fand bei *Gryllus italicus* „in den beiden als abgerundete Kegel erscheinenden oberen (Stirn-) Lappen, die in ihrer Lage den pilzhutförmigen Anschwellungen entsprechen, je einen leichteren, nach oben offenen, relativ viel kleineren, unvollständigen, d. h. nicht völlig geschlossenen, ring-, richtiger wurstähnlichen Körper, der ebenfalls aus feinkörniger Substanz besteht, und von derselben kleinzelligen Ganglienmasse eingehüllt wird, wie sie sich an dem entsprechenden Hirnteil der Hymenopteren findet. Die offene Stelle zwischen den beiden Enden der „Wurst“ liegt nach oben gerichtet, und erscheint das ganze Gebilde von vorn gesehen wie ein mit seiner Oeffnung nach oben gerichteter Halbring, während man sich nach seiner Herauspräparierung überzeugt, daß die offene Lücke sich auf einen viel kleineren Kreisabschnitt beschränkt. Auch in den gleichwertigen Teilen des Gehirns von *Locusta viridissima* und *Decticus verrucivorus* bemerkt man eine sich undeutlich abhebende Figur anscheinend ähnlicher Art.“

DIETL beschreibt bei *Gryllotalpa* am Scheitel des Hirns, und zwar besonders an der Rückseite die pilzförmige Haube; dieselbe deckt wie eine Kappe die Hemisphäre. Er fand jederseits nur einen pilzförmigen Körper, aus dem ein Stiel entspringt. Dieser läuft nach vorn und unten und teilt sich. Ein Stiel geht nach vorn und oben ab, ein zweiter an die untere Hirnfläche zwischen die Antennenballen. Beide Stiele enden unter der Hirnhaut mit einer schwachen kolbenförmigen Anschwellung. Am Zentralkörper bemerkt er auch die acht Markblätter. Er geht dann noch genauer auf histologische Einzelheiten ein.

FLÖGEL hat außer *Blatta* noch zwei andere Orthopteren untersucht. Bei *Forficula auricularia* findet er alle Teile des *Blatta*-

gehirns mit Ausnahme der 4 Becher wieder. Es ist nämlich jederseits nur ein Körper vorhanden, der den zwei verschmolzenen Bechern entspricht. Wir haben es hier nicht mit becherförmigen Gebilden zu tun, sondern sehen eine rundliche Masse, die von allen Seiten mit sehr kleinen Ganglienzellen bekleidet ist. Bei genauerem Zusehen findet man aber doch seichte Vertiefungen. — Bei *Acridium* sind nach FLÖGEL Zellen und Fasern besonders groß, und ist deshalb dieses Objekt zur Untersuchung besonders geeignet.

BERGER bestätigt bei der Untersuchung des Gehirns von *Locusta* im wesentlichen die Resultate seiner Vorgänger.

PACKARD hat das Gehirn von *Caloptenus femur rubrum* studiert.

Pseudoneuropteren, Archipteren (Urflügler).

Als vorletzte Ordnung haben wir die Archipteren zu behandeln. FLÖGEL hat Schnittserien von *Aeschna grandis*, *Aeschna mixta* und *Libellula depressa* hergestellt. Wesentliche Unterschiede zwischen den Gehirnen dieser 3 Urflügler hat er nicht gefunden; er beschreibt *Aeschna mixta* etwas eingehender. Der Zentralkörper besteht wie bei allen Insekten aus zwei Hälften. Neben ihm gabelt sich der aus dem Hinterteil des Gehirns kommende sehr dünne Hinterast. Beide Teiläste gehen nach vorn, der eine nach oben und auswärts, der andere nach unten und innen. Den absteigenden Ast setzt FLÖGEL dem Balken gleich, da er sonst unterhalb des Zentralkörpers kein dem Balken vergleichbares Gebilde findet. Der aufsteigende Ast entspräche dann dem Vorderhorn. Der oben erwähnte Hinterast führt nach den Becherzellen. Diese Zellgruppe besitzt keine Spur von einer Gliederung in zwei Teile, wie dies bei *Dytiscus* noch der Fall war, sondern wir haben nur eine einzige Gruppe. Von einer Becherform kann man hier nicht reden. Auch der Ast erscheint einfach. Die Zellen, die an Größe erheblich hinter den Ganglienzellen der Umgebung zurückstehen, senden ihre feinen Ausläufer in den Hinterast. Einen Lobus olfactorius mit Geruchskörpern hat FLÖGEL nicht gefunden. Der Lobus opticus überlagert infolge seiner enormen Entwicklung die Becherzellen.

Außer FLÖGEL hat noch BERGER (1878) Vertreter der Archipteren bearbeitet, und zwar Libellenlarven (*Aeschna* und *Libellula*). Bei diesen fand er die niedrigste Organisationsstufe des Gehirns aller von ihm untersuchten Insekten. Der Lobus opticus überragt das übrige Gehirn beträchtlich an Größe. BERGER bespricht eingehend die Augenanschwellung und unterscheidet äußeres und

inneres Marklager, und eine äußere und eine innere Kreuzung der Fasern. Er hat auch ein den pilzförmigen Körpern entsprechendes Gebilde beschrieben. An der hinteren unteren und äußeren Fläche des Gehirns liegt ein kreisförmiger Teil des Rindenbeleges, der mit dem angewandten Farbstoff intensiver gefärbt ist. Er besteht aus dicht aneinander gelagerten kleinen Zellen; diese lassen einen verhältnismäßig großen Kern, der von wenig, sich nur schwach färbendem körnigen Protoplasma umgeben ist, erkennen. Die Antennennerven entspringen aus kleinen Anschwellungen. Oberhalb des fächerförmigen Gebildes (Zentralkörper) beschreibt der Autor 2 Bündel von Nervenfasern in der Medianebene, die sich in Form eines \times kreuzen.

Was die Termiten betrifft, so hat GRASSI in seinem Werk über die Biologie und Anatomie dieser Tiere auch einige Angaben über die Gehirne gemacht. Sehr interessant würde eine genauere vergleichende Untersuchung des Gehirns der verschiedenen Kasten (königliches Paar, Geflügelte, Arbeiter [σ und φ], Soldaten und Jugendstadien) eines Termitenstaates sein. Ist doch ESCHERICH der Ansicht, daß „in der Termitenbiologie der Kulminationspunkt des sozialen Tierlebens zu erblicken“ sei. Man darf wohl mit Recht auch hier Unterschiede im Bau des Gehirns der einzelnen Kasten erwarten, nachdem man bei den Ameisen und Bienen solche gefunden hat.

GRASSI macht einige Mitteilungen über das Termitengehirn; er sagt: „Das Oberschlundganglion zeigt sich gleichartig gelagert wie bei den Thysanuren, nämlich vorn die Lobi olfactorii und hinten die pilzförmigen Körper. Die letzteren sind verhältnismäßig sehr gut entwickelt (zum Vergleich wurden Embia [Orthoptere] und Thysanuren herangezogen). Es sind jederseits zwei, also im ganzen vier, äußerlich wenig voneinander getrennte Becher vorhanden. Sie sind wie bei anderen Insekten auch charakterisiert durch die kleinen Zellen mit einem Kern, der sich intensiver färbt als in den anderen Nervenzellen. Denjenigen, der bei dem pilzförmigen Körper im Vergleich mit weniger intelligenten Insekten etwas Charakteristisches finden möchte, könnte man vor allem darauf aufmerksam machen, daß die kleinen, oben erwähnten Nervenzellen sehr zahlreich sind.“

Apterygoten.

Ueber das Gehirn der Apterygoten (Urinsekten) liegt meines Wissens keine ausführlichere Arbeit vor. Ich habe nur einige

kurze Bemerkungen bei GRASSI (1889) gefunden, die ich in der Uebersetzung wiedergeben will: „Was das Oberschlundganglion anbetrifft, so sind meine Untersuchungen hier unvollständig. Denn es glückte mir nicht, den Verlauf der Nervenfasern im Gehirn zu verfolgen, weder bei *Campodea* noch bei *Japyx*. Bei allen Thysanuren läßt das Gehirn noch deutlich die ursprünglich paarige Anlage erkennen.

Im allgemeinen kann man gelten lassen, daß jede Hirnhälfte 3 Loben besitzt: 1) einen vorderen, von dem der Antennennerv ausgeht; 2) einen seitlichen, der mehr oder weniger nach hinten oder vorn verschoben ist und zu den Augen führt (*Lobus opticus*). Er ist mehr oder weniger rudimentär bei Formen ohne Augen, wie bei *Campodea*, *Japyx*, *Nicoletia* und *Lepisma*. Gut entwickelt ist er hingegen bei den Formen, die mit Augen versehen sind, wie *Machilis* und *Lepisma*. Schließlich hat 3) jede Hirnhälfte einen nach hinten gelegenen Lobus, von dem wahrscheinlich die paarigen Visceralnerven ausgehen. Die innere Struktur des Gehirns von *Lepisma* schließt sich an die des Blattaghirns an¹⁾. Bei *Machilis* und bei den *Lepismiden* konnte ich eine besondere Unterschlundkommissur feststellen, welche die rechte Hälfte mit der linken des Oberschlundganglions verbindet. Bei *Machilis* ist mir diese Kommissur doppelt erschienen. Sie wird gebildet von den beiden Hälften des Oberschlundganglions, beinahe an derselben Stelle wie die Kommissur, welche die beiden Hälften dieses Ganglions mit dem Unterschlundganglion verbindet. Diese letztere Kommissur ist bei den *Lepismiden* sehr kurz. Ich möchte bemerken, daß eine ähnliche Kommissur existiert bei verschiedenen Crustaceen, Myriapoden und Insekten, unter letzteren die Orthopteren (*Blatta* usw.) mit einbegriffen.“

Material und Methode.

Zu meinen Untersuchungen habe ich *Lepisma saccharina* L., Zuckergast, auch Silberfischchen genannt, benutzt. Das vorliegende Tier gehört zu den niedersten Insekten, zu den Insekten mit primärem Flügelangel, den Apteriygoten. Man teilt diese in Thysanuren und Collembolen ein; zu ersteren gehören außer *Lepisma* noch *Machilis* und *Campodea*.

1) Dieser Bemerkung kann ich nach meinen Beobachtungen nicht zustimmen.

Gefangen habe ich die Tiere in alten Häusern, und zwar fanden sie sich da überall. Besonders haufenweise hielten sie sich unter alten Woll- und Filzsachen auf, die auf Dielen mit Ritzen lagen. Sobald man die Sachen wegnahm, waren gewöhnlich eine ganze Anzahl der Tierchen auf dem Fußboden zu sehen. Bei Zutritt des Lichtes lagen sie zuerst einen Moment ruhig da; nach einigen Augenblicken liefen sie aber hastig hin und her und verkrochen sich in Ritzen und Spalten im Fußboden. Ich stülpte nach Wegnahme der Sachen, unter denen sich Lepismen befanden, schnell Gläser über die einzelnen Tiere, um einem Entfliehen derselben vorzubeugen. Dann nahm ich diese Gläser wieder einzeln weg und ließ das darunter befindliche Tier auf ein Stück Papier laufen; von da aus konnte ich es leicht in ein Glas mit einer Fixierungsflüssigkeit bringen. Auf diese Weise konnte ich innerhalb kurzer Zeit eine ganze Anzahl von Lepismen fangen. Ich hatte in drei unbewohnten Kammern alte Wollsachen etc. auf den Fußboden gelegt; diese nahm ich im Verlaufe einer halben Stunde 2—3mal weg und fand jedes Mal mehrere Tiere darunter. Häufig sah ich sie auch in der Küche auf Tellern und an der Tapete der Wände, an letzterem Ort vor allem zur Nachtzeit, herumkriechen. Auch hier benutzte ich zum Fangen ein Stück Papier, da man sonst zu leicht Gefahr lief, sie mit den Fingern zu zerdrücken.

Fixiert habe ich die Tiere nach der FLEMMINGSchen Methode. Ich ließ die ganzen Objekte in einer Mischung von

15 Vol. 1-proz. Chromsäure,
4 Vol. 2-proz. Osmiumsäure,
1 Vol. Eisessig

ca. 2—3 Wochen liegen, habe sie dann 24 Stunden in Brunnenwasser ausgewaschen und schließlich die Alkoholreihe bis zum 95-proz. Alkohol durchgeführt, in dem ich das Material aufhob. Gute Präparate erhielt ich auch mit der HENNINGSchen Mischung, wo ich nach JONESCU (JONESCU l. c. p. 120) nur 3-proz. statt 25-proz. Salpetersäure nahm. Doch war der Faserverlauf bei den nach FLEMMING behandelten Exemplaren deutlicher zu erkennen. Ferner habe ich mein Objekt auch mit Erfolg in der ZIMMERSchen Lösung fixiert. Ich ließ die Tiere 1—3 Stunden in einer Mischung von

10 Teilen gesättigter Pikrinsäure,
9 „ Alc. abs. und
1 Teil Eisessig

liegen. Die so fixierten Tiere wurden in 70-proz. Alkohol ausgewaschen und dann in 80-proz. Alkohol aufbewahrt.

Eingebettet habe ich in Paraffin mit einem Schmelzpunkt von 58°. Ich habe nicht, wie es bis jetzt bei ausgewachsenen Insekten, z. B. bei *Periplaneta orientalis* üblich war, das Gehirn herauspräpariert, sondern den ganzen Kopf in Schnitte zerlegt. Freilich wurden mir dabei im Anfang stets eine große Zahl der Schnitte infolge der Härte der Mundwerkzeuge und des Chitinpanzers zer-rissen. Aber nach einigem Ausprobieren und einiger Erfahrung im Einbetten glückte es mir, diesen Uebelstand ziemlich zu be-seitigen. Ich ließ die Objekte 2—3 Stunden in Xylol-Paraffin und 2 Stunden in reinem Paraffin im Thermostaten von 60° stehen. Geschnitten habe ich mit einem Mikrotom von ZIMMERMANN (Leipzig), womit ich geschlossene Bänder bekam. Ich habe eine ganze An-zahl von Schnittserien hergestellt, sowohl Horizontal-, als auch Quer- und Sagittalschnitte.

