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

Ueber den einheitlichen Bau des Gehirns in den verschiedenen Insecten-Ordnungen.

Von

Dr. J. H. L. Flögel.

Mit Tafel XXIII u. XXIV.

Eine vorläufige Mittheilung über den Bau des Arthropodengehirns gab ich bereits am 21. September 1876 auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Hamburg, Section für Zoologie[1]) unter Vorlegung zahlreicher Präparate und einiger Photographien. Ein paar Monate später erschien[2]) eine Arbeit von M. J. Dietl über denselben Gegenstand. Ich lasse jetzt eine ausführlichere Mittheilung über die Resultate meiner bisherigen Studien im Gebiete der vergleichenden Anatomie der Insectengehirne folgen, wobei ich übrigens von vornherein betonen möchte, dass Manches erst durch die detaillirte Beschreibung einzelner Gehirne und durch Abbildung zahlreicher Durchschnitte derselben, welche ich in einer grösseren Arbeit zu liefern gedenke, überzeugend klar gelegt werden kann. Insofern können auch gegenwärtige Zeilen nicht beanspruchen, wesentlich mehr als eine Vorarbeit zu sein.

Die Organisation des Gehirns der gesellig lebenden Hymenopteren darf ich als durch die Arbeiten von Dujardin, Leydig, Rabl-Rückhard und Dietl als hinlänglich bekannt voraussetzen. Die weite Kluft, welche zwischen der complicirten Einrichtung dieses Gehirns und derjenigen von anderen Insecten mit geringen Kunsttrieben sich zu befinden schien, wurde zuerst ausgefüllt, als es mir glückte, in der ge-

1) Tageblatt p. 115.
2) Diese Zeitschrift Bd. XXVII. p. 488.

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

meinen Schabe, Blatta oder Periplaneta orientalis, das lange gesuchte Object zu finden, dessen Gehirntheile sich ohne grosse Schwierigkeit mit denen des Hymenopterengehirns homologisiren lassen. Damit war der Weg geebnet für das Verständniss der anderen Gehirne.

Allerdings mussten nun zur Aufhellung des Dunkels die feinsten und besten Untersuchungsmethoden angewendet werden. Diese sind je nach den einzelnen Objecten verschieden, müssen meist durch vielfache oft vergebliche Versuche erst ermittelt werden und bedingen daher einen langsameren Fortschritt im weiteren Vordringen, als unter anderen Umständen möglich wäre. Es war bald genug klar, dass man mit den früheren Methoden — Aufhellung durch Kali, Säuren, Deckglasdruck u. s. w. — wenig mehr erreichen kann, als die genannten Forscher. Nur wenn man die bei den Wirbelthiergehirnen mit so grossem Erfolge in den letzten Jahren betriebene Schnittmethode anwendet, konnte man eine gedeihliche Weiterentwicklung dieser Studien hoffen. Das Detail der versuchten und erprobten weitläufigen Härtungs- und Tinctionsmethoden gebe ich nicht an diesem Orte, verweise übrigens im Allgemeinen auf das l. c. Gesagte. Nur über das benutzte Mikrotom sei hier bemerkt, dass dasselbe z. Th. nach meinen Angaben und Erfahrungen in der optischen Werkstatt des Herrn Dr. H. Schröder in Hamburg hergestellt worden ist. Das Instrument, dessen geradezu unerwartete Leistungen über alles Lob erhaben sind, ist mit dem Mikroskop verbunden, und arbeite ich mit demselben durchgängig unter 30—50 maliger Vergrösserung. Es unterliegt keiner Schwierigkeit, damit Reihen von Schnitten herzustellen, die an Vollkommenheit nichts zu wünschen übrig lassen. Ich brauche zum Beweise dafür nur anzuführen, dass ich ein Blattagehirn in 60—80 frontale Schnitte zerlege, ja in sagittaler Richtung sogar eins in 350 Schnitte getheilt habe, und zwar in lückenloser Reihe, alle sauber aufgelegt und der Untersuchung mit den stärksten Vergrösserungen zugänglich.

Mit diesem vortrefflichen Hülfsmittel der Forschung gelang es mir, die Organisation des Insectengehirns mit einer Klarheit mir zur Anschauung zu bringen, wie es meines Wissens bis jetzt von Niemandem erreicht ist. Das Gehirn, das man bisher meistens nur nach seinen äusseren morphologischen Verhältnissen untersucht hat und dessen Inneres man ansah für ein Klümpchen Nervensubstanz, aus einer Rinde von Ganglienzellen bestehend mit einer inneren Punctsubstanz, »in der sich durch gewisse Behandlungsweise faserige Züge erkennen lassen«, löst sich nun in ein ausserordentlich kunstvolles Bauwerk mit der bewundernswürdigsten Anordnung seiner Bestandtheile und der vollkommensten Symmetrie derselben auf, in welchem jeder der Hunderte

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

von Faserzügen seine genaue Lage, wahrscheinlich eine jede Zelle ihren bestimmten Platz hat!

Für die Darstellung wähle ich im Allgemeinen denselben Gang, welchen ich l. c. befolgt habe, indem ich mit dem Blattagehirn beginne.

Unter Gehirn verstehe ich nur das obere Schlundganglion mit seinen Anhängen. Das untere Schlundganglion schliesst sich in seinem Bau fast ganz an die Thorax- und Bauchganglien an und findet in dieser Abhandlung keine Berücksichtigung.

Blatta (Periplaneta) orientalis.

Die bisherigen Ergebnisse meiner Forschungen berechtigen mich zu der Behauptung, dass einstweilen Blatta das zweckmässigste Untersuchungsobject bildet, einestheils wegen der verhältnissmässig recht beträchtlichen Grösse der Elemente, anderentheils, weil dies Gehirn gewissermassen einen Ausgangspunct darstellt, von dem aus man aufsteigend die viel complicirter gebauten Gehirne der Hymenopteren und absteigend die einfacheren Gehirne der Käfer und Schmetterlinge verstehen lernt.

Führt man einen Frontalschnitt ziemlich durch den Mittelraum des Gehirns, so fällt bei summarischer Betrachtung zunächst eine Art stützenden Gerüstes auf, um welches sich die anderen Theile scheinbar gelagert haben. Das Gerüst und besonders seine oberen hufeisenförmig sich präsentirenden Stücke bilden eigentlich die Hauptmasse des Gehirns. Ich unterscheide nun als einzelne Bestandtheile des Gerüstes: 1) den Balken; 2) das Vorderhorn; 3) den Hinterast; 4) die beiden Becher nebst ihren Inhalts- und Bekleidungszellen: Alles paarig zu beiden Seiten der Medianlinie gelegen. Ferner macht sich etwa im Centrum des ganzen Gehirns ein eigenthümlich gebauter, im Frontalschnitt beinahe citronenförmig gestalteter unpaarer Körper bemerklich, den ich Centralkörper genannt habe. Als Vorsprünge des Gehirns markiren sich der Lobus opticus und der Lobus olfactorius, welche schon von den Autoren für andere Insecten benannt sind. Der Zwischenraum zwischen diesen Lobi und den obengenannten Stücken des Gerüstes wird ausgefüllt mit Fasersubstanz, den umhüllenden Fasern, welche auf der Aussenseite mit einer Rinde von Ganglienzellen bekleidet sind.