Als Doppelfärbung wurde die Färbung mit Hämatoxylin nach DELAFIELD und mit Ammonium-Rubin-Pikrat nach APÁTHY benutzt. Ersteres färbt die Ganglienzellen blau, letzteres die Fasermasse rot. Die gezeichneten Querschnitte sind nach FLEMMING fixiert und nur mit Hämatoxylin gefärbt. Bei der Behandlung nach HENNING war der Faserverlauf nicht zu erkennen; ebenso nicht bei der Fixierung mit kochendem, absolutem Alkohol, was ich auch versucht habe.

Ferner habe ich die spezielle Methode von JONESCU benutzt, d. h. ich habe die lebenden Tiere in eine 1-proz. Silbernitrat-lösung getan und habe sie darin einige Tage im Dunkeln auf dem Thermostaten (ca. 30°) stehen lassen. Sie wurden dann einige Stunden ausgewaschen und in 2-proz. Pyrogallussäure reduziert. Nachdem die Objekte dann durch die Alkoholreihe (70-, 80-, 95- und 100-proz.) und Xylol hindurchgeführt waren, wurden sie in Paraffin eingebettet. Die Schnitte wurden mit 2-proz. Goldchlorid nachgefärbt und in 5-proz. Ameisensäure reduziert. Ich erhielt auf diese Weise gute Präparate hinsichtlich des Faserverlaufs.

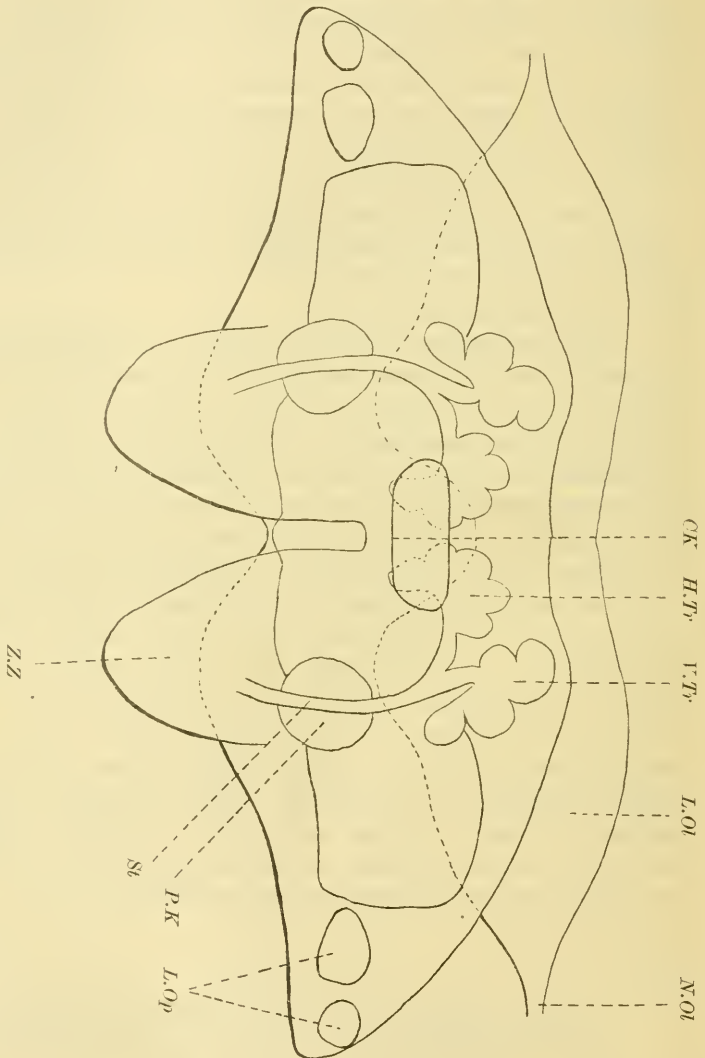
Die Dicke der Schnitte beträgt durchgängig 10 μ .

Das Gehirn.

Lageverhältnisse der einzelnen Teile im Gehirn.

Unter dem Gehirn der Insekten verstehen wir die beiden über dem Schlund gelegenen Ganglien, die zu dem Oberschlund-ganglion verschmolzen sind. Dasselbe ist mit den Ganglien, die das Unterschlundganglion bilden, durch Konnektive verbunden, die bei *Lepisma* kurz sind.

Wie wir schon im historischen Teil gesehen haben, besteht das Oberschlundganglion der Insekten aus mehreren Teilen, und diese sind bei den einzelnen Insektenordnungen in verschiedener



Textfig. 1. Schematisierter Grundriß des Oberschlundganglions von *Lepisma saccharina* L. CK Zentralkörper, H.Tv Hintere Traube, V.Tv Vordere Traube, L.Ol Lobus olfactorius, N.Ol Nervus olfactorius, L.Op Lobus opticus, P.K Pilzförmiger Körper (Fraserkugel), St Stiel des pilzförmigen Körpers, ZZ Zapfen der Zellenmasse des pilzförmigen Körpers.

Art ausgebildet. Die hauptsächlichsten Teile sind die folgenden: Die Lobi olfactorii (Riechlappen), die Lobi optici (Sehlappen), die pilzförmigen Körper (Corpora pedunculata) mit ihren Stielen und

der Zentralkörper. Alle diese Teile sind paarig mit Ausnahme des Zentralkörpers, der als unpaares Gebilde in der Mitte des Gehirns liegt.

Zur Veranschaulichung der gegenseitigen Lage dieser Teile bei *Lepisma saccharina* soll Textfig. 1 dienen; diese stellt einen schematisierten Grundriß dar. Außerdem sind die Fig. 1—10 zur Orientierung heranzuziehen.

Wir sehen zunächst zuvorderst, und zwar unten jederseits einen deutlich abgesetzten Lobus olfactorius (Riechlappen oder Antennenanschwellung), von dem aus die Antennen innerviert sind. Aus dem Lobus olfactorius entspringt der Nervus olfactorius (Riechnerv). Dorsal vom Riechlappen liegt die vordere Kommissur und über dieser die vordere Traube (*Uva anterior*). Darüber lagert dann noch die dorsale Fasermasse (*Neuropilum dorsale*). Auf den Querschnitten finden wir sodann, wenn wir etwas weiter nach hinten gehen, ungefähr in der Mitte des Schnittes eine Anzahl bestimmt geformter Gebilde; aus diesen geht nach hinten der Zentralkörper hervor (Fig. 6 u. 7, Taf. 29). Ueber dem Zentralkörper und zum Teil auch noch darunter liegt die hintere Traube (*Uva posterior*). Unter dem Zentralkörper liegt ferner noch die subzentrale Kommissur. Gehen wir noch weiter nach hinten, so verschwindet der Zentralkörper und es erscheint eine Kommissur, die die beiderseitigen Lobi optici verbindet. Diese Kommissur liegt nach unten; über ihr, etwa in $\frac{3}{4}$ Höhe des Schnittes, kommen wir zu den pilzförmigen Körpern (*Corpora pedunculata*); ihre Stiele (*Styli corporum pedunculatorum*) konnten wir schon auf den vorhergehenden Schnitten bemerken. Die Stiele gehen von den pilzförmigen Körpern zu den Trauben; das Nähere wird man bei der eingehenden Besprechung der Teile finden. Zuletzt muß ich noch den Lobus opticus (Sehlappen) nennen; dieser liegt auch hinten, und zwar seitlich. Gehen wir noch weiter nach hinten, so verschwinden pilzförmige Körper und Sehlappen und es bleibt nur noch eine große Ganglienmasse; diese gehört zu den pilzförmigen Körpern und bildet jederseits einen nach hinten sich erstreckenden Zapfen am Gehirn (Textfig. 1 Z.Z.).

Die Protocerebralloben.

VIALLANES unterscheidet bekanntlich am Oberschlundganglion der Insekten drei durch Verschmelzung von je einem Ganglienpaar entstandene Abschnitte: Proto-, Deuto- und Tritocerebrum. Das Protocerebrum bildet den größten Teil des Gehirns. Es besteht aus einem mittleren Teil und den Lobi optici, die die seit-

liche Fortsetzung bilden. Bei Insekten mit Stirn- und Augennägen liegen auf der dorsalen Oberfläche noch die Ocellarnerven; bei *Lepisma* fehlen diese. An der vorderen unteren Partie des Protocerebrums liegen die Antennenanschwellungen; diese gehören aber schon zum Deutocerebrum. Der mittlere Teil des Protocerebrums besteht aus einer äußeren Zellschicht und einer inneren Fibrillärmasse, den Protocerebralloben. In den Protocerebralloben differenzieren sich wieder folgende Organe: 1) Die Becher und die Stiele der pilzförmigen Körper, 2) der Zentralkörper, 3) die Ocellarglomerulen, 4) die Ocellarnervenbrücke und 5) die Ocellarnerven.

Bei *Lepisma* fehlen die Ocellen und somit auch die Ocellarglomerulen und die Ocellarnervenbrücke. Neu hinzu kommen die Trauben, die bis jetzt noch nicht beobachtet worden sind. Die Protocerebralloben bilden jederseits einen Lappen; die beiden Lappen berühren sich vorn in der Medianlinie, nach hinten sind sie miteinander verschmolzen. Auf ihrer Oberseite sind sie auch getrennt. — Dorsal über den Protocerebralloben liegt vorn noch die dorsale Fasermasse (*Neuropilum dorsale*). Von ihr ausgehen Fasern in die Stiele und Trauben der pilzförmigen Körper. Die beiden Hälften der Protocerebralloben sind durch zahlreiche Kommissuren verbunden. Die hauptsächlichsten sind nach VIALLANES und KENYON eine dorsale, eine ventrale, eine vordere und eine hintere Kommissur. Die dorsale Kommissur verbindet die beiden dorsalen Fasermassen. Die übrigen Kommissuren stellen in der Hauptsache die Verbindungen zwischen den beiden *Lobi optici* her.

Die Hauptfasermasse der Protocerebralloben enthält so viele durcheinander laufende Faserzüge, daß es zurzeit nicht möglich ist, den Verlauf der Bahnen im einzelnen zu beschreiben. Um einigermaßen zu einem Verständnis der Faserung zu kommen, müssen wir von den deutlich ausgeprägten Teilen ausgehen, den pilzförmigen Körpern, dem Zentralkörper, den Sehganglien und Riechlappen.

Die pilzförmigen Körper.

(*Corpora pedunculata*.)

Diejenigen Teile des Insektengehirns, die ich im Anschluß an JONESCU pilzförmige Körper nennen will, haben in der Literatur bei den einzelnen Autoren verschiedene Bezeichnungen. Ich will diese verschiedenen Namen kurz anführen und den betreffenden Autor stets in Klammer dahintersetzen: „Lappen mit Windungen“ oder „radial gestreifte Scheiben, gleich einem Pilzhute

dem oberen Schlundganglion aufsitzend“ (DUJARDIN); „gestielter Körper“ oder „Nucleus“ (LEYDIG); „ringförmiger Körper“ (RABL-RÜCKHARD); „pilzhutförmiges Gebilde“, „pilzhutförmige Haube“, „pilzhutförmiger Körper“ oder „Markwulst des pilzförmigen Körpers“ (DIETL); „Becher“ (FLÖGEL); „le corps pédonculé“ (VIALLANES); „Globuli“ (BETHE und HALLER); „the mushroom bodies“ (KENYON).

Ich werde also den Ausdruck „pilzförmige Körper“ gebrauchen und verstehe darunter die beiden faserigen Becher oder Halbkugeln mit den zugehörigen Zellen und den aus der Fasermasse hervorgehenden Stämmen.

Ich muß zunächst auf die Hauptmerkmale im Bau der pilzförmigen Körper bei den verschiedenen Insekten eingehen, da wir bei *Lepisma saccharina* abweichende Verhältnisse finden. Bei allen Insekten können wir die Becher (oder ein denselben entsprechendes — auch rudimentäres — Gebilde) mit den zugehörigen Ganglienzellen und die Stiele unterscheiden (Calices et styli).

Ameise und Biene, bei denen die pilzförmigen Körper ihre höchste Ausbildung erreicht haben, lassen jederseits zwei deutliche Becher erkennen, und zwar der Lage nach einen äußeren und einen inneren. Der innere Becher beginnt weiter vorn als der äußere, welcher mehr nach hinten gelegen ist; letzterer erstreckt sich dementsprechend auch weiter nach hinten als der innere. Die pilzförmigen Körper der beiden Seiten werden durch eine mediane Furche getrennt (le sillon cérébral médian, VIALLANES). Auf der Oberfläche jedes einzelnen pilzförmigen Körpers verläuft eine Spaltungsfurche, welche die Grenze der beiden Becher bezeichnet (la scissure du corps pédonculé, VIALLANES). Die Lage dieser Furche ist bei den einzelnen Objekten verschieden, wie dies JONESCU z. B. für die 3 Formen der Biene (Arbeiterin, Königin und Drohne) zeigt. Jeder Becher hat auf einem Frontalschnitt die Gestalt eines Hufeisens. Bei Bienen und Ameisen haben sie das Aussehen von wirklichen Bechern. Man kann an ihnen, wie FLÖGEL für *Blatta orientalis* beschreibt, den Grund, die innere Wandfläche, den Rand und die Außenfläche unterscheiden. Die Becher sind mit zahllosen kleinen Zellen angefüllt und außerdem auch mit Zellen umgeben. — Die gleichen Verhältnisse finden sich bei der Wespe, nur sind die Becher hier noch größer entwickelt als bei der Biene und Ameise.

Bei *Cossus ligniperda* (Lepidoptera) haben die Becher noch die vollkommene Becherform, sind aber viel kleiner. *Vanessa polychloros* besitzt wahrscheinlich im ganzen nur zwei Becher,

jederseits einen; das gleiche gilt von der Grille (Orthoptera, DIETL).

Bei *Dytiscus* (Coleoptera) findet FLÖGEL die vier „Becherzellengruppen“, die faserige Becherwandung hingegen fehlt; jede Zellgruppe schickt vielmehr ihre zahlreichen Ausläufer direkt hinunter in die beiden Zweige des „Hinterastes“ (Stieles).