Hieraus ergiebt sich die für die Beschreibung des Gehirns erforderliche Eintheilung, und wir gehen nun zur Betrachtung der einzelnen Theile über.

Die zur Erläuterung beigegebenen Photogramme 1 und 11 eines Schnittes zeigen die wesentlichsten Stücke des Gehirns. Das Gehirn

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

ist, beinahe genau senkrecht zur Mittellinie in 130 Frontalschnitte à 7,3 μ Dicke zerlegt; der Schnitt Nr. 54 ist der photographirte. Im Uebrigen ist zur Orientirung Folgendes hinzuzufügen. Die Schnitte 1—17 gehen durch die vorderen Wölbungen der Hemisphären; von Nr. 18 an sind beide Hemisphären verbunden; in Nr. 23 beginnen die Lobi olfactorii und in Nr. 26 die Becher; in Nr. 41 Anfang der Hinteräste und in Nr. 47 Beginn der Lobi optici; bei Nr. 88 letzter Zusammenhang derselben mit den Hemisphären; in Nr. 91 letzte Spur der Becher; in Nr. 99 sind beide Hemisphären zuletzt verbunden; der Rest geht durch die hinteren Vorwölbungen der Hemisphären und durch die vordere Partie der Schlundcommissuren.

4) Centralkörper. Ziemlich in der Mitte des Gehirns liegt ein oben gewölbter, unten meist ebener, in dem hinteren Theile sogar unten concaver, an den Seiten zugespitzt endigender Körper, den ich l. c. als Centralkörper bezeichnet habe[1]). 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 2 Hälften besteht: einer oberen massigeren, und einer unteren kleinen. Beide sind durch eine horizontale, etwas nach oben convexe Linie geschieden (Fig. 11 *u*). Eine weitere Differenzirung besteht in einer Art Gliederung jeder Hälfte. Deutlicher tritt dies meist in der oberen Hälfte hervor, die dadurch stellenweise einige Aehnlichkeit mit einer gekrümmten Made hat. Es sind 8 solcher Abschnitte vorhanden. Dies Aussehen wird durch Bündel von wenigen dicken Nervenfasern bedingt, die in regelmässigen Abständen von hinten und oben in den Centralkörper eintreten, um dort, wenigstens für unsere jetzige Wahrnehmung, zu verschwinden. Ausser diesen Fasern finden sich in der Substanz des Centralkörpers sehr viele ganz feine, mannigfach sich durchkreuzende Nervenfasern, während die eigentliche Grundsubstanz entweder netzförmig gestrickt oder körnig structurirt ist. Das Detail ist nur mit hohen Vergrösserungen und in äusserst günstigen Präparaten aufzuklären, und bin ich, als ich zuerst an dem viel grösseren Centralkörper des Dytiscus marginalis diesen Bau gefunden hatte, später auch bei

1) Dietl nennt bei der Biene diesen Körper »fächerförmiges Gebilde« (l. c. p. 498) und giebt eine Darstellung vom Bau desselben, der ich in vielen Puncten nicht zustimmen kann. Leydig bezeichnet ihn (Tafeln zur vergleichenden Anatomie Taf. VIII, Fig. 4*F*) bei der Ameise als zum Commissurensystem gehörig. Die Benennung »Centralkörper« bedarf wohl keiner besonderen Rechtfertigung.

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

Blatta auf manche dieser Verhältnisse aufmerksam geworden, die bei nicht hinreichend feinen Schnitten der Beobachtung entgehen. (In dem in Rede stehenden Exemplar wird der Centralkörper durch die Schnitte Nr. 46—62 getroffen, woraus sich zugleich seine Dimension von hinten nach vorn zu 124 μ ergiebt.) Unmittelbar umgeben ist der Centralkörper von Faserlagen, die z. Th. die beiden Hemisphären verbinden — also Commissuren in dem bei Wirbelthieren gebräuchlichen Sinne —, z. Th. von hinten nach vorn verlaufen. Von diesen gehen jene die Gliederung hervorrufenden Fasern gekrümmt ab ins Innere des Centralkörpers. — Nach hinten liegen beim Centralkörper zwei eigenthümlich geformte, viel kleinere Massen von netzförmiger Substanz, nur durch einige Faserlagen von dem ersteren getrennt, und zwar die eine etwas höher, die andere tiefer. Ich nenne erstere die Dorsalknolle, letztere die Basalknolle des Centralkörpers. Aus diesen Knollen entspringen Nervenfasern. Ganglienzellen enthält der Centralkörper nicht; nur in den umgebenden Fasern sieht man stellenweise Kerne, die aber vielleicht zu Tracheenzellen gehören.

2) Balken. Unterhalb des Centralkörpers befinden sich die beiden horizontal liegenden Balken. In der Medianlinie stossen sie in beträchtlicher Strecke mit breiten Enden auf einander (Schnitt 41—70). Die Trennungsfläche beider, welche entwicklungsgeschichtlich (und anscheinend auch phylogenetisch) von Wichtigkeit ist, nenne ich Balkennaht. Sie enthält bei Blatta weder Zellen noch Fasern. Das andere Ende jedes Balkens liegt in der betreffenden Hemisphäre, etwas weiter nach aussen, als die Spitze des Centralkörpers. Der Balken führt keine Zellen und besteht wahrscheinlich aus allerfeinsten Fasern; deutlich habe ich dieselben hier nie zur Anschauung bekommen; doch geht der Zug der angedeuteten Faserung ziemlich parallel nach der Balkennaht zu. Ein höchst eigenthümliches Structurverhältniss, welches nur in günstigen Fällen zu Gesicht kommt, ist ein Bogenliniensystem, welches seine Concavität der Spitze des Centralkörpers zukehrt (in dem Photogramm erkennbar). Ob dies eine Gruppirung der feinen Fasern zu höheren Einheiten darstellt, ist mir gänzlich zweifelhaft geblieben. Die Bogenlinien setzen sich ohne Unterbrechung in den Hinterast fort.

3) Vorderhorn. Verfolgt man das Aussenende des Balkens, so sieht man, dass es sich dichotomisch spaltet; der eine Ast geht nach hinten (Hinterast), den nach vorn gehenden Ast nenne ich das Vorderhorn, nach seiner eigenartigen an das Horn eines Wiederkäuers erinnernden Gestalt. Das Vorderhorn ist ungefähr ebenso dick als der Balken. Es begiebt sich von dem ebengenannten Astwinkel aus nach vorn und oben, schmiegt sich hier an die Becher an und endigt

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

blind an der Vorderfläche des Gehirns, anscheinend unmittelbar unter dem Neurilemm. Auf Horizontalschnitten erscheint es fast cylindrisch. Eigentliche Fasern sieht man hier ebenso wenig klar, wie im Balken, aber der Ausdruck einer Faserung in der Längsrichtung des Vorderhorns ist auf den gewöhnlich untersuchten Frontalschnitten sehr deutlich, und bei Horizontalschnitten erscheint das Ganze aus zahllosen Puncten zusammengesetzt. (In dem oben erwähnten Gehirn liegt der Astwinkel im Schnitt 41; das Vorderhorn wird fast in ganzer Länge getroffen in Schnitt 35; die letzten Spuren des Vorderendes sind oben am Scheiteltheil des Gehirns in Schnitt 10.) Eine fernere Differenzirung der Masse in Schichten ist nur bei horizontalen Gehirnschnitten nachweisbar. Es zeigt sich in denselben, dass das Vorderhorn aus einer Art nicht concentrischer Lamellen besteht. Eine Verbindung des Vorderhorns am Vorderende mit den Bechern oder mit den umliegenden Ganglienzellen war niemals nachzuweisen.