Aeschna mixta (Archiptera) zeigt jederseits nur eine einzige Gruppe sehr charakteristischer Zellen, ohne jede Andeutung von einem Becher.

Für den Vergleich mit *Lepisma* ist *Forficula auricularia* (Orthoptera) besonders wichtig. Hier gibt es nach FLÖGEL jederseits nur einen einzigen Körper, der offenbar den verschmolzenen Bechern entspricht. Dieses Gebilde ist jedoch nicht becherförmig, sondern stellt eine rundliche Masse dar, die auf allen Seiten mit sehr kleinen Ganglienzellen bekleidet ist. Bei genauerem Zusehen kann man doch auch seichte Vertiefungen erkennen.

Bei dem vorliegenden Insekt, *Lepisma saccharina*, stellt die Fasermasse ebenfalls einen kugeligen Körper dar, zu welchem eine große Zahl von Zellen gehört und aus dem ein starker Stiel entspringt. Besondere Bedeutung für die vergleichende Anatomie des Insektengehirnes gewinnt *Lepisma* dadurch, daß wir hier Aufschluß über die Endigungen der Stiele der pilzförmigen Körper an der Hirnoberfläche erhalten. Bei den Bienen und Ameisen war es auffällig, daß die Stiele der pilzförmigen Körper bis zur vorderen Fläche des Gehirns verliefen und dort plötzlich endeten. Hier sehen wir an dieser Stelle ein großes Organ, die Trauben; vermutlich sind diese bei den Hymenopteren rudimentär geworden.

Wir wollen jetzt der Reihe nach die Ganglienzellmasse, die den Bechern entsprechenden Fasergebilde und schließlich die Stiele und Trauben der pilzförmigen Körper besprechen.

Die Zellenmasse der pilzförmigen Körper.

Wie wir an dem Gesamtbild (Textfig. 1) und an den Horizontalschnitten (Fig. 11 u. 12) sehen, besitzt das Gehirn von *Lepisma* an der hinteren Seite einen zapfenförmigen Vorsprung. Dieser Vorsprung wird von einer Zellmasse gebildet; letztere gehört zu einer Fasermasse, die am Uebergang dieses Vorsprungs in das eigentliche Gehirn liegt. Die Querschnitte zeigen uns, daß der Vorsprung an der oberen Hälfte des Oberschlundganglions liegt. Ich halte diese Zell- und Fasermasse für das Analogon des bei

Biene, Ameise und anderen Insekten oben beschriebenen pilzförmigen Körpers, die Fasermasse speziell für das Analogon der Becher und die Zellenmasse für die zu den Bechern gehörigen Zellen.

Betrachten wir den zapfenförmigen Vorsprung, der von den Ganglienzellen gebildet wird, etwas genauer. Die Zellen umgeben die Fasermasse hinten, auf den Seiten und oben, nur vorn und unten nicht. Und zwar ist der Zellenbelag an der inneren Seite, also an der Seite, die sich die Becher der beiden Seiten zukehren, bedeutend dicker als an der Außenseite. In der ganzen zu den Bechern gehörigen Ganglienzellenmasse liegen die Zellen viel dichter und haben eine bedeutend intensivere Färbung als an irgendeiner anderen Stelle des Hirns. Sie scheinen auch kleiner zu sein als die anderen Ganglienzellen oder es kommen wenigstens kleinere mit darunter vor. Schon FLÖGEL, BERGER, HALLER und andere weisen darauf hin, daß die Zellen der pilzförmigen Körper durch besondere Kleinheit vor den Zellen in der Umgebung ausgezeichnet sind. BERGER sagt von der Libellenlarve: „Ein an der hinteren unteren und äußeren Fläche des Gehirns gelegener kreisförmiger Teil des Rindenbeleges zeichnet sich durch viel intensivere Färbung mit Karminammoniak, als dies beim übrigen Rindenbelag der Fall ist, aus. Mit HARTNACKS System No. 8 untersucht, zeigt sich, daß derselbe aus dicht aneinander gelagerten kleinen Zellen besteht.“ Diese intensivere Färbung und dichtere Lage finden wir, wie schon erwähnt, bei *Lepisma saccharina* ebenfalls, aber der Unterschied in der Größe der Zellen ist nicht so auffallend wie bei manchen anderen Insekten; so schreibt z. B. FLÖGEL von *Aeschna mixta*, daß dort die Becherzellen nur ein Zehntel des Volumens der Ganglienzellen der Umgebung haben.

Die aus der Zellmasse kommenden Nervenfasern vereinigen sich zu einem Strang, der von hinten in die den Bechern entsprechende Faserkugel eintritt. (Ich wähle den Ausdruck Faserkugel, da diese Fasermasse eine kugelige Form hat, wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird.) Außer den in diesem Strang vereinigten Fasern treten keine Zellfortsätze direkt in die Becher ein, sondern alle Zellfortsätze, auch die der seitlichen Zellen, sammeln sich in dem Hauptstrang und gelangen mit diesem in die Becher. Die Ballen der Becher erhalten also auf direktem Wege keine Nervenfasern, sondern erst indirekt durch Verästelungen und Abzweigungen des Hauptstranges. In der eben beschriebenen Weise verhält sich der größere Teil der Zellen dieses zapfenförmigen Fortsatzes. Wir

finden aber außerdem noch zwei kleinere Partien von Zellen, die sich anders verhalten.

In der großen Zellenmasse, welche neben und hinter der den Bechern entsprechenden Faserkugel liegt, befinden sich auch viele Zellen, deren Fortsätze nicht in den großen Faserstrang eintreten, sondern neben der Kugel vorbei in die Protocerebralloben gehen (Fig. 11). Man darf sie wohl als Assoziationszellen ansehen (Textfig. 2).

Insbesondere bemerkt man neben der Faserkugel an ihrer medialen Seite 6—7 große Zellen, deren Fortsätze direkt in die Protocerebralloben gehen. Auf Fig. 10 sind 2 solche größere Zellen eingezeichnet.

Medianwärts von der großen Faserkugel liegen noch einige kleine Fasermassen, welche den Glomeruli der Kugel ähnlich sind; von ihnen und zwischen ihnen verlaufen Fasern in die Protocerebralloben; ich nenne diese kleinen Fasermassen die inneren Glomeruli (Fig. 10 u. 12).

Das den Bechern entsprechende Gebilde.

Am Uebergang des zapfenförmigen Vorsprungs in das eigentliche Gehirn liegt die schon erwähnte kugelige Fasermasse. Sie wird hinten, oben und an den Seiten von Zellen umgeben, aber berührt die Fasermasse der Protocerebralloben an ihrer Vorderseite und ihrer Unterseite (Fig. 10—12). Sie liegt nicht in der Mitte der Zellenmasse, sondern nach der Seite, also nach außen, nach dem Lobus opticus zu verschoben. Infolgedessen ist, wie ich oben schon gesagt habe, der Zellenbelag an der medialen Seite stärker als an der lateralen.

Ich sehe diese Fasermasse als das Analogon der Becher an. Von einer Becherform freilich, wie wir sie so typisch bei Biene, Ameise und anderen Insekten haben, kann hier nicht geredet werden; trotzdem will ich des besseren Vergleichs der Insektengehirne untereinander wegen den Ausdruck Becher beibehalten. Unser Bild erinnert mehr an die Beschreibung, die FLÖGEL von demselben Gebilde bei *Forficula auricularia* gibt. Der kugelige Körper besteht aus zwei Hälften, einer medialen und einer lateralen, welche wahrscheinlich dem inneren und dem äußeren Becher der Hymenopteren entsprechen. Zwischen den beiden Hälften, die übrigens auch durch Kommissurenfasern verbunden sind, verläuft der große Faserstrang, der, wie ich oben gesagt habe, aus der Zellenmasse kommend, von hinten in die Faserkugel eintritt. Ich bezeichne ihn als den Stiel.

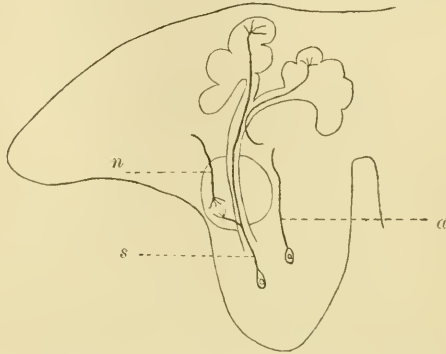
Die Außenschicht des kugeligen Körpers wird von Fibrillärballen (Glomeruli) gebildet, während das Innere aus homogener Fasermasse besteht. Die Glomeruli bilden sozusagen zwei Halb- oder Dreiviertelkugeln, welche sich teilweise am Rande berühren.

Von den Bechern, speziell von den Ballen (Glomeruli) kommen eine Reihe von Faserbündeln, die in die Protocerebralloben eindringen und so eine Verbindung zwischen Bechern und Protocerebralloben herstellen (Fig. 11). Vielleicht ist es ebenso richtig zu sagen, daß diese Fasern aus den Protocerebralloben kommen und in die Glomeruli eintreten. Denn ich habe mir über die Funktion der Glomeruli hypothetisch folgende Anschauung gebildet:

Ich glaube, daß die Fasern, welche den großen Faserstrang bilden, von den Zellen kommen, die hinter der Faserkugel liegen, dann in die Glomeruli seitliche Dendriten entsenden und in dem großen Faserstrange zu

den Trauben gehen, in deren Fasermasse sich ihr Endbäumchen befinden muß (Textfig. 2). Die genannten Dendriten treten in den Glomeruli mit den Endbäumchen der Neuriten in Verbindung, welche als Ausläufer von Assoziationszellen aus den Protocerebralloben kommen (Fig. 11 u. Textfig. 2). Vgl. bei JONESCU Textfig. 1.

Nun muß ich noch ein anderes Gebilde besprechen. Wir finden neben der eben besprochenen Faserkugel noch kleinere Fasermassen. Diese liegen nach innen von den Bechern, also an der inneren Seite des Ganglienzapfens. Sie sind bedeutend kleiner als die erste Fasermasse und liegen etwas weiter nach vorn als diese. Sie reichen medianwärts bis nahe an die Medianebene und liegen direkt hinter dem Zentralkörper (Fig. 10 u. 12). Ich will diese Fasermassen die inneren Glomeruli nennen. Man sieht auf der Fig. 12 drei solcher Glomeruli, und zwischen den beiden äußeren treten sehr deutliche Fasern in die Protocerebralloben ein, welche von den Zellen des äußeren Beleges herkommen.



Textfig. 2. Hypothetisches Schema der Neurone der pilzförmigen Körper. *n* Neurit einer Assoziationszelle der Protocerebralloben. *s* Faser des Faserstammes, in den Trauben endigend (entsendet einen Seitenast in die kugelige Fasermasse). *a* Stamm einer Assoziationszelle der Protocerebralloben

Stiele und Trauben der pilzförmigen Körper.

(Styli et uvae corporum pedunculatorum.)

Die Stiele der pilzförmigen Körper dringen in die Protocerebralloben ein und gehen in die Trauben.

Ich will nun zunächst zum Vergleich erwähnen, wie sich die entsprechenden Stiele bei den Hymenopteren verhalten. JONESCU schreibt von der Biene: „Vom Grunde jedes Bechers setzt sich ein zylindrischer Stamm fibrillärer Natur fort. Die beiden Stämme nähern sich, bis sie sich berühren und zusammen in schiefer Richtung gegen die Medianebene verlaufen. Man spricht daher von dem äußeren und inneren Stamm bis zu der Vereinigungsstelle. Hier scheinen sich die Stämme zu durchdringen und hier teilen sich die Fasern dichotomisch; ein Zweig ist frontalwärts gerichtet und der andere medianwärts. Diese wichtige Stelle beschreibe ich unter dem Namen: „Die Kreuzung der Stämme“. Die Gesamtheit der Nervenfasern, welche von der Kreuzung ausgehend frontalwärts sich richten, bilden die „vordere Wurzel“ (the anterior Root of the Mushroom Body, KENYON 1896). Die beiden vorderen Wurzeln dringen in die fibrilläre Masse der Protocerebralloben ein, begeben sich frontalwärts, wobei sie mit ihren entsprechenden Stämmen einen Winkel etwas kleiner als 70° bilden und endigen plötzlich an dem Neurilemm, wie die Sagittalschnitte zeigen. Die anderen Nervenfasern, welche medianwärts gerichtet sind, bilden ebenfalls eine Wurzel, welche von KENYON unter dem Namen „the inner Root“ beschrieben war. Die beiden inneren Wurzeln endigen in der Nähe der Medianlinie unterhalb des Zentralkörpers, ohne sich direkt zu berühren“¹⁾.

FLÖGEL schildert dieselben Verhältnisse bei Blatta. Er verfolgt die Stiele in umgekehrter Richtung wie JONESCU und hat auch andere Bezeichnungen; deshalb will ich noch darauf eingehen. Aus jedem Becher entspringt ein Zweig; beide Zweige einer Seite (äußerer und innerer Stamm, JONESCU) vereinigen sich und bilden

1) DIETL schreibt von dem Biengehirn: „Die Stiele der inneren Wülste gelangen nicht an die Vorderfläche des Hirns, sondern stoßen am Grund der primären Hirnanschwellung in der Medianlinie zusammen, während die äußeren Stiele nicht in der Medianlinie, sondern etwas seitwärts von ihr an der Oberfläche des Hirns, leicht kolbenförmig angeschwollen derart freiden, daß sie, etwas über die Hirnfläche vorragend, nur von dem der vorderen Hirnfläche anliegenden und das Neurilemm vertretenden Blatte der Kopftracheenblase überzogen sind.“

den Hinterast. Dieser kann auch als aus 2 Aesten, einem äußeren und einem inneren, bestehend angesehen werden. In seinem weiteren Verlauf spaltet sich der Hinterast in dem sogenannten Astwinkel dichotomisch (Kreuzung der Stämme, JONĚSCU). Ein Ast, das Vorderhorn (vordere Wurzel, JONĚSCU), begibt sich nach vorn und oben, schmiegt sich an die Becher an und endet blind an der Vorderfläche des Gehirns. Der andere Ast, der Balken (innere Wurzel), endet unter dem Zentralkörper. Die Trennungsfläche der beiden Balken der beiden Seiten nennt er Balkennaht. — NEWTON nennt den aus dem inneren Becher kommenden Stiel „Cauliculus“, den äußeren Stiel „Pedunculus“.