4) Von dem bei 3 erwähnten Astwinkel aus entspringt der colossale Hinterast, der in dem photographirten Schnitt oben ziemlich axial getroffen ist, während die Verbindung mit dem Balken nur auf der rechten Seite noch getroffen wurde. Dieser Hinterast kann auch als 2 Aeste oder Zweige, ein äusserer und ein innerer angesehen werden, die gleich anfangs zwar getrennt sind, aber unmittelbar an einander liegen. So ergeben es wenigstens Horizontalschnitte. Hier ist nun die Zusammensetzung aus zahllosen Längsfasern sehr deutlich und Niemand wird bezweifeln, dass wir hier einen und zwar den stärksten Nervenfaserzug des ganzen Gehirns vor uns haben. Oben scheiden sich die beiden Zweige des Hinterastes und jeder breitet sich etwas pinselförmig aus, um dann einzutreten in

5) die 4 Becher. Ich lasse alle früher von den Autoren bei Biene und Ameise gebrauchten Benennungen für die Becher, wie »pilzhutförmige Gebilde«, »gestielte Körper«, »Lappen mit Windungen«, »Gehirnwindungen«, »radial-gestreifte Scheiben«, »Markwülste« (Dietl) fallen, um diesen Gehirntheil nach seiner bei einfacher gebauten Gehirnen auftretenden Gestalt treffend zu benennen. Da ist es nämlich ein wirklicher Becher, wie auch in einem gewissen jugendlichen Entwicklungsstadium. Wir unterscheiden den äusseren und den inneren Becher nach ihrer Lage zur Mittellinie. Der äussere liegt ein Minimum weiter nach hinten, als der innere, und da sie beide annähernd gleich gross sind, so folgt, dass auf den vorn beginnenden Frontalschnitten der innere früher erscheinen und früher aufhören muss als der äussere. Im Allgemeinen ist auf solchen Schnitten die Gestalt der Becher die eines Hufeisens oder Winkeleisens, und wenn man sich alle

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

Schnitte in Gedanken wieder combinirt, so findet man, dass es muldenartige flache Gefässe sind mit zugespitztem Grunde. Die Wandung dieser Becher besteht aus zweierlei Substanz. Die eine Masse ist, man mag die Schnitte führen wie man will, netzförmig gestrickt und zeigt bei hohen Vergrösserungen ein ähnliches Verhalten, wie wir unten für die Lobi olfactorii, als bei schwachen Vergrösserungen schon nachweisbar, näher angeben werden (sehr kleine rundlich-eckige Balken, zwischen denen Fasern laufen). Die andere Masse aber ist deutlich längsfaserig; sie kleidet die Innenfläche des Bechers aus, wo sie die netzförmig gestrickte Substanz, welche bei weitem den grössten Theil der Wand ausmacht, allenthalben überlagert und setzt sich, indem alle Fasern im spitzen Grunde des Bechers zusammenlaufen, in den Zweig des Hinterastes fort[1]. An jedem Becher muss man ferner den Grund, die innere Wandfläche, den Rand und die Aussenfläche unterscheiden.

Jeder Becher ist angefüllt mit fast zahllosen kleinen Zellen; eigentlich sind nur die Kerne das direct Wahrnehmbare dabei. Wenn man aber recht zarte Schnitte mit guten Vergrösserungen vornimmt, sieht man zwischen diesen Zellen ungemein feine Fäserchen. Mehrere solcher Fäserchen sammeln sich zu Strängen; endlich treten die Stränge, wie ein Strom aus zahlreichen Rinnsalen entstehend, in besonderen Puncten, die ich Einströmungen nenne, in jene faserige Innenwandsubstanz der Becher ein. Die Einströmungen liegen an bestimmten Stellen[2]. Diejenigen Zellen, welche den grössten Theil des Becherinneren ausmachen — Füllzellen mögen sie heissen — senden ihre Fasern anscheinend alle nach einem Einströmungspuncte nahe dem Becherrande. Eine Partie Zellen, welche ich wegen ihrer Lage die Grundzellen nenne, hat mehr Protoplasma als die Füllzellen; diese Grundzellen schicken ihre Fasern direct in den Hinterast. Die Randzellen, welche die Ränder der Becher bekleiden, zeichnen sich nicht weiter vor den Füllzellen aus, und scheinen ihre Fasern

1) Unklar ist es mir, wie Dietl (l. c. p. 504) für Gryllotalpa die Zellen von der Becherwand durch Bindesubstanz, die angeblich vom Neurilemm ausgehen soll, geschieden sein lässt. Gryllotalpa habe ich bisher nicht nachuntersuchen können; aber bei Forficula und Acridium besteht dergleichen ebensowenig wie bei Blatta, es sind die Lagen der Fasern aus den zahllosen Ganglienzellen, welche diese selbst von der netzförmig gestrickten Substanz trennen.

2) Es scheint, dass Dietl diese deutlichen Nervenfäden bei Gryllotalpa (Fig. 8 u. 9 die Linien in der Substanz *gk*) wiederum für Bindesubstanz angesehen hat, und zwar als Querschnitte von angeblichen Lamellen, die vom Neurilemm ausgehen sollen.

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

z. Th. zu den Einströmungen der letzteren, z. Th. an der Aussenseite der Becherwand herabzusenden. Die Aussenzellen, welche die Aussenwand der Becher bekleiden, sind wenig zahlreich (im Photogramm nicht von den benachbarten Zellen zu unterscheiden); überdies giebt es an der Fläche, wo die beiden Becher aneinander grenzen, keine oder höchst vereinzelte; ihre Fasern gehen wohl an der Aussenseite des Bechers herunter. — An günstigen Präparaten sieht man, dass die Füllzellen durch eine gerade Mittellinie in eine rechte und eine linke Hälfte zerfallen (*t*). — Die Zahl der zu einem Becher gehörigen sämmtlichen Zellen beträgt nach einer oberflächlichen Schätzung gegen 17,000, im ganzen Gehirn also 68,000.

6) Die umhüllenden Fasern umgeben, wie schon erwähnt, das Gerüst beinahe von allen Seiten. Es giebt aber hiervon Ausnahmen. Die beiden Vorderhörner liegen in beträchtlicher Strecke der Vorderfläche des Gehirns an, ohne von anderen Fasern bedeckt zu werden; die Becherzellen nehmen die ganze Dorsalfläche des Gehirns ein. Hiernach lassen sich etwa folgende Abtheilungen der umhüllenden Fasermasse aufstellen:

a. unmittelbare Umgebung des Centralkörpers;

b. Region zwischen Vorderhorn und Hinterast;

c. Region vor dem Centralkörper bis zur Vorderfläche, begrenzt durch die beiden Vorderhörner;

d. Region ausserhalb der Vorderhörner und Hinteräste bis zum Lobus opticus und Lobus olfactorius;

e. basale Region unterhalb des Balkens;

f. Hinterfläche des Gehirns.

(Die Photographie zeigt von diesen die Regionen *a*, *d* und *e*). In jeder Region giebt es eine grosse Anzahl durchaus constanter Faserzüge (neben ganz vereinzelten scheinbar inconstanten), von denen sehr viele bereits in ihrem Verlaufe, Anfang und Ende genau festgestellt sind. Es würde indess eine nähere Beschreibung derselben ohne die Abbildungen ganz unverständlich bleiben und muss ich in dieser Beziehung auf die demnächst erscheinende ausführliche Arbeit verweisen. Nur über wenige Züge sei hier etwas mitgetheilt.

In der Region *a*, oberhalb des Centralkörpers, sieht man den Querschnitt eines Tractus, der allseitig von Ganglienzellen umgeben ist (*Fb*). Derselbe besteht aus etwa 8—10 groben Nervenfasern, die anscheinend in einer Art stielrunden Scheide eingeschlossen sind. Der Zug geht von der Hinterfläche des Gehirns horizontal nach vorn (weshalb er in jedem frontalen Schnitt wiederzufinden), legt sich an das Vorderhorn

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

an und tritt endlich an der Vorderfläche des Gehirns als Nerv aus[1]. Dieser bisher unbekannte Nerv biegt dann nach aussen um, immer dem Gehirn anliegend; sein endliches Schicksal ist mir zur Zeit nicht bekannt.

In derselben Region giebt es einen leicht kenntlichen, sehr dicken, schräg abwärts steigenden Faserzug (*Fa*). Verfolgt man ihn oberseits weiter, so sieht man, dass er sich zwischen Vorderhorn und den Bechern nach aussen wendet, wo er der weiteren Wahrnehmung einstweilen entschwindet. In der Nachbarschaft der Centralkörperspitze ist er besonders dick, nimmt erweislich hier aus der Umgebung neue Fasern auf und steigt dann fast senkrecht hinunter in den Lobus olfactorius, wo mir sein weiterer Verlauf ebenfalls zur Zeit noch unklar ist. Er ist aber von ganz besonderer Wichtigkeit, weil er sich auch bei der Ameise und bei Cossus findet und deshalb ein bequemes Orientirungsmittel bildet.

Früher habe ich angegeben, es sei keine Kreuzung der Fasern in Arthropodengehirnen zu entdecken. Ich habe jetzt doch eine im Blattagehirn gefunden, die an feinen Schnitten sogar recht schön zu demonstriren ist. Sie liegt an der Vorderfläche des Gehirns in der Region *c*. Der Ursprung der Fasern ist in Ganglienzellengruppen am Stirntheile des Gehirns unmittelbar unterhalb der vorderen Becherzellen zu suchen. Es entsteht dort jederseits ein dünnes Faserbündel; beide laufen neben der Mittellinie fast senkrecht herab, treten dann ungefähr in halber Höhe des Gehirns über einander weg in die andere Hemisphäre über und gelangen so an die Basis des Gehirns, von wo sie wahrscheinlich in die Schlundcommissuren übergehen.

7) Die Ganglienzellen-Rinde des Gehirns wird für Detailuntersuchungen ebenfalls in mehrere Abtheilungen zerlegt werden müssen. In den verschiedenen Gegenden des Gehirns unterscheiden sich die Zellen durch ihre Grösse sehr scharf. So ist namentlich:

a. die Umgebung des Sulcus longitudinalis durch grosse Zellen ausgezeichnet (*Ga*). Sie reichen hier fast bis auf den Centralkörper und schicken ihre Ausläufer in die umhüllenden Fasern daselbst. Dies Gebiet erstreckt sich von hinten bis nach vorn, wo es sich an

b. die Gruppen der Vorderfläche unterhalb der Becherzellen bis zu den Vorderhörnern anschliesst. Auch hier giebt es vereinzelt sehr grosse und anscheinend symmetrisch liegende Zellen;

[1] Meines Wissens sind solche vorn am Gehirn austretende Nerven noch bei keinem Insect gesehen; sollten es Nerven für verkümmerte Punctaugen sein? Vgl. Cossus!

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

c. eine Region, ausserhalb der Vorderhörner und zwischen den beiden Lobi seitwärts hinziehend, bildet einen tiefen Einschnitt zwischen der Fasermasse der eigentlichen Hemisphäre und des Lobus olfactorius und wird vielleicht zum Theil besser zu letzterem gerechnet;

d. die Lagen Ganglienzellen unterhalb der Aussenwand des äusseren Bechers durch die ganze Länge des Gehirns von vorn nach hinten;

e. die Gegend unterhalb der Becherzellen an der Hinterfläche des Gehirns enthält die meisten Zellen und werden hier später verschiedene Unterabtheilungen zu machen sein, welche verschiedenen Einströmungen der Ausläufer in die Fasermasse entsprechen. Die Region wird seitlich begrenzt durch den Lobus opticus;

f. basale Zellen giebt es unter dem Balken nur sehr wenige; nach den Seiten nehmen sie an Zahl zu und gehen hier über in die die Schlundcommissuren bekleidenden Zellen.

8) Der Lobus opticus enthält bekanntlich im Innern die von Leydig [1]) benannten 3 Kerne, deren Erscheinung auf eine eigenthümliche Anordnung der Fasern zurückzuführen ist. Der dritte Kern, welcher sogleich nach der pigmentirten Zone der Sehstäbe beginnt, ist eine flache dünne Schale; der zweite viel länger, beinahe stumpf kegelförmig, die Spitze dem Gehirn zugewendet; der erste schliesst sich an diese Spitze wieder an und geht ohne deutliche Grenze in die Hemisphäre über. Bau und Gestalt des Lobus opticus müssen ausser an Frontalschnitten (die wegen der Rückbiegung der Lobi immer wenig instructiv ausfallen) vorzugsweise an Sagittalschnitten studirt werden. An einem Gehirn, welches ich in 350 Sagittalschnitte (à 7,3 μ Dicke) zerlegte, geht der als Nr. 1 aufgelegte Schnitt irgendwo durch den zweiten Kern des Lobus. Die Schnitte bis ungefähr 20 präsentiren sich als mit dem langen Durchmesser senkrecht gestellte Ovale von beiläufig 400 μ langem und 200 μ kurzem Durchmesser, bestehend aus einer sehr dünnen oberflächlichen Zellenlage von wenigen μ Dicke. Von Nr. 24—36 vermehrt sich die Zellbekleidung sehr stark und es treten hier zahlreiche quergestellte Einstrahlungen von Faserbündeln auf, so dass die Gesammtbreite des Ovals fast 300 μ beträgt. Nach Nr. 36 hören die Einstrahlungen auf, das Oval wird wieder schmäler und kleiner (300 μ und 280 μ). Von 50 an verkleinert sich das Oval noch mehr; vor Allem nehmen die Fasern ab auf Kosten des von vielen Zellenlagen eingenommenen Areals. In Nr. 59 z. B. hat der ganze Lobus 300 und 200 μ Durchmesser; das Oval der Fasern aber nur 200

1) Tafeln d. vgl. Anat. VIII, Fig. 4 *D f, g* und *h* und Taf. IX, Fig. 1 *A h, i, k.*