Für unsere Betrachtung sind vor allem die Endigungen der vorderen und inneren Wurzel von Bedeutung, und deswegen muß ich noch etwas genauer darauf eingehen. Bei *Gryllotalpa* entspringt nach DIETL aus der pilzförmigen Haube ein gemeinsamer Stiel, der sich später teilt. Beide Teile hören unmittelbar unter der Hirnhaut „mit einer leicht kolbenförmigen Anschwellung“ auf. Und so finden wir auch bei anderen Autoren mehrfach die Angabe, daß diese Aeste kolbenförmig angeschwollen unmittelbar unter der Hirnoberfläche enden.

Etwas kompliziertere Verhältnisse fand FLÖGEL bei *Forficula*: Er gibt an, daß das Vorderhorn in einen hammerförmigen Teil auslaufe; ich vermute, daß dieser Teil der vorderen Traube von *Lepisma* entspricht. — Bei *Cossus ligniperda* scheint das Vorderhorn in mehreren Aesten an der Vorderfläche des Gehirns aufzuhören.

Wenden wir uns nun zu unserem Objekt. Der Faserstrang, der von hinten aus der Ganglienzellenmasse kommend in die Faserkugel eintritt, entsteht aus verschiedenen Bündeln, welche in der Masse der Ganglienzellen entspringen. Diese Bündel vereinigen sich zu zwei großen Strängen, einem oberen und einem unteren (was nur auf Sagittalschnitten zu erkennen ist), und die beiden Stränge fließen innerhalb der Faserkugel zu einem einzigen zusammen. Dieser Strang (Stiel) tritt aus der Faserkugel in die Protocerebralloben ein und verläuft in sanftem Bogen nach vorne, wie Fig. 13 zeigt. In der Gegend des Zentralkörpers teilt sich der Stiel in zwei Aeste, die nach zwei eigentümlichen Gebilden, den Trauben, gehen. Dieser Teilungspunkt wäre dem „Astwinkel“ FLÖGELS und der „Kreuzung der Stämme“ JONĚSCUS gleichzusetzen. Ihrer Gestalt wegen habe ich die Gebilde, in denen sich die Stiele auflösen, „traubenförmige Gebilde“ oder kurzweg Trauben (*uvae*)

genannt. Diese Trauben sind meines Wissens bis jetzt noch bei keinem Insekt gefunden und beschrieben worden.

Wenn wir irgendeine Schnittserie durch das Gehirn von *Lepisma saccharina* ansehen, sei es eine Quer-, Horizontal- oder Sagittalschnittserie, so fallen uns auf dem größten Teil der Schnitte immer eine Anzahl scheinbar unregelmäßig gelagerter rundlicher Körper auf. Ich will dieselben aus einem später zu besprechendem Grunde „Beeren der Traube“ oder kurz die „Beeren“ nennen. Nehmen wir eine Querschnittserie und betrachten sie von vorn her, so können wir diese Beeren sofort von dem ersten Schnitt an bis ungefähr zur Mitte des Gehirns verfolgen. Auf dem Schnitt, wo der Zentralkörper seine volle Größe erreicht, sehen wir die letzten Beeren; weiter nach hinten treten keine mehr auf. Verfolgen wir in derselben Weise eine Serie von Horizontalschnitten, so finden wir auf den 10 obersten Schnitten — außer auf dem ersten — die genannten Beeren, während sie auf den 5 untersten Schnitten, die hauptsächlich den Lobus olfactorius enthalten, fehlen. Hier reichen sie noch einige Schnitte weiter nach unten als der Zentralkörper. Auf Sagittalschnitten finden wir die Trauben ebenfalls auf allen Schnitten, außer auf den äußersten der beiden Seiten. Die Beeren nehmen also den zentralen, oberen, vorderen Teil des Gehirns ein. Sehen wir uns nun die Lageverhältnisse der Beeren untereinander an. Wenn wir sie auf verschiedenen Serien verfolgen, so kommen wir zu folgendem Resultat: Wir können jederseits 2 Gruppen von Beeren unterscheiden, zu jeder Gruppe gehören wahrscheinlich 5 Beeren. Die eine Gruppe liegt vorn oben, die andere im Verhältnis zu der ersten mehr hinten unten. Jede Gruppe mit den 5 Beeren nenne ich eine Traube. Die Bezeichnung Traube und Beeren habe ich aus folgendem Grunde gewählt: Wir haben oben gesehen, daß sich der Stiel, der von der Faserkugel kommt, in 2 Aeste teilt. Jeder Ast geht nach einer der beiden Trauben, und von dem Ast gehen wieder Aestchen oder Stiele von Nervenfasern nach den einzelnen Beeren ab; wir bekommen so in der Tat das Bild einer Traube mit ihren Beeren. Der Lage nach können wir, wie schon angedeutet, die Trauben unterscheiden als „vordere obere“ und „hintere untere“ Traube (*uva anterior et uva posterior*). Die erstere bildet an der Vorderfläche des Gehirns eine deutliche Hervorwölbung, liegt über dem Zentralkörper und reicht etwas weiter nach der Seite als die hintere Traube. Letztere liegt zum Teil unter dem Zentralkörper.

In die Trauben treten nicht allein die Fasern des großen Stranges ein, der aus dem pilzförmigen Körper kommt, sondern auch zahlreiche Fasern aus den Protocerebralloben; diese kommen ebenfalls durch die Stiele der Trauben zu den Beeren (Textfig. 2). Direkt vor dem Zentralkörper stehen die Stiele durch eine Kommissur in Verbindung, durch welche Fasern von der einen Seite zur anderen gehen (Fig. 12).

Auffällig ist, daß die meisten Beeren auf allen Schnitten gut begrenzt erscheinen und keine Fasern nach außen abgeben oder von außen empfangen. Nur die obersten Beeren hängen mit der Fasermasse der Protocerebralloben zusammen, speziell mit demjenigen Teile, den ich „dorsale Fasermasse“ genannt habe (Fig. 12). Da die Beeren keine zugehörigen Ganglienzellen und meistens auch keine direkten Verbindungen besitzen, müssen sie lediglich aus den Endbäumchen der Neuriten bestehen, welche durch die Stiele aus den Protocerebralloben und aus den pilzförmigen Körpern herauskommen.

Bei anderen Insekten sind solche Trauben bis jetzt nirgends gefunden worden. Die Stiele der pilzförmigen Körper enden bei ihnen sozusagen plötzlich mit einer schwachen kolbenförmigen Anschwellung. Wahrscheinlich haben wir bei *Lepisma* in den Trauben den ursprünglichen Zustand vor uns; bei den höheren Insekten sind die Trauben mehr oder weniger rückgebildet, und als Rudiment bleibt die kolbenförmige Anschwellung am Ende der Stiele.

Der Zentralkörper.

Der Zentralkörper ist ein allen Insekten eigentümliches Organ. Auch er hat in der Literatur verschiedene Bezeichnungen erhalten, und ich will zuerst einige historische Notizen vorausschicken.

LEYDIG erwähnt in seiner Beschreibung des Gehirns der Biene dieses Gebilde überhaupt nicht. Bei *Formica rufa* bemerkt er zwei unpaare Bildungen in der Mitte des Gehirns, die wahrscheinlich dem Zentralkörper entsprechen; aber deutlich erkannt hat er die Verhältnisse nicht. Er schreibt: „Setzt man das ganze Gehirn einem stärkeren Druck aus, so kommen außer den aufgezählten paarigen Elementen auch noch andere wichtige Teile zum Vorschein, die unpaar sind, in der Mittellinie liegen und offenbar zum Kommissurensystem 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 Rand gekerbt, dessen Seitenteile, indem sie streifig werden, sich abermals nach außen verlieren. Die beiden Bildungen verhalten sich wie stark gebogene Brücken zwischen den Hirnhälften.“ Eine Bezeichnung für die beiden Körper führt er nicht ein; aber ihre Lage und Gestalt weisen darauf hin, daß sie mit dem Zentralkörper der anderen Autoren identisch sind. In der Schilderung des Gehirns von *Dytiscus marginalis* sagt er folgendes: „Außerdem aber macht sich ein ganz eigener zentraler Knoten von ziemlicher Größe bemerklich, der genau die Mittellinie einhält und oberhalb der Stelle liegt, wo die beiden erwähnten Kolben des Hirnstocks zusammenstoßen.“ Die Kolben entsprechen den Balken FLÖGELS, und so kann der Lage nach dieser „zentrale Knoten“ LEYDIGS mit unserem Zentralkörper identisch sein. Auffallend ist, daß LEYDIG diesen Körper nicht auch bei anderen Insekten bemerkt hat. Der Grund hiervon wird in der primitiven Methode des Durchsichtigmachens und des Drückens des Gehirns zu suchen sein. — Auch RABL-RÜCKHARD hat in seiner Studie über das Ameisengehirn den Zentralkörper nicht deutlich erkannt.

DIETL ist der erste, der ausdrücklich den Zentralkörper erwähnt, und zwar bei der Biene; er nennt ihn „fächerförmiges Gebilde“. „Sowohl an transversalen und frontalen Schnitten trifft man im Zentrum des Gehirns median gelagert ein „fächerförmiges Gebilde“. Von *Acheta camp.* und *Gryllotalpa vulg.* schreibt er: „In dem Winkel, den die unteren Stiele als Schenkel einschließen, stoßen wir in der Mitte des Hirns neuerdings auf ein bekanntes Gebilde. Aus einem leicht gebogenen Markwulst erheben sich acht Markblätter in derselben rosettenförmigen Anordnung wie bei der Biene (dort findet er übrigens zehn solche Markblätter). 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. Wir sehen daraus, daß die Blätter ihre freiere Partie nach vorn kehren.“

FLÖGEL findet den Zentralkörper bei allen von ihm untersuchten Insekten. Ich will hier anführen, wie er ihn bei *Blatta orientalis* beschreibt: „Ziemlich in der Mitte des Gehirns liegt ein oben gewölbter, unten meist ebener, in dem hinteren Teil sogar unten konkaver, an den Seiten zugespitzt endigender Körper, den

ich als Zentralkörper bezeichnet habe. Auf horizontalen Gehirnschnitten erscheint er beinahe, wie auf frontalen Schnitten, elliptisch mit mehr oder weniger spitzen, in den Hemisphären gelegenen Enden. Die untere Fläche liegt den beiden Balken auf und wird durch eine Faserlage davon geschieden. In jedem nur einigermaßen brauchbaren Präparate sieht man, daß dieser Körper aus zwei Hälften besteht: einer oberen massigeren und einer unteren kleineren. Beide sind durch eine horizontale, etwas nach oben konvexe Linie geschieden. Eine weitere Differenzierung besteht in einer Art Gliederung jeder Hälfte. Deutlicher tritt dies meist in der oberen Hälfte hervor, die dadurch stellenweise einige Ähnlichkeit mit einer gekrümmten Made hat. Es sind acht solcher Abschnitte vorhanden. Dies Aussehen wird durch Bündel von wenigen dicken Nervenfasern bedingt, die in regelmäßigen Abständen von hinten und oben in den Zentralkörper eintreten, um dort, wenigstens für unsere jetzige Wahrnehmung, zu verschwinden. Außer diesen Fasern finden sich in der Substanz des Zentralkörpers sehr viele ganz feine, mannigfach sich durchkreuzende Nervenfasern, während die eigentliche Grundsubstanz entweder netzförmig gestrickt oder körnig strukturiert ist.“

BERGER behält die Bezeichnung DIETLS „fächerförmiges Gebilde“ bei. Es ist von bogenförmigen, an der Peripherie ziehenden Faserzügen umgeben, zwischen denen eine Menge von Kernen eingelagert ist. Das fächerförmige Gebilde ist nach ihm „ein Ort, in welchem eintretende Faserzüge sich auflösen, um denselben in verschiedenster Richtung zu verlassen“.

HALLER verwendet den Ausdruck „Zentralganglion“, VIALLANES „Corps central“.

Betrachten wir nun unser Objekt. Der Zentralkörper ist unpaar und liegt ungefähr in der Mitte des Gehirns. Verfolgen wir eine Querschnittserie von vorn, so erscheint er kurz nach der Mitte. Bei einer Serie von 31 Schnitten ist er auf den Schnitten 17—20 zu sehen. Er liegt direkt hinter den schon beschriebenen Trauben. Nehmen wir eine Serie von 17 Horizontalschnitten, so wird der Zentralkörper auf dem 8. und 9. Schnitt, von oben gezählt, getroffen. Auf Querschnitten erscheint er sichelförmig, und zwar ist er von oben gesehen konvex und von unten gesehen konkav. Die beiden zugespitzten Enden liegen in den Protocerebralloben. Der Zentralkörper besteht auch hier aus zwei Hälften, einer oberen und einer unteren. Getrennt werden beide Hälften durch einen gebogenen hellen Streifen, der ebenfalls von

oben konvex erscheint. Im Gegensatz zu *Blatta* erscheint die untere Hälfte massiger als die obere; bei *Blatta* ist es nach FLÖGEL umgekehrt. Von einer fächerartigen Gliederung der beiden Hälften, wie sie die Autoren bei anderen Insekten gefunden haben, konnte ich hier nichts bemerken. Nach hinten scheint der Zentralkörper keine Verbindung zu haben; er endet da plötzlich. Betrachten wir aber einige Querschnitte (Fig. 6 u. 7), die vor ihm liegen, so sehen wir, daß derselbe nach vorn in je drei links und rechts der Medianlinie gelegenen Faserpaketen übergeht.