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

und 150 μ. Endlich bei Nr. 71—74 kommt man auf die engste Stelle. Die Fasern bilden hier ein Oval von 120 und 100 μ Durchmesser, einen Engpass, durch den die von dem Auge kommenden Fasern in die Hemisphäre gehen müssen. Es scheint dieser Umstand darauf zu deuten, dass die Mehrzahl der Opticus-Fasern zunächst blos zu den Bekleidungszellen im zweiten Kern geht, ohne die Hemisphären zu erreichen[1]). Diese Grenze zwischen zweitem und erstem Kern ist zugleich durch eine kleine Gruppe ausserordentlich kleiner, leicht aufzufindender, an der Vorderfläche gelegener Zellen characterisirt. Von jetzt an nimmt der Lobus wieder an Grösse zu, aber der Schnitt wird nun ein Kreis (in 86 von 300 μ Durchmesser). Die Fasern darin bleiben aber immer an Masse zurück gegen den stets stärker werdenden Zellenbelag (Kreis von 120 μ Durchmesser). Man sieht von da an bis 98, wo oberseits die Hemisphäre beginnt, Zellen von sehr verschiedener Grösse in der Rinde. Die schliesslich in die Hemisphäre eintretende Masse der Fasern bildet ein Oval von 200 und 100 μ Durchmesser, dessen lange Achse aber horizontal liegt. (In der kleinen Photographie liegt der Engpass fast am Rande des Bildes, *w*, da wo die beiden schwarzen Fleckchen erkennbar sind: das obere derselben besteht aus 8 Zellen.)

9) Der Lobus olfactorius, bei Blatta sehr voluminös, besteht aus einer Rinde von Ganglienzellen, welche einen höchst eigenthümlich gebauten Inhalt umschliesst. Es sind nämlich mindestens 100 (wohl 150) rundliche Ballen (in der grossen Photographie sehr gut erkennbar, *ger*), die ich Geruchskörper genannt habe. Dieselben sind bei Formica von Leydig auch gesehen und für grosse Zellen mit schwer sichtbarem Kern gehalten[2]), welcher Auffassung Rabl-Rückhard folgte; den Irrthum hat für die Biene (abgesehen von meiner Mittheilung in Hamburg[3]) gleichzeitig auch) Dietl (l. c. p. 500) berichtigt. Zellen sind diese Geruchskörper sicher nicht[4]), und lässt sich auch auf keinerlei Weise darin ein Kern sichtbar machen. Die Masse erscheint vielmehr bei hohen Vergrösserungen sehr fein netzförmig, auch wenn die Structur durch Einräuchern des ganzen ungeöffneten frischen Kopfes mit Osmiumdampf fixirt worden. Zwischen diesen Geruchskörpern verlaufen nun unzählbare feinste Nervenfasern in den aller-

1) Der Antennen-Nerv hat einen doppelt so grossen Faserquerschnitt als diese Fasermasse aus dem Auge.

2) Tafeln zur vergl. Anat. VIII, Fig. 4 und »Vom Bau etc.« I p. 237.

3) Eine — nicht gedruckte — Mittheilung habe ich bereits in der Sitzung des Kieler physiologischen Vereins vom 30. Juli 1874 gemacht.

4) Der von Leydig in jedem Ballen gezeichnete Kern existirt nicht.

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

verschiedensten Richtungen, und es scheint, dass dieselben erstere nicht blos umspinnen, sondern auch in sie eindringen. Einzelne sehr grobdrähtige Bündel haben wieder ihre ganz symmetrische constante Lage und können zur Orientirung in diesem Labyrinth bei späteren Forschungen benutzt werden [1].

10) Eine Art Anhangsgebilde am Gehirn bilden zwei kleine ovale Ganglien an der Hinterfläche desselben, deren jedes durch einen Stiel mit dem Gehirn verknüpft ist, und die dem Oesophagus aufliegen. Merkwürdigerweise enthalten sie nur Zellen, keine Fasern; die Stiele schicken aber in das Gehirn Nervenfasern hinein. Diese beiden Ganglien sind auch anderwärts, z. B. bei der Biene und Ameise, leicht zu sehen; auf ihr Vorkommen bei Blatta hat meines Wissens zuerst Kupffer [2] aufmerksam gemacht. Nach ihm stehen sie mit den Speicheldrüsen in Verbindung.

Anhangsweise mag zur Beschreibung des Blattagehirns noch notirt werden, dass das Neurilemm sehr zart und mit einer Lage zerstreuter Kerne ausgerüstet ist, sowie dass sich von einem vermeintlichen Bindegewebe im Innern des Gehirns nichts findet. Alle dort vorkommenden Kerne gehören entweder zu Nerven- oder Tracheenzellen, und sehe ich nicht ein, weshalb man, blos dem Schema zu Liebe, eine Bindesubstanz da annehmen muss, wo man sie nicht wahrnimmt. Ueber den äusserst characteristischen Verlauf der Tracheen liesse sich viel mittheilen; zwei der grössten Tracheen treten von hinten in der Höhe der oberen Grenze des Lobus olfactorius in das Gehirn ein und verästeln sich im Innern so symmetrisch, dass man staunen muss über die Regelmässigkeit selbst sehr kleiner Aeste (die Photographie zeigt mehrere solche symmetrische Aestchen im Querschnitt).

Besonderes Interesse würde eine Untersuchung über die Entwicklung der einzelnen Theile dieses Gehirns gewähren. Sie ist der vielen in der Präparation eines kleinen Kopfes begründeten Schwierigkeiten wegen bisher ohne sonderlichen Erfolg geblieben. Doch kann ich so viel mittheilen, dass bei kleinen Thieren von 7—8 Mm. Länge schon alle Stücke vorhanden sind, nur feiner und zarter gebaut, als bei den grossen geschlechtsreifen von 25 Mm.

Die vorstehenden Mittheilungen über Blatta haben als Grundlage

1) Es lässt sich eine gewisse Aehnlichkeit dieser beschriebenen Structur des Lobus olfactorius mit der bei Wirbelthieren, z. B. der Maus, im Lobus olfactorius vorkommenden Ballen nicht verkennen; die Umhüllung besteht aber dort aus Kernen.

2) Die Speicheldrüsen von Periplaneta orientalis und ihr Nervenapparat. Beiträge z. Anat. u. Physiol. C. Ludwig gewidmet von seinen Schülern. 1875. p. 64 ff.

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

ein Material von weit über 2000 Mikrotomschnitten. Es versteht sich von selbst, dass hier nur ein kleiner Theil des unendlich Vielen, was über Verlauf der Fasern etc. an denselben zu erkennen ist, wiedergegeben werden kann, und dass zur vollständigen Durcharbeitung desselben und Darstellung der Details nur dieses einen Gehirns ein bedeutender Aufwand von Zeit und Mühe gehören wird.

Hymenoptera.

Ueber das Gehirn der gesellig lebenden Hymenopteren besitzen wir bekanntlich schon verschiedene Untersuchungen. Die gründlichste und noch eigentlich unübertroffen dastehende ist die von Leydig (a. a. O.), während in einigen Puncten Rabl-Rückhard [1]) über Leydig's Ergebnisse bezüglich des Ameisengehirns hinausgekommen ist.

Wenn ich absehe von der Feststellung des gröberen Gehirnbaues, den ich bei dieser Mittheilung in den Vordergrund gestellt habe, so muss ich nach den bisherigen Erfahrungen sagen, dass das Hymenopterengehirn ein sehr ungünstiges Object für feinere Studien ist. Zellen und Fasern sind selbst bei den grössten Formen (Vespa Crabro) immer noch sehr zart; dazu kommt eine ausserordentliche Complicirtheit des Faserverlaufs, so dass man, auch bei Zerlegung eines Gehirns in 80—100 Schnitte, stets über viele Puncte noch im Unklaren bleibt.