Untersuchen wir noch die Struktur und die Verbindungen, die der Zentralkörper mit anderen Organen des Gehirns eingeht. VIALLANES schreibt über diesen Punkt bei seiner Beschreibung des Orthoptergehirns: „Dieses Organ (gemeint ist der Zentralkörper) ist vollkommen zusammengesetzt aus einem äußerst feinen und dichten fibrillären Gewebe. Er hat das Aussehen einer dichten halbsphärischen Calotte, liegt über der Medianlinie und wird von den Cerebralloben eingeschlossen. Er stellt einen zentralen Posten dar, gegen den hin die Fasern, die aus allen Punkten des Gehirns kommen, konvergieren. Der Zentralkörper verbindet sich in der Tat mit den Cerebralloben, den pilzförmigen Körpern, den optischen Ganglien und den Lobi olfactorii durch gut differenzierte fibrilläre Bündel.“

Bei *Lepisma* finden wir folgendes: Der ganze Zentralkörper ist von einer Neurogliahülle umgeben, liegt gleichsam in einer Netzkapsel. Von den beiden spitzen Enden gehen zahlreiche Nervenfasern in die Protocerebralloben. Nach vorn steht er in Verbindung mit den Beeren der Trauben. Auch von unten treten zahlreiche Fasern in das dichte Gewebe des Zentralkörpers ein. Es lassen sich auch deutliche Faserstränge verfolgen, die sich vom Lobus olfactorius nach dem Zentralkörper hinziehen.

Unter dem Zentralkörper liegen auch stets einige wenige Ganglienzellen; sonst scheinen keine Zellen zu ihm zu gehören.

Lobus opticus.

Die hohe Ausbildung und Differenzierung, wie wir sie bei anderen Insekten finden, weist der Lobus opticus bei *Lepisma* nicht auf, da die Augen dieses Tieres auf relativ niederer Stufe stehen. *Lepisma* besitzt 2 aus je 12 Einzelaugen zusammengesetzte Seitenaugen. Die Einzelaugen sind rund und berühren einander, wie OUDEMANS mitteilt, haben aber ein selbständiges Aussehen. — Stirnaugen fehlen.

Der Lobus opticus liegt bei *Lepisma* hinten und oben und ist das am meisten seitlich gelegene Organ im Gehirn; er ist eine seitliche Verlängerung des Protocerebrums. Er besteht aus einer äußeren Zellschicht mit zahlreichen Zellen und einer zentralen Fibrillärmasse. Diese letztere ist in mehrere Teile geschieden, welche mit den entsprechenden Teilen bei anderen Insektengehirnen homologisiert werden können, aber kleiner geblieben sind. JONESCU unterscheidet bei der Arbeitsbiene in der Reihenfolge von außen nach innen folgende vier Teile:

1) Die subretinale Nervenbündelschicht. Diese verbindet den Lobus opticus mit dem Facettenauge (la couche postrétienne, VIALLANES).

2) Die äußere Fibrillärmasse, die den Lobus opticus wie eine konkav-konvexe Linse bedeckt, und zwar mit der Konvexfläche nach außen (la masse ganglionnaire, VIALLANES; äußere Fibrillärmasse, KENYON).

3) Die mittlere Fibrillärmasse. Diese zweite Fibrillärmasse hat die Form einer konkav-konvexen Linse und liegt weiter nach innen. Mit ihrer konkaven Seite ist sie nach innen gerichtet (äußeres Marklager, BERGER).

4) Die innere Fibrillärmasse. Sie liegt noch weiter nach innen und hat eine kugelige Form (inneres Marklager, BERGER; la masse médullaire interne, VIALLANES). — Die äußere Fibrillärmasse ist mit der mittleren durch Fasern verbunden, welche die äußere Kreuzung bilden. Die mittlere Fibrillärmasse steht mit der inneren durch die innere Kreuzung im Zusammenhang.

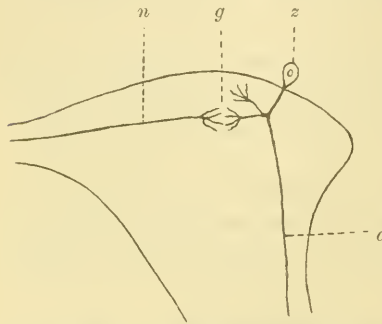
Bei *Lepisma* finden wir diese eben angeführten vier Teile auch, aber sie sind nicht so ausgebildet und nicht so hoch differenziert wie bei der Biene. Auf Fig. 9 u. 12 sehen wir in der Reihenfolge von außen nach innen die subretinale Nervenbündelschicht, die äußere, die mittlere und schließlich die innere Fibrillärmasse. Zwischen der äußeren und mittleren Fibrillärmasse sehen wir die äußere Kreuzung; sie wird von den Fasern, die die mittlere und äußere Fibrillärmasse verbinden, gebildet. Die mittlere und die innere Fibrillärmasse liegen dicht aneinander und sind nur durch einen schmalen helleren Streifen getrennt.

Lobus olfactorius.

Der Lobus olfactorius oder Riechlappen bildet den vorderen unteren Teil des Gehirns (Textfig. 1). Der Antennennerv tritt von der Seite her in den Riechlappen ein (Fig. 1, Taf. 29). Die

beiden Riechlappen sind sehr groß und reichen daher von beiden Seiten nahe an die Medianebene heran (Fig. 2 u. 14). Sie sind deutlich gegen das übrige Gehirn abgesetzt, aber mit den Protocerebralloben und mit der Schlundkommissur durch zahlreiche Bahnen verbunden.

Die histologischen Bestandteile des Lobus olfactorius sind folgende: 1) Die vom Antennennerven kommenden Nervenfasern, 2) ballenartige Fasermassen, an welche diese Nervenfasern herantreten; ich bezeichne diese Fasermassen im Anschluß an BETHE (Studien über das Zentralnervensystem von *Carcinus maenas*) als



Textfig. 3. Hypothetisches Schema der Neurone des Lobus olfactorius. *n* Nervenfasern aus dem Antennennerv. *g* Glomerulus. *z* Zelle an der Peripherie des Lobus olfactorius. *c* Neurit zu *z*.

Glomeruli¹⁾. 3) Faserstränge, welche von den Glomeruli aus nach anderen Teilen des Gehirns gehen. 4) Ganglienzellen an der Peripherie des Lobus olfactorius.

Den Zusammenhang zwischen diesen histologischen Bestandteilen muß man sich im Anschluß an die Untersuchungen von BETHE an Crustaceen und von KENYON an Bienen derartig vorstellen, wie ihn die schematische Textfig. 3 zeigt. Man sieht eine aus dem Antennennerven kommende Ner-

venfaser (*n*) (welche das Neurit einer in der Antenne gelegenen Sinneszelle ist) an den Glomerulus (*g*) herantreten; in diesem befindet sich auch ein Dendrit einer der Zellen, welche an der Peripherie des Riechlappens liegen (*z*), und zu dieser Zelle gehört das Neurit (*c*), welches nach dem Unterschlundganglion oder einem anderen Teile des Gehirns geht.

Betrachten wir nun einen Schnitt durch den Riechlappen (Fig. 1), welcher senkrecht zur Längsachse des Tieres, also parallel der Vorderfläche des Kopfes geht („Frontalschnitt“ nach JONESCU). Man erkennt, daß die Glomeruli nicht gleichmäßig im Lobus ol-

1) Bei vielen Arthropoden kommen in den Riechlappen Glomeruli vor; BETHE fand sie bei *Carcinus maenas*, DIETL bei der Feldgrille (von ihm „Ballen“ genannt), FLÖGEL bei *Blatta* (von ihm „Geruchskörper“ genannt), JONESCU bei der Biene, PIETSCHKER bei der Ameise.

factorius verteilt sind, sondern daß sie in Gruppen beieinander liegen und daß diesen Gruppen jeweils auch eine Partie der Ganglienzellen entspricht. Um für diese Gruppen einen Namen zu haben, will ich sie (zusammen mit den zugehörigen Ganglienzellen) als Polster des Riechlappens bezeichnen. Auf der Figur sind an der oberen Seite des Riechlappens drei solcher Polster zu sehen, ein laterales, ein mittleres und ein mediales. An der unteren Hälfte sind die Polster nicht so deutlich ausgebildet; doch liegen hier ähnliche histologische Verhältnisse vor, da auch ein Belag von Ganglienzellen vorhanden ist. Die untere Hälfte hat einen mehr faserigen Charakter und man erkennt, daß zahlreiche Fasern des Antennennerven durch diesen Teil hindurch nach der Schlundkommissur und auch nach den Protocerebralloben gehen.

Die Verbindungen des Riechlappens mit den anderen Teilen des Gehirns sind mannigfacher Art¹⁾. Die Antennalganglien der beiden Hirnhälften sind durch deutliche Kommissuren verbunden, starke Faserstränge, welche von einer Seite zur anderen gehen, wie Fig. 3 zeigt. Sehr starke Verbindungen gehen nach den Protocerebralloben. Ein Teil dieser Verbindungsfasern bildet eine Kreuzung, wie Fig. 3 zeigt, indem Faserstränge nach den dorsalen Fasermassen der gekreuzten Seiten ziehen. Unter den Strängen, welche in die Protocerebralloben gehen, sind die Bahnen in die Trauben (Fig. 2) und nach dem Zentralkörper besonders hervorzuheben. Außerdem sind die Riechlappen durch direkte Bahnen mit den Ganglienzellen der pilzförmigen Körper verbunden (Fig. 17). Starke Faserstränge ziehen schließlich von den Glomeruli des Riechlappens abwärts in die Unterschlundganglien (Fig. 2 u. 17).

Da der Lobus olfactorius gegen die Schlundkommissur nicht deutlich abgegrenzt ist, mag hier auch ein dicker Faserstrang erwähnt werden, der im Uebergangsgebiet der beiden Teile aufwärts zu den Protocerebralloben zieht und in die ventrale Verbindungsbrücke derselben übergeht (Fig. 4 u. 5). Er stellt wahrscheinlich

1) Nach HALLER steht das Antennalganglion bei *Blatta orientalis* in Verbindung 1) mit dem Antennalganglion der anderen Seite, 2) mit dem Pars intercerebralis anterior der beiden Seiten, 3) mit den pilzförmigen Körpern (Globulis), 4) mit dem ganzen übrigen seitlichen Teil des Protocerebrums, 5) mit dem Zentralganglion, 6) durch Vermittlung des Zentralganglions mit den optischen Zentren und 7) mit den Unterschlundganglien und dadurch mit dem ganzen Bauchmark.

einen Verbindungsstrang des Bauchmarks mit den Protocerebrallöben dar, und ich will ihn als Hirnstiel, *Pedunculus cerebri*, bezeichnen.

Aus der Größe des *Lobus olfactorius* und aus seinem komplizierten Bau kann man den Schluß ziehen, daß die Lepismen in der Hauptsache Geruchstiere sind. Hierauf weist auch die folgende Angabe von R. HEYMONS (Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Lepisma saccharina* L., R. HEYMONS) hin: „Unter den Ganglienanlagen des Kopfes fallen während der Embryonalentwicklung besonders die Antennenganglien durch ihre Größe und Selbständigkeit auf.“ Auch aus dem Umstand, daß die optischen Ganglien klein und schwach entwickelt sind und aus dem lichtscheuen Verhalten der Tiere kann man auf ein gutes Geruchsvermögen schließen.

Nervus olfactorius und Sinnesorgane der Antenne.

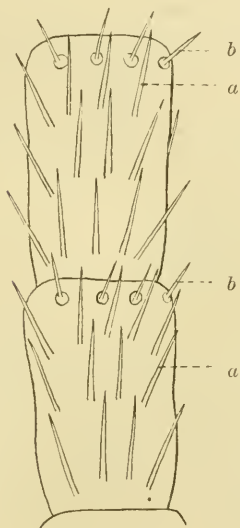
Aus dem *Lobus olfactorius* entspringt der Riechnerv, ein großer Nervenstrang, der in die Antenne eintritt (Fig. 1—3). Wir können im *Lobus olfactorius* selbst zwei Bündel von Nervenfasern unterscheiden; das eine kommt aus dem unteren Teil, das andere aus dem oberen Teil des *Lobus*. Auf Fig. 1 kann man deutlich sehen, wie die Faserstränge in die Glomeruli (Geruchskörper) des oberen Teils eintreten. Die beiden Hauptbündel (aus der unteren und aus der oberen Hälfte des *Lobus olfactorius*) bilden zusammen mit den anderen Fasern, die aus dem mittleren Teil des Riechlappens kommen, einen einzigen Strang, den Antennennerv. Ehe wir den Nerven weiter verfolgen, wollen wir einen kurzen Blick auf den Bau der Antennen selbst werfen.

Wir können an der Antenne drei Abschnitte unterscheiden: ein verkümmertes Basalglied, an dieses sich anschließend ein längeres zweites Glied und schließlich die eigentliche Geißel der Antenne. Im zweiten Glied, dem sogenannten Fühlerschaft, liegen starke Muskeln; dieses Glied dient also zur Bewegung der ganzen Antenne¹⁾. Der Riechnerv ist im Basalglied und im Fühlerschaft noch deutlich einheitlich; in der Fühlergeißel aber teilt er sich. Wir können zwei Teiläste, einen unteren und einen oberen unter-

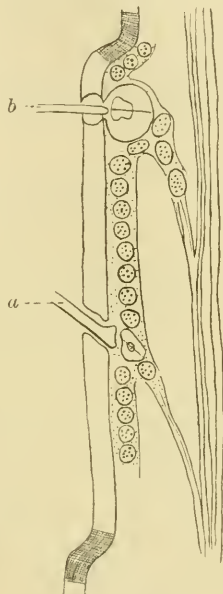
1) Von den motorischen Nerven der Antennen konnte ich nur einen kleinen Nerven finden, welcher auf Fig. 5 gezeichnet ist. Er geht zu den im Kopf liegenden Muskeln, welche sich an dem Basalglied ansetzen.

scheiden. Im weiteren Verlauf der Geißel verästeln sich die Stränge mehr und mehr, und die einzelnen Fasern treten an die Sinnesorgane der Antenne heran; die letzteren will ich jetzt noch beschreiben.

Wir finden an Sinnesorganen zweierlei Haare auf der Antenne, deren Bau und Wurzel ich an der Hand von Textfig. 4 u. 5 erklären will. Sehen wir zunächst Textfig. 4 an; diese stellt zwei Glieder der Geißel dar, die nach einer ungefärbten und ganz ein-



Textfig. 4.



Textfig. 5.

Textfig. 4. Zwei Glieder der Antenne. *a* schiefstehende, längere Haare. *b* kürzere Haare mit Scheibe.

Textfig. 5. Längsschnitt durch ein Glied der Antenne. *a* schiefstehendes, längeres Haar. *b* kürzeres Haar. Rechts sieht man den Nerven.

gelegten Antenne gezeichnet sind. Auf jedem Glied sitzen zweierlei Haare, längere und kürzere. Die kürzeren Haare finden sich nahe am äußeren Ende jedes Gliedes, also nach der Spitze der Antenne zu. Sie zeigen an ihrer Basis eine Scheibe und sind seitwärts gerichtet, so daß sie oft nahezu senkrecht zu der Antenne stehen. Die längeren Haare nehmen den größten Teil des Gliedes ein; sie bedecken es bis auf die vorderste Partie, die, wie gesagt, von den kürzeren Haaren besetzt ist. Die längeren Haare sind nach vorn gerichtet, laufen also im Gegensatz zu den zuerst beschriebenen

Haaren mehr parallel mit der Antenne. Von einer Scheibe an ihrer Basis sehen wir nichts.

Die genaueren Verhältnisse des Ursprungs der beiden Sorten von Haaren aus der Antenne zeigt Textfig. 5. Die schiefstehenden Haare (*a*) scheinen solid zu sein, denn ich konnte einen Zentralkanal nicht erkennen; sie gehen in schiefer Richtung durch die Chitinschicht hindurch und enden unterhalb derselben, wie Textfig. 5 zeigt. Man sieht unter dem Haar einen hellen Hohlraum, in dem ein dunkles Gebilde liegt; seine Natur ließ sich mit den stärksten Vergrößerungen nicht mit Sicherheit feststellen. Zu dem hellen Bläschen gehören ein oder zwei Sinneszellen, die sich aber von den anderen Hypodermiszellen in der Färbung nicht unterscheiden. — Die andere Sorte von Haaren ist nahezu senkrecht zur Oberfläche eingepflanzt, und die Chitinschicht besitzt an der Durchtrittsstelle einen kugeligen Hohlraum, der bei dem Oberflächenbild als die erwähnte Scheibe erscheint. Unter dem Haar liegt ein ziemlich großer kugeliger heller Raum, der offenbar dem hellen Raum des vorhin besprochenen Haares entspricht. In diesem hellen Raum befindet sich auch der dunklere Körper, durch den ein feiner Strang zu dem Haar geht, welcher offenbar dem „Terminalstrang“ anderer Insektenriechhaare entspricht. Unter der hellen Blase liegt ein großer Kern, den ich als den Kern der Zelle ansehe, von der die Blase gebildet wurde. An der Blase und hinter derselben liegen noch einige Kerne, welche offenbar Sinneszellen angehören. Es ist also wie bei anderen Insektensinnesorganen eine Gruppe von Sinneszellen vorhanden, an welche der Nerv herantritt. Die physiologische Bedeutung der hellen Blase ist mir nicht verständlich geworden.

Die Schlundkommissur und das Unterschlundganglion.

Der Labrofrontalnerv.

Wir gehen jetzt von dem Oberschlundganglion zu der Schlundkommissur und zu dem Unterschlundganglion über. Zuerst behandle ich den Labrofrontalnerven, der aus der Schlundkommissur entspringt. Ich will die Bezeichnung Labrofrontalnerv (JONESCU) beibehalten; aber in Wirklichkeit besteht dieser Nerv aus zwei Nerven: dem Frontalganglionnerv und dem eigentlichen Labralnerv; beide Nerven haben allerdings eine einzige Wurzel, wie JONESCU bei der Biene gefunden hat.

Die theoretischen Ansichten über den Ursprung des Labralnerven gehen auseinander. Es stehen sich vor allem die Ansichten von VIALLANES und von JANET gegenüber. VIALLANES nimmt bekanntlich an, daß der Kopf der Insekten aus 6 Segmenten, 3 präoralen und 3 postoralen, gebildet wird und daß jedem Segment ein Ganglienpaar entspricht. Das Oberschlundganglion besteht nach ihm aus 3 verschmolzenen Ganglienpaaren, die den 3 präoralen Segmenten entsprechen; er unterscheidet demgemäß am Oberschlundganglion drei Abschnitte, nämlich Proto-, Deuto- und Tritocerebrum. Das Protocerebrum umfaßt die Zone der pilzhutförmigen Körper, der Facettenaugen und der Ocellen. Das Deutocerebrum wird von der Antennennzone gebildet. Das Tritocerebrum endlich innerviert die Labralzone. — Das Unterschlundganglion entsteht nach VIALLANES auch aus Verschmelzung von 3 Ganglienpaaren; diese innervieren die 3 postoralen Segmente, nämlich das mandibulare, das maxillare und das labiale Segment.

JANET nimmt auch an, daß der Kopf der Insekten aus 6 Segmenten entstanden ist. Er nennt sie wie folgt:

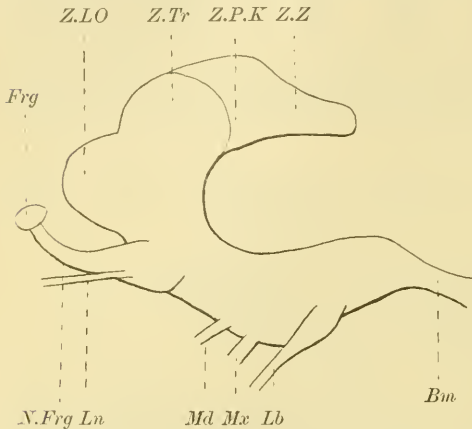
le métamère labral ou protocérébral	
—	antennaire ou deutocérébral
—	postantennaire ou tritocérébral
—	mandibulaire ou protognathal
—	maxillaire ou deutognathal
—	labial ou tritognathal.

Schon aus dieser Tabelle sehen wir, daß er in einem Punkte nicht mit VIALLANES übereinstimmt: JANET verlegt die Wurzel des Labralnerven in das Protocerebrum, während sie VIALLANES im Tritocerebrum sucht. JANET beruft sich auf die Ontogenie, welche beweise, daß die Oberlippe eine präantennale Bildung sei. Es ist aber nicht anzunehmen, daß ein präantennales Gebilde von einem postantennalen Nervenzentrum aus innerviert wird. Infolgedessen vertritt er den Standpunkt, daß die Wurzel des Labral- und auch des Frontalganglionnerven dem Protocerebrum angehöre. Als Tritocerebralnerv deutet er einen auf der Medianlinie gelegenen unpaaren Nerv, der den Muskel „Dilatateur inférieur du pharynx“ innerviert. Der Ursprung dieses Nerven liegt nach JANET zwischen dem Deutocerebral- und dem Mandibularnerven.

Betrachten wir nun den Nerven selbst. JONESCU findet bei der Biene folgendes: Der Labral- und Frontalganglionnerv sind bei ihrem Austritt aus dem Gehirn vereinigt und besitzen eine einzige Wurzel. Sie bilden aber keinen Tritocerebrallobus. „Die Wurzeln gehen aus dem Protocerebrum hervor, und zwar ziehen Fasern, welche dann in den Frontalganglionnerven gehen, unter der Deutocerebralkommissur hinweg. Der größte Teil der Fasern aber kommt aus den Fasern der Deutocerebralkommissur und des Fasciculus antennalis superior. Die beiden verschmolzenen Wurzeln begeben sich nach unten und gabeln sich vor dem Ausgang aus

dem Gehirn in eine Wurzel des Frontalganglionnerven, welche verhältnismäßig dünn bleibt, und in eine sensible Wurzel des Labralnerven, welche viel dicker und etwas hinter der oberen Wurzel aus dem Gehirn austritt, nachdem sie eine sogenannte Tritocerebral-Unterschlundkommissur gebildet hat.“ Der Nerv liegt also hinter dem Deutocerebrum, und dies ist der Grund, warum ihn VIALLANES Tritocerebralnerv nennt. Vergleicht man Sagittalschnitte, so kann man den Labrofrontalnerv fast zu dem

Unterschlundganglion rechnen.



Textfig. 6. Sagittalschnitt aus mehreren Schnitten kombiniert. *Frg* Frontalganglion. *Z.L.O.* Zone des Lobus olfactorius. *Z.Tr.* Zone der Trauben. *Z.P.K.* Zone des pilzförmigen Körpers. *Z.Z.* Zone der Zellenmasse des pilzförmigen Körpers. *N.Frg Ln* Labralnerv. *Md* Mandibularnerv. *Mx* Maxillarnerv. *Lb* Labralnerv. *Bm* Bauchmark.

nerv näher an dem Riechlappen liegt. Dieses bestätigt für *Lepisma* die Meinung JANETS, welcher sagt, daß bei allen Insekten die Labralnerven vom Gehirn neben den Konnektiven des Frontalganglions entspringen, speziell bei der Ameise dicht neben dem Konnektiv des Frontalganglions, und zwar ein wenig tiefer und ein wenig mehr nach außen. Ob die eigentliche Wurzel im Protocerebrum liegt, habe ich nicht verfolgen können. Der Labralnerv ist der schwächere; der Frontalganglionnerv ist verhältnismäßig stark. Er bildet zusammen mit dem entsprechenden Nerv der anderen Seite das über dem Schlund liegende Frontalganglion (Textfig. 6 u. Fig. 17), das zu dem Eingeweidennervensystem gerechnet wird.

Sehen wir uns jetzt diese Verhältnisse bei *Lepisma saccharina* an, und zwar an der Hand von Sagittalschnitten (Textfig. 6 u. Fig. 17). Labral- und Frontalnerv haben anscheinend eine gemeinsame Wurzel. Sie bilden im Gegensatz zu den Bienen einen sehr stark ausgeprägten Lobus, der mit Ganglienzellen belegt ist (Textfig. 6 u. Fig. 17). Der Labralnerv liegt zu unterst, dem Unterschlundganglion am nächsten, während der Frontal-

Das Unterschlundganglion und seine Nerven.

Nach hinten setzt sich der Lobus olfactorius in die Schlundkommissur fort. Diese Kommissur ist bei *Lepisma saccharina* kurz; infolgedessen liegt das Unterschlundganglion (*Ventricerebrum*) noch im Kopf und nicht, wie z. B. BINET bei der *Coleoptere Rhizotrogus* zeigt, im Prothorax. Bei unserem Objekt ist das Unterschlundganglion verhältnismäßig gut entwickelt und steht dem Oberschlundganglion nicht viel an Größe nach.

Wie ich schon in dem Abschnitt über den Labrofrontalnerv erwähnt habe, ist das *Ventricerebrum* aus der Verschmelzung von 3 Ganglienpaaren hervorgegangen; diese 3 Ganglienpaare entsprechen den 3 postoralen Segmenten, dem Mandibulare, dem Maxillare und dem Labiale. Von jedem der 3 Ganglienpaare (Fig. 17) geht jederseits ein Nerv zu der entsprechenden Mundgliedmasse ab, und zwar von vorn nach hinten: Oberkiefer-, Unterkiefer- und Unterlippennerv (Textfig. 6 und Fig. 17).

Das Unterschlundganglion von *Lepisma* ist insofern von Interesse, als bei ihm die Verschmelzung der 3 Ganglienpaare keine vollständige ist. Zunächst sind die beiden Ganglien eines jeden Segmentes median nicht vollkommen miteinander verwachsen. Verfolgen wir eine Serie von Horizontalschnitten durch das Unterschlundganglion von oben her, so sehen wir zunächst zwei parallel nebeneinander verlaufende Stränge, die aus der Schlundkommissur hervorgehen (Fig. 15). Die folgenden Schnitte zeigen die Ganglienpaare, welche jeweils median durch Kommissuren verbunden sind (Fig. 16). Jedes Ganglienpaar besteht aus den beiden polsterförmigen Ganglien mit Zellenbelag. Aus den drei Ganglienpaaren entspringen die drei Nerven zum Oberkiefer, zum Unterkiefer und zur Unterlippe.

Wir sind mit der Beschreibung zu Ende. Ich will zum Schluß nur nochmals darauf hinweisen, welches die charakteristischen Eigentümlichkeiten des Lepismagehirns sind: die kugelige Gestalt der pilzförmigen Körper und die große Zellenmasse, die hinter denselben gelegen ist, die traubenförmigen Gebilde, welche bis jetzt noch bei keinem anderen Insektengehirne gefunden worden, die Größe des Lobus olfactorius und die Kleinheit des Lobus opticus, die Stärke des Labrofrontalnerven und sein Ursprung aus einem besonderen Lobus an der Schlundkommissur.

Die Untersuchung eines einzelnen Insektengehirnes erhält ihren Wert erst durch die Vergleichung mit den Gehirnen anderer

Insekten. Allmählich wird man zu einer vergleichenden Anatomie der Insektengehirne kommen, welche für das Verständnis des Insektenlebens ebenso wichtig sein wird, wie die vergleichende Anatomie der Wirbeltiergehirne für die Erklärung der psychischen Verschiedenheiten bei den Wirbeltieren von größter Bedeutung ist.

Bei einer Vergleichung zahlreicher Gehirne wird sich auch ergeben, welche Beziehungen zwischen dem verschiedenartigen Bau der Gehirne und der natürlichen Verwandtschaft der Ordnungen und Familien der Insekten bestehen.

Bis jetzt sind erst relativ wenige Insektengehirne einer genaueren Untersuchung mit den modernen Methoden unterzogen worden (vgl. den historischen Teil). Die zu einer eingehenden Vergleichung nötigen Grundlagen sind aber zurzeit noch nicht in ausreichendem Maße vorhanden.

Das Lepismagehirn weicht von den bisher bekannten Insektengehirnen ziemlich weit ab, und es gibt vielleicht Zwischenstufen, welche noch nicht untersucht worden sind. Meine Arbeit ist ein Baustein zu der vergleichenden Anatomie des Insektengehirns, an welchen sich noch viele andere anschließen müssen. Nur vermuthungsweise kann ich die Ansicht aussprechen, daß die Eigenartigkeit des Lepismagehirnes der eigenartigen, relativ isolierten systematischen Stellung der Apteriyoten entspricht.