1) Ameise. Ich gebe hier einen Durchschnitt durch das Gehirn von Formica rufa, welcher ziemlich genau der Stelle entspricht, an welcher der photographirte Durchschnitt des Schabengehirns liegt (Fig. 2). An demselben erkennt man die homologen Stücke sogleich ohne Schwierigkeit (vgl. die Figuren-Erklärung). Die Zusammensetzung des Ameisengehirns ist eigentlich genau dieselbe, wie die des Blatta-Gehirns, nur bilden sich einzelne Stücke stärker aus, während andere bedeutend zurücktreten. Betrachten wir von diesem Gesichtspunct aus das Formicagehirn etwas genauer.

Ausser einer Reihe mehr oder weniger gelungener Präparate besitze ich von Formica rufa ein Gehirn in 83 Frontalschnitten (à 7,3 μ), die fast absolut genau senkrecht zur Mittellinie verlaufen, und deshalb ein überraschend schönes Bild von der Regelmässigkeit des Baues und der Symmetrie beider Gehirnhälften geben. Der Schnitt Nr. 31 ist der photographirte. Der Centralkörper besteht bei Formica ebenfalls aus 2 über einander liegenden Hälften; im Ganzen ist seine Gestalt hochgewölbt, so dass die obere Hälfte fast wie eine Mondsichel erscheint. Die beiden Balken sind sehr dick und stossen in der Mittel-

1) Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1875. p. 480.

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

linie in beträchtlicher Strecke gegen einander in einer leeren Balkennaht (in dem erwähnten Gehirn reicht diese Naht von Schnitt 25 bis 52, also 204 μ). An dem äusseren Ende jedes Balkens setzt sich ziemlich unter rechtem Winkel das Vorderhorn an, ein cylindrischer, horizontal verlaufender Stab, der an der Vorderfläche des Gehirns stumpf endigt, ohne wie bei Blatta gebogen emporzusteigen. Das Vorderhorn wurde schon von Leydig gesehen[1]) und als ein riesiger Kern beschrieben, der die Anfänge der Commissuren darstellen soll[2]). Es zeigt stets eine eigenthümliche Differenzirung, indem man (in optischen wie in wirklichen Querschnitten) durch eine ziemlich schnurgerade, beinahe horizontale Linie eine obere grössere Hälfte abgegrenzt sieht; die untere kleinere Hälfte weist dann noch 1—2 mit der ersteren parallele Theilungen auf. Die Hinteräste sind, wie die Figur ergiebt, kaum gegen den Balken durch ein Knie abgesetzt. An dieser Stelle findet sich aber eine sehr characteristische Durchflechtung verschiedener Faserbündel aus den hinteren und vorderen Theilen der Becher. Ich habe diese Gegend deshalb das Wurzelgeflecht benannt. Wie im Genaueren diese Durchflechtung zu Stande kommt, ist nicht leicht zu ermitteln; es scheint, dass dort die Becherfasern sich theilen in solche, die in das Vorderhorn und in solche, die in den Balken eintreten, so dass demnach jedes dieser Stücke von jedem Theile der Becher Fasern bezieht. Die Becher selbst sind, mit Blatta verglichen, etwas massiger; am auffälligsten ist zunächst die Aufwulstung ihrer Ränder, dann aber auch die (obgleich sehr regelmässige und symmetrische) Verbiegung derselben, die schon den älteren Beobachtern aufgefallen ist. Lobus opticus und Lobus olfactorius zeigen keine erheblichen Unterschiede; bezüglich des letzteren ist nur zu erwähnen, dass er in dem photographirten Schnitt nur im hintersten Theile getroffen ist, während er in Schnitten durch seine Mitte (Nr. 18—24) natürlich viel massiger auftritt. Die umhüllenden Faserzüge sind ein Object, das nur an den gelungensten Präparaten und mit den stärksten Vergrösserungen studirt werden kann; Auseinandersetzungen dieser Details muss ich mir für spätere ausführliche Arbeiten aufbewahren. Nur mag erwähnt werden, dass es gelingt, nach der Lage der uns jetzt bekannten gröberen Theile des Gehirns verschiedene als die Homologa des Blattagehirns nachzuweisen. Auch ist bemerkenswerth, dass ungefähr in der Gegend, die man in den Frontalschnitten mit der Mitte des Vorderhorns zugleich übersieht (also in dem mehrgedachten Exemplar z. B. in den Nrn. 17—21) die Fasern alle circulär um das Vorder-

1) l. c. Taf. VIII, Fig. 4 *E*. 2) l. c. p. 236, 237.

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

horn verlaufen. Dieser Umstand trägt nicht wenig dazu bei, die Leydig'sche Vorstellung von einem riesigen Kern jeder Hemisphäre zu erwecken, zumal da auch das Vorderhorn selbst in dieser Umwickelung ganz frei liegt und bei der geringsten Schrumpfung sich daher allseitig von derselben zurückzieht. Unter den Ganglienzellen des Gehirns unterscheidet man: die kleinen Füll- und Randzellen der Becher, die viel grösseren oberhalb des Centralkörpers parallel dem Sulcus longitudinalis, die Bekleidungszellen der Lobi von verschiedener Grösse etc.

Noch bemerke ich, dass die Leydig'sche Darstellung von dem Eintritt der Punctaugen-Nerven in das Gehirn nicht ganz richtig ist. Er sagt nämlich[1]), dass diese Nerven aus den Bechern entspringen. Sie laufen indess nahe dem Sulcus an der Becherwand vorbei in die Tiefe bis anscheinend nahe zum Centralkörper, wo ich sie nicht weiter verfolgen kann.

Andere Species von Ameisen, von denen mir ein grosses seit Jahren angesammeltes Material zur Verfügung steht, namentlich Lasius fuliginosus und niger zeigen wegen zunehmender Kleinheit der Theile Alles undeutlicher. Einige Modificationen treten auch bei ♂ und ♀ hervor (vorstehende Beschreibung ist nach ☿ entworfen), die vorläufig unerörtert bleiben müssen.

2) Pompilus viaticus hat ein Gehirn, welches sich kaum von dem Formica-Gehirn unterscheiden lässt. Allenfalls kann man sagen, dass die 4 Becher relativ kleiner, der Centralkörper grösser ist.

3) Biene und Hummel. Steigen wir einen Schritt höher auf der Stufenleiter der Gehirnausbildung, so finden wir bei der Biene, wie seit Leydig's Forschungen bekannt, die Hauptstücke des Ameisengehirns zwar wieder[2]), allein hier sind es wiederum die Becher, welche durch gewaltige Grössenzunahme zunächst unsere Aufmerksamkeit erregen. Ausser einer weiter gehenden Verzerrung des Randes zeigen sie an gewissen Stellen der Innenfläche sehr zahlreiche zapfenartige Fortsätze, welche mit der Einstrahlung der unzähligen Fasern in die Bechermasse zusammenzuhängen scheinen. Eine besonders complicirte Einrichtung hat das Wurzelgeflecht; war es schon bei der Ameise nicht leicht, aus den Schnitten den Bau wieder in der Vorstellung zu combiniren, so ist dies hier noch weit schwerer. Bedeutend entwickelt ist das Vorderhorn: ein horizontaler gerader Cylinder, dessen Querschnitt ein etwas unregelmässiges Oval ist; der lange

1) Vom Bau etc. p. 237, Tafeln etc. VIII, Fig. 4 *H*.