Literaturverzeichnis.

- 1) BELLONCI, Morphologia del sistema nervoso centrale della Squilla Mantis. Ann. d. Mus. civ. di Genova, Vol. XII, p. 78.
- 2) — Intorno alla struttura e alle connessioni dei lobi olfattori negli Arthropodi superiori e nei Vertebrati. Reale Accademia dei Lincei, 1881—1882.
- 3) — Intorno al ganglio ottico degli arthropodi superiori. Internationale Monatsschr. f. Anat. u. Histol., Bd. III, 1886, Heft 6.
- 4) BERGER, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Arb. a. d. zool. Institut Wien und Triest, Bd. I, 1878.
- 5) BETHE, A., Studien über das Zentralnervensystem von Carcinus maenas. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XLIV, 1895.
- 6) — Studien über das Zentralnervensystem von Carcinus. Arch. f. mikr. Anat., Bd. L, 1897.
- 7) — Vergleichende Untersuchungen über die Funktionen des Zentralnervensystems der Arthropoden. Aus dem phys. Inst. d. Univ. Straßburg. Bonn 1897.
- 8) — Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems, 1903.
- 9) BINET, Contribution à l'étude du système nerveux sous-intestinale des Insectes. Journ. d'Anat. et Physiol (DUVAL), Vol. XXX, 1894.
- 10) BOUVIER, M. E.-L., HENRI VIALLANES, sa vie et ses travaux. Ann. des Sciences naturelles, Série 7, T. XV, 1893.
- 11) CARRIÈRE, JUSTUS, Die Sehorgane der Tiere vergleichend-anatomisch dargestellt. München und Leipzig, 1885.
- 12) CUCCATI, J., Ueber die Organisation des Gehirns der Somomya erythrocephala. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XLVI, 1888.
- 13) DIETL, M. J., Die Organisation des Arthropodengehirns. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXVII, 1876.
- 14) DUJARDIN, Mémoires sur le système nerveux des Insectes. Ann. d. Sc. Nat., Zool., 3. Série, T. XIV, 1850.
- 15) FLÖGEL, J. H. L., Ueber den einheitlichen Bau des Gehirns in den verschiedenen Insektenordnungen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Suppl.-Bd. XXX, 1878.
- 16) FOREL, A., Les Fourmis de la Suisse. Lyon 1874.
- 17) GRABER, Die Insekten.
- 18) GRASSI, B., Anatomie comparée des Thysanoures. Arch. Italiennes de Biologie.
- 19) GRASSI, B. e SANDIAS, Costituzione e sviluppo della società dei Termitidi osservazioni sui loro costumi. Catania 1893.
- 20) HALLER, B., Ueber den allgemeinen Bauplan des Tracheaten-syncerebrums. Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entwickel., Bd. LXV, Bonn 1904.

- 21) HEYMONS, R., Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an *Lepisma saccharina*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. LXII, 4.
- 22) JANET, CHARLES, Essai sur la constitution morphologique de la tête de l'insecte. Paris 1899.
- 23) JANET, CHARLES, Sur les nerfs céphaliques, les corpora allata et le tentorium de la fourmi (*Myrmica rubra* L.). Mémoires de la Société Zoologique de France, 1899.
- 24) — Anatomie de la tête du *Lasius niger*. Limoges 1905.
- 25) — Sur la morphologie de l'insecte. Limoges 1909.
- 26) JONESCU, C. N., Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn der Honigbiene. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XLV, 1909.
- 27) KENYON, C. F., The brain of the Bee. The Journal of Comparative Neurology, Vol. VI, 1896.
- 28) KOLBE, H. J., Einführung in die Kenntnis der Insekten.
- 29) KRAUSSE, H. A., Die antennalen Sinnesorgane der Ameise. Jena (Gustav Fischer) 1907.
- 30) LEYDIG, FR., Vom Bau des tierischen Körpers. Tafeln zur vergleichenden Anatomie, Tübingen 1864.
- 31) MONTILLOT, LOUIS, Les insectes nuisibles. Paris 1891.
- 32) NEWTON, E. F., On the brain of the Cockroach (*Blatta orientalis*). Quarterly Journal of micr. Science, Vol. XIX, 1879.
- 33) RABL-RÜCKHARD, Studien über Insektengehirne. Arch. f. Anat. u. Phys. (REICHERT und DU BOIS-REYMOND), 1875.
- 34) SAINT-REMY, Contribution à l'étude du cerveau chez les Arthropodes tracheates. Arch. de Zool. exp. et gén., 2. Série, T. V, 1890.
- 35) VIALLANES, M. H., Le ganglion optique de la Libellule. Ann. Sc. nat. Zool., 6. Série, T. XVIII.
- 36) VIALLANES, M. H., Sur la structure du cerveau des Hyménoptères. Bull. Soc. phil., 27 février 1886.
- 37) — La cerveau de la Guêpe (*Vespa crabro* et *V. vulgaris*). Ann. d. Sc. Nat., Zool., 7. Série, T. II, 1886.
- 38) — Système nerveux des Articulés. Ann. d. Sc. Nat., Zool., 7. Série, T. XIV.
- 39) — La structure du cerveau des Orthoptères. Bull. Soc. philomat. de Paris, 7. Série, T. XI, 12 février 1887.
- 40) — Le cerveau du Criquet (*Oedipa coerulescens* et *Caloptenus italicus*). Ann. d. Sc. Nat., Zool., 7. Série, T. IV, 1887.
- 41) — Le ganglion optique de quelques larves de Diptères. Ann. d. Sc. Nat. Zool., 6. Série, T. XIX.
- 42) WALTER, G., Mikroskopische Studien über das Zentralnervensystem wirbelloser Tiere. Bonn 1863.

Erklärung der Tafelfiguren.

Buchstabenerklärung.

<i>A</i> Antenne	<i>mi.P</i> mittleres Polster des Lobus olfactorius
<i>A.Fm</i> äußere Fibrillärmasse	<i>m.P</i> mediales Polster des Lobus olfactorius
<i>A.Kr</i> äußere Kreuzung	<i>Mx</i> Maxillare
<i>B</i> Beere der Trauben	<i>Mxgl</i> Maxillarganglion
<i>ce</i> äußerer Becher	<i>NLb</i> Labialnerv
<i>ci</i> innerer Becher	<i>N.m</i> motorischer Nerv der Antenne
<i>CK</i> Zentralkörper	<i>N.Md</i> Mandibularnerv
<i>dF</i> dorsale Fasermasse	<i>N.Mx</i> Maxillarnerv
<i>F.CK</i> Faserpakete, aus denen der Zentralkörper hervorgeht	<i>N.Ol</i> Nervus olfactorius (Riechnerv)
<i>FK</i> Faserkugel (Becher des pilzförmigen Körpers)	<i>P.c</i> Pedunculus cerebri (Hirnstiel)
<i>F.LOl</i> aus dem Riechnerv kommende Nervenfasern, die an einen Glomerulus herantritt	<i>Pl</i> Protocerebralloben
<i>Frg</i> Frontalganglion	<i>Sch</i> Schlundkommissur
<i>Gl</i> Glomerulus (Endbäumchen)	<i>S.Nb</i> subretinale Nervenbündelschicht
<i>Gl.FK</i> Glomerulus der Faserkugel	<i>St</i> Stiel der Becher
<i>h.T</i> hintere Traube	<i>Ugl</i> Unterschlundganglion
<i>I.Fm</i> innere Fibrillärmasse	<i>UH</i> Untere Hälfte des Lobus olfactorius
<i>i.Gl</i> innere Glomeruli	<i>V.B.FK</i> Verbindung zwischen Beeren und Faserkugel
<i>Kr</i> Kreuzung der von den Lobus olfactorii nach den Protocerebralloben (dorsalen Fasermasse) verlaufenden Stränge	<i>V.L.Ol.Sch</i> Verbindung zwischen Riechlappen und Schlundkommissur (Unterschlundganglion).
<i>Lb</i> Labiale	<i>v.T</i> vordere Traube
<i>Lbgl</i> Labialganglion	<i>V.ZZ.L.Ol</i> Verbindung zwischen Riechlappen und Zellenmasse der Faserkugel
<i>Lfrgl</i> Labrofrontalganglion	<i>Z</i> Große Zelle
<i>L.Ol</i> Lobus olfactorius	<i>Z.Z</i> Zapfen der zu der Faserkugel gehörigen Zellenmasse.
<i>l.P</i> laterales Polster des Lobus olfactorius	
<i>Md</i> Mandibulare	
<i>Mdgl</i> Mandibularganglion	
<i>M.Fm</i> mittlere Fasermasse	

Tafel 29 und 30.

Fig. 1—10 sind Querschnitte (senkrecht zur Längsachse und parallel zur Vorderfläche des Kopfes, Frontalschnitte nach JONESCU) durch das Gehirn von *Lepisma saccharina* in der Reihenfolge von vorn nach hinten angeordnet. Die Schnitte sind jeweils bis zur Medianlinie gezeichnet.

Fig. 1. Schnitt durch den Lobus olfactorius mit abgehendem Nervus olfactorius.

Fig. 2. Schnitt durch den Lobus olfactorius und den vorderen Anfang der Beeren.

Fig. 3 u. 4. Schnitt durch das Gebiet der Beeren und den Lobus olfactorius.

Fig. 5. Schnitt durch das Oberschlundganglion, Schlundkommissur und Unterschlundganglion.

Fig. 6. Schnitt durch die Trauben und die Anfänge des Zentralkörpers.

Fig. 7 u. 8. Schnitte durch den Zentralkörper.

Fig. 9 u. 10. Schnitte durch den Lobus opticus und die Faserkugel (Becher des pilzförmigen Körpers).

Fig. 11—16 stellen Horizontalschnitte durch das Gehirn von Lepisma dar, und zwar sind sie in der Reihenfolge von oben nach unten angeordnet.

Fig. 11. Schnitt durch die Faserkugel und den dazu gehörigen Zellenzapfen.

Fig. 12. Schnitt durch den Lobus opticus und den Zentralkörper.

Fig. 13. Schnitt durch die Trauben und ihre Stiele.

Fig. 14. Schnitt durch den Lobus olfactorius.

Fig. 15 u. 16. Schnitte durch das Unterschlundganglion, und zwar Schnitt 15 oben und 16 weiter unten.

Fig. 17. Sagittalschnitt durch Ober- und Unterschlundganglion.