2) Den Zusammenhang des Gerüstes mit den Bechern hat Dietl (l. c. p. 499 erkannt.

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

Durchmesser von etwa 230 μ steht senkrecht, der kurze, etwa 190 μ, horizontal; oben ist das Oval breiter. (Dietl nennt die Vorderhörner »äussere Stiele«, l. c. p. 495 und Fig. 1, 3, 4 *a St*, die Balken »innere Stiele«, Fig. 1, 5.) Die Balkennaht präsentirt sich anders als bei Formica; die beiden etwas zugespitzten Enden der Balken berühren sich nur auf einer kurzen Strecke. Die Becherränder sind, wie ich gegen Dietl (l. c. p. 497) behaupte, gerade wie bei der Ameise, mit einer dünnen Lage Ganglienzellen bekleidet. Leydig irrt sich, wenn er[1]) behauptet, die Tracheenblasen begrenzen die Nervenmasse; es giebt allerdings ein feines Neurilemm, welches auch Dietl[2]) entgangen zu sein scheint.

Bombus lapidarius verhält sich fast genau so. Der Querschnitt des Vorderhorns ist (übrigens nur nach einem einzigen günstigen Präparat beurtheilt) ein Oval, dessen langer Durchmesser, 220 μ, beinahe horizontal (etwas schief von aussen und unten, nach innen und oben) liegt, während der kurze 150 μ beträgt.

4) Vespa. Es ist überraschend zu sehen, dass bei Vespa das Gehirn nicht nach dem Typus des Bienengehirns angelegt ist; nach dem augenblicklichen Stande unserer Kenntniss von der Einrichtung dieser Gehirne halte ich es sogar für recht schwierig, die homologen Theile des Apisgehirns hier wieder zu finden. Bei Vespa vulgaris und Vespa Crabro sind die 4 Becher riesig entwickelt, mit sehr vielen Zapfen an der Innenfläche; die Füllzellen nichts destoweniger sehr klein und in unzählbarer Menge vorhanden. Die Becher kann man als doppelt gerandet bezeichnen. Das Becherpaar jeder Hemisphäre hat einen colossalen Untersatz (mit sehr verwickelter Faserstructur), den ich einstweilen nur als die gewaltig entwickelten Zweige des Hinterastes nebst dem Wurzelgeflecht ansprechen kann. Abwärts verschmächtigt sich dieser Untersatz sehr rasch (neben der Spitze des Centralkörpers hat er nur noch $^1/_4$ seiner früheren Dicke) und spitzt sich sogar kegelförmig zu, ohne in Gestalt eines Balkens die Medianlinie zu erreichen. Dagegen zweigt sich nun von dieser Spitze ein horizontal nach vorn ziehender dünner Faserzug ab, den ich für das Vorderhorn halte. Dieses Vorderhorn besteht aber nicht aus einer Substanz, wie ich sie für Blatta beschrieben, und wie sie bei Formica, Apis etc. wiederkehrt, erinnert auch nicht einmal an die dortige Form, sondern es zeigt sich vielmehr als ein kleiner stielrunder Cylinder, der auf dem Querschnitt aus wenigen grobdrähtigen Fasern zusammenge-

1) Vom Bau des thier. Körpers. I, p. 216.
2) l. c. p. 495.

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

setzt erscheint und nur durchgängig 70 μ Durchmesser hat. Weiter nach vorn (es ist beispielsweise durch etwa 20 frontale Schnitte à 7,3 μ Dicke zu verfolgen) mischen sich diesen Fasern viele Zellkerne bei und dann verschmilzt das Horn mit der an der Vorderfläche des Gehirns liegenden Ganglienzellenmasse. Der Centralkörper bietet keine Besonderheiten; er ist hochgewölbt wie bei Formica, auch in sagittaler Richtung verhältnissmässig ausgedehnt (16 Frontalschnitte à 7,3 μ zeigen ihn). Lobus olfactorius mit den Geruchskörpern sind nicht von denen der anderen erwähnten Hymenopteren verschieden. Balken und Balkennaht scheinen also bei Vespa völlig zu fehlen.

Da die vorstehenden Mittheilungen über Vespa nicht auf flüchtige Untersuchungen, sondern auf gute beweiskräftige zahlreiche Schnittpräparate sich stützen, so muss ich für Vespa einen eignen Typus des Gehirnbaues statuiren, welcher sich von dem Typus des Bienen- und Ameisengehirns auffallenderweise weiter entfernt als der letztere von dem Blattagehirn. So weit ich bis jetzt übersehen kann, bildet dieser Vespatypus das Endglied einer Entwicklungsreihe, die durch Formica, Apis, Bombus und vielleicht noch andere verbindende Formen geht.

5) Ichneumoniden. Früher behauptete man bekanntlich, nur das Gehirn der gesellig-lebenden Hymenopteren zeige die nun so eingehend beschriebenen Eigenthümlichkeiten; es lag daher sehr nahe, die stachellosen Mitglieder dieser Ordnung hierauf zunächst zu untersuchen. Meine Arbeiten sind hier freilich nur cursorisch gewesen, allein sie ergaben doch so viel, dass bei den Ichneumoniden unzweifelhaft derselbe Bauplan besteht, den wir für Formica kennen gelernt haben.

Von den echten Ichneumoniden habe ich eine hier häufige, wahrscheinlich zu Cryptus gehörige Art eingehender untersucht. Das Gehirn — in 55 Frontalschnitte aufgelöst — zeigt die 4 Becher in sehr eleganter Form, sogar mit Randaufwulstung; ebenso Centralkörper, Balken und Vorderhorn, wie bei Formica, letzteres umwunden von schönen circulären Zügen, die Naht sehr ausgedehnt, durchaus plan und mit einer zarten Linie (wie einem Membranquerschnitt) erfüllt; die Lobi olfactorii mit ungemein zahlreichen Geruchskörpern erfüllt. Eine Eigenthümlichkeit, die auf den ersten Blick etwas verwirren kann, ist, dass die seitlichen Becher viel weiter nach hinten gerückt sind, als das innere Paar; man kann sie deshalb auf einem Schnitt nicht alle 4 zugleich übersehen.

Auch die Ichneumonidae ascitae machen keine Ausnahme. Ich kenne übrigens nur von einer der Gattung Bracon angehörenden

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

Species das kleine Gehirn, welches durchsichtig gemacht und in toto untersucht, aufs Schönste die 4 Becher erkennen lässt. Hier stehen die beiden äusseren aber beinahe gerade hinter den inneren, so dass man sie ohne Kenntniss der anderen Gehirne ebenso gut als vorderes und hinteres Becherpaar bezeichnen würde.