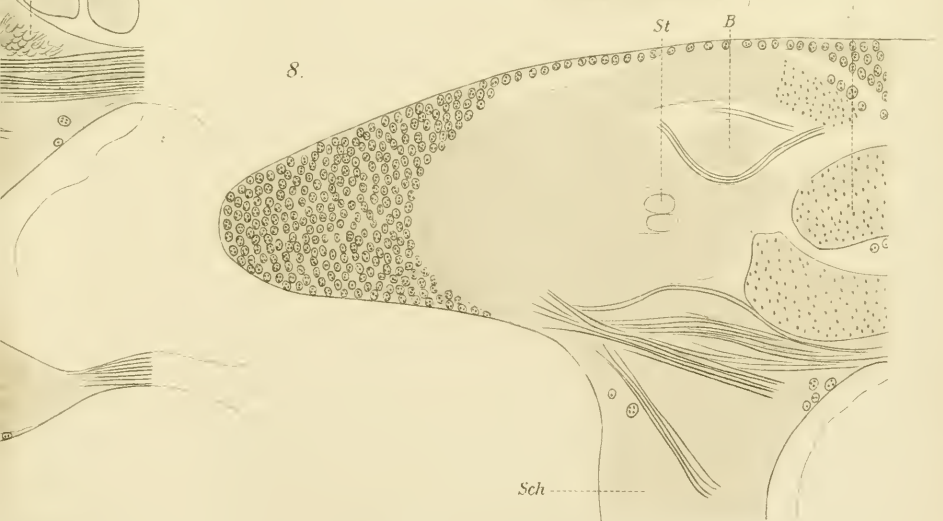




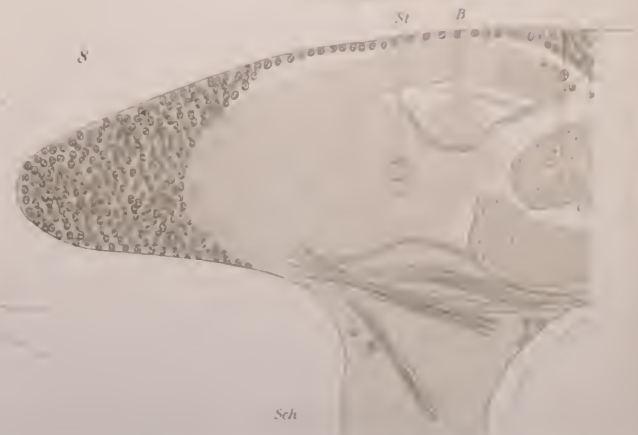
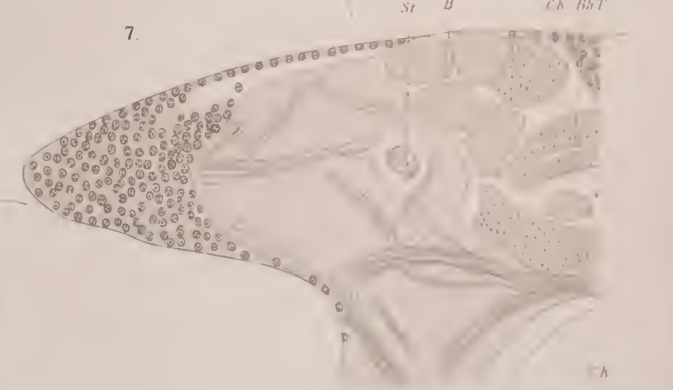
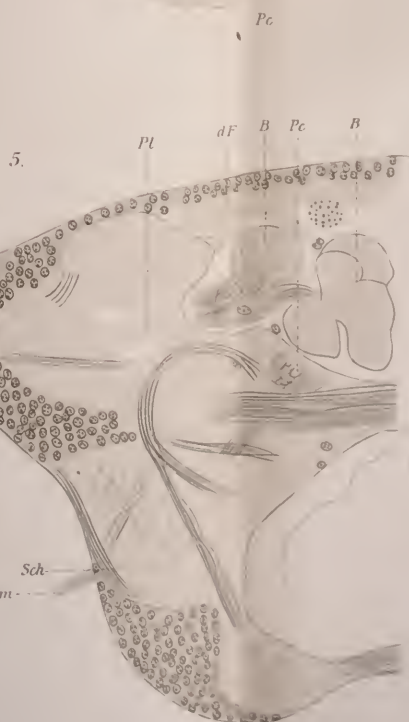
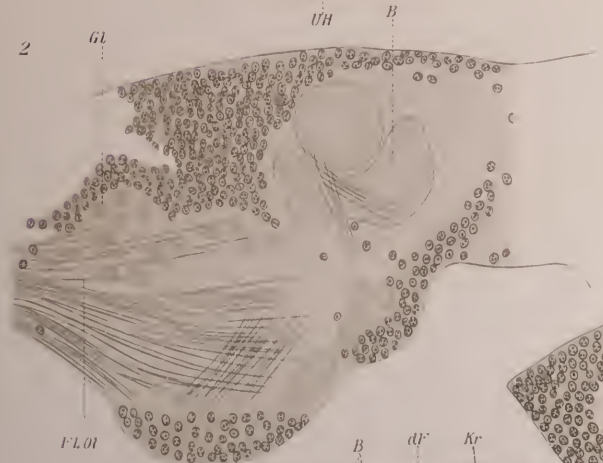
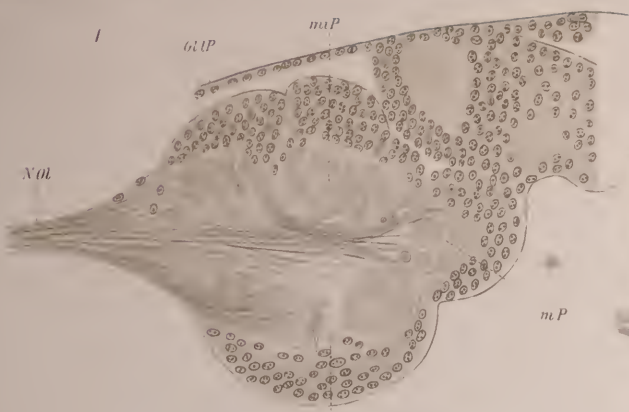
6.

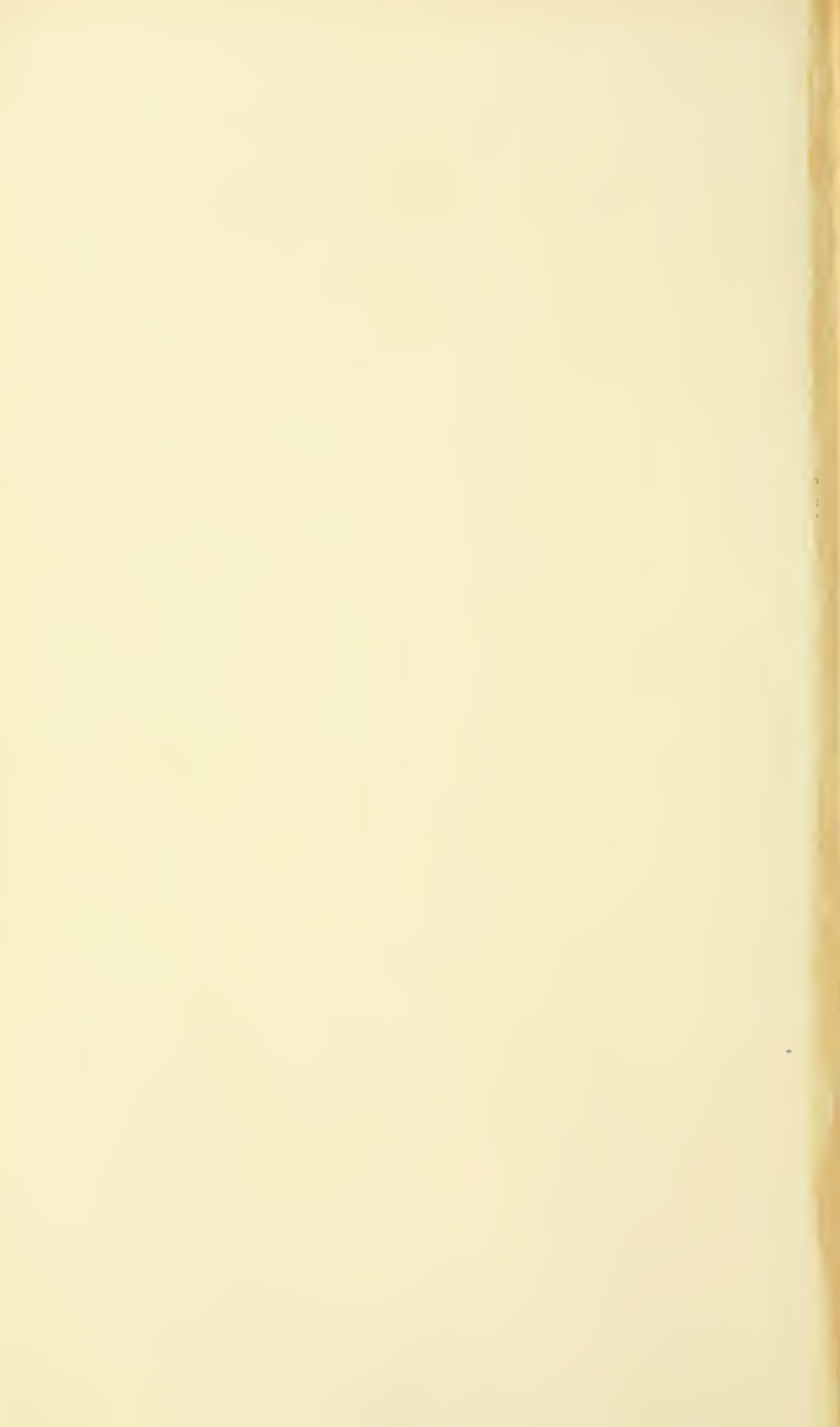


7.

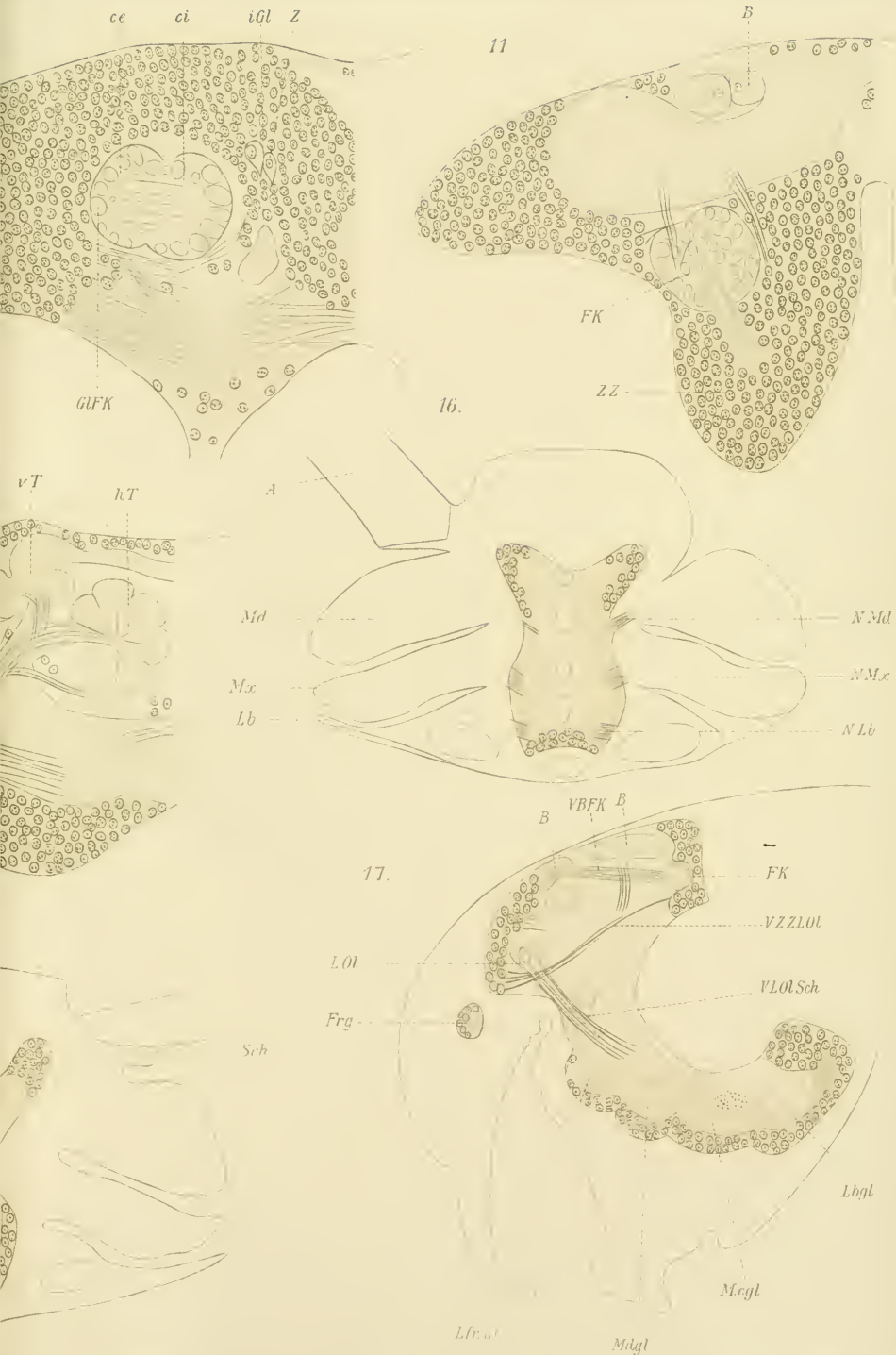


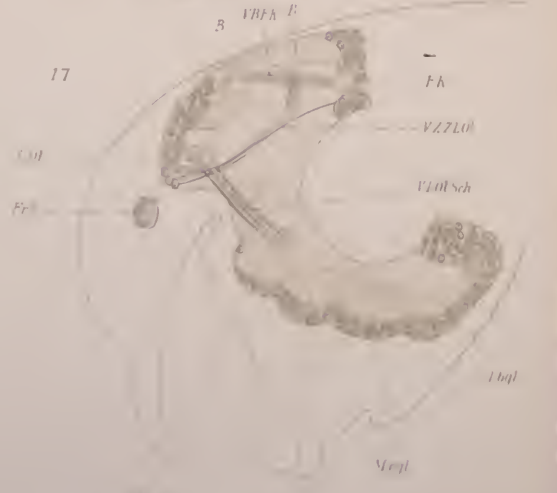
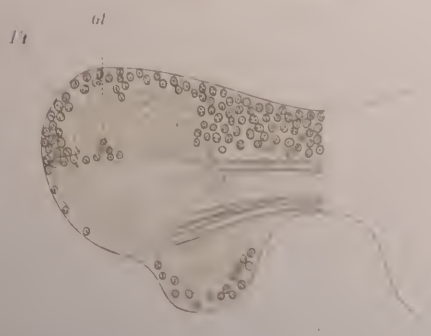
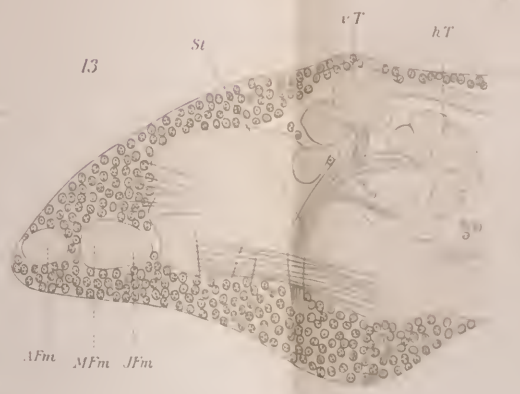
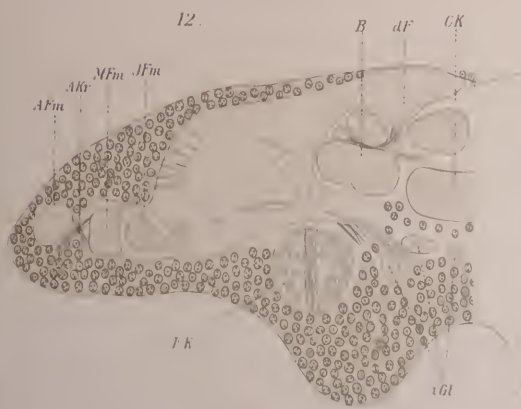
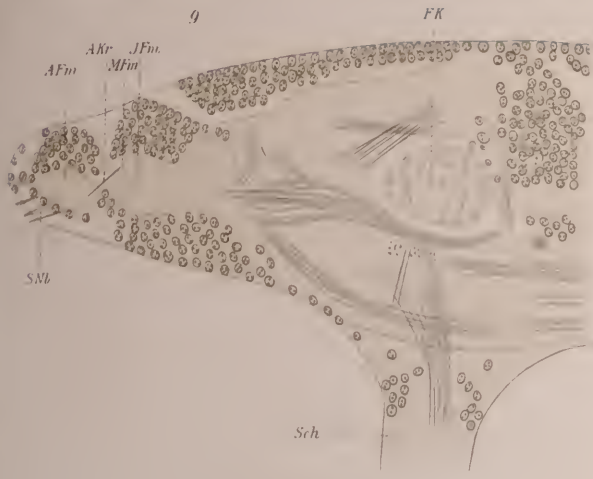
8.











ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [NF_39](#)

Autor(en)/Author(s): Böttger Otto

Artikel/Article: [Das Gehirn eines niederen Insektes \(*Lepisma saccharina* L.\). 801-844](#)