6) Nehmen wir den Typus, welcher deutliche, obwohl kleiner werdende Becher zu seiner Characteristik zählt, als mit den Ichneumoniden eine Reihe beendigend an, so geht wahrscheinlich eine andere Reihe durch die Blattwespen. Hier hätte ich meiner Arbeit gern eine grössere Vollständigkeit gegeben, kann aber wegen Mangels an Material vorläufig nur über Tenthredo ribis berichten. Dieses Thier hat ganz rudimentäre Becher, nicht anders, als wir im Verlaufe gegenwärtiger Zeilen für Käfer und Schmetterlinge kennen lernen werden. Die beiden deutlichen Balken stossen mit spitzen Enden gegen einander, und lassen eine weite Naht zwischen sich. Centralkörper ist deutlich, das Vorderhorn cylindrisch wie bei Formica. Im Ganzen muss man sagen, dass dies Gehirn dem Formicagehirn bei weitem nicht so nahe steht, als das Blattagehirn.

7) Auch in den Gallwespen habe ich mich versucht. Die Gehirne sind so klein, dass ich keins völlig unverletzt isoliren konnte; ich habe deshalb unausgefärbte Puppenköpfe in toto der Untersuchung unterzogen. Dabei liessen sich — bei Cynips quercus folii — wenigstens die Balken mit deutlicher schmaler Naht, der Centralkörper und der Hinterast erkennen; die Becher scheinen sehr rudimentär zu sein.

Bei den Hymenopteren habe ich auch Manches über die Entwicklung der Gehirntheile ermittelt. Die Bienenlarven[1]) haben in dem Alter, wo sich das Augenpigment zu bilden angefangen hat, in ihrem Gehirn die 4 Becher noch als recht kleine, an ihrer Lage aber leicht kenntliche Zellmassen, in deren Inneren man die Becherwandung schon wahrnimmt. Diese Wand ist aber sehr dünn und ohne Spur einer Randaufwulstung, vielmehr läuft der Rand scharf aus (wie bei Blatta). Man erkennt aufs Beste die strahlenartige Anordnung der zahllosen, in der Richtung der Strahlung verlängerten Zellen, was beim erwachsenen Thier, wo alle Zellen wieder rund sind, beinahe gar nicht mehr zu sehen ist. Hinterast und Balken stehen der definitiven Grösse viel näher, als das noch sehr dünne Vorderhorn (120 μ dick).

Von Ameisenlarven und Puppen habe ich vorzugsweise Lasius niger untersucht. Bei den Puppen erfährt man nicht viel, da alle Theile sich schon der definitiven Gestalt nähern, wenigstens alle vor-

1) Ich verdanke das Material der Güte des Hrn. Professor Hensen in Kiel.

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

handen sind. Eine Larve dagegen, von der ich den durchsichtig gemachten Kopf aufbewahre, lässt erkennen, dass Balken, Hinterast und Vorderhorn in dem übrigens eine ansehnliche Grösse besitzenden Gehirn ganz dünne Cylinder sind, wobei die Balkenenden noch weit von einander entfernt bleiben; die Naht ist durch Zellen ausgefüllt. Centralkörper sehr flach; die Becher eigentlich mehr flache Mulden oder Schalen mit scharfen Rändern und höchst characteristischer Anordnung der Zellen, die nur durch Zeichnungen zu versinnlichen wäre. Ein noch weit jüngeres Larvenstadium zeigt an Stelle der Becher vier symmetrisch gelegene Kugeln von viel geringerer Grösse (ob Zellen oder was sonst, kann ich bei der angewandten Färbung nicht bestimmt sagen); von den anderen Stücken sehe ich nichts [1]).

Aus Allem geht so viel hervor, dass die Becher verhältnissmässig spät angelegt und ausgebildet werden, und es scheint, dass die Ausläufer aus den Füllzellen die Hinteräste, Balken und Vorderhorn anlegen, diese Theile also wahrscheinlich nicht durch Verschmelzen von dort gelegenen Zellen entstehen, sondern durch Hineinwachsen jener Ausläuferbündel. Den Beweis für diese, sich beim Studium sowohl der Entwicklungsgeschichte als der fertigen Zustände aufdrängende Ansicht wird man an grösseren Gehirnen durch die Schnittmethode suchen müssen; einstweilen ist sie blos eine Meinung.

Orthoptera (mit Ausschluss von Blatta).

Dem bereits durch Dietl für Gryllotalpa und Acheta bekannt Gewordenen kann ich hier nur meine Ergebnisse bezüglich Forficula auricularia beifügen. Bei einer Acridiumspecies habe ich, trotz mehrfacher Versuche keine ganz brauchbaren Präparate erzielt.

Von Forficula besitze ich mehrere Schnittserien, z. Th. in sehr schönen Präparaten. Ein Gehirn in 45 Frontalschnitten ist besonders lehrreich geworden und habe ich einen Schnitt aus dem Mittelraum als Photogramm No. 3 beigegeben. Wir finden hier mit Leichtigkeit alle Theile des Blattagehirns zusammen, worüber ich auf die Figuren-Erklärung verweise. Aber ein sehr wesentlicher Unterschied stellt sich auf den ersten Blick bei den Bechern heraus. Der Hinterast begiebt sich freilich ebenso nach oben und hinten; indess giebt es hier nicht 4, sondern nur 2 Körper, welche als die verschmolzenen Becher angesehen werden müssen. Sie sind nicht mehr becherförmig, son-

1) Das obere Schlundganglion hängt in diesem Stadium nicht mit dem unteren zusammen, was mir wenig für die Hypothese, dass das obere durch Umwachsen des Schlundes von dem unteren aus entstehe, zu sprechen scheint.

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

dern stellen sich als rundliche Massen dar, von allen Seiten bekleidet mit sehr kleinen Ganglienzellen. (Bei genauem Zusehen findet man aber doch seichte Vertiefungen.) Damit haben wir eine Vereinfachung dieses Gehirntheils, die uns später noch weiter beschäftigen wird. Dietl nennt das Gebilde bei Gryllotalpa »pilzhutförmige Haube«, Fig. 8 *P*, womit es auch hier sehr gut bezeichnet wäre. Schwieriger verständlich ist das Vorderhorn, dessen complicirte Bildung nur begriffen werden könnte, wenn ich die ganze Reihe der durch dasselbe gelegten Schnitte gezeichnet hätte. Um wenigstens die Hauptsachen über den Verlauf desselben mitzutheilen, beschreibe ich von demjenigen Exemplar, welches die gelungensten Schnitte geliefert, Einiges über das Aussehen dieses Gehirntheils. Der Orientirung wegen sei bemerkt, dass Schnitt No. 1 nur das Neurilemm der Vorderfläche streift, während in No. 44 die letzten Spuren der Hinterfläche des Gehirns vorkommen; jeder Schnitt ist 7,3 μ dick. Die Schnitte No. 21—29 gehen durch den Centralkörper; No. 21 ist der photographirte. In diesem ist schon die Verbindung des Hinterastes mit Balken und Vorderhorn nicht mehr getroffen; diese liegt nämlich in den Schnitten 19—22. Gehen wir nun von diesem Puncte nach vorn dem Verlauf des Vorderhorns nach, so sehen wir, dass es, wie auch der Balken, aus einem oberen und einem unteren Theile besteht. In No. 15 erscheint das Gebilde wie ein umgekehrter Hammer, dessen Stiel nach oben gerichtet ist; unterhalb des Hammers, welcher den oberen Theil des Vorderhorns darstellt, liegt ein Blatt, welches sich direct in die untere Balkenhälfte fortsetzt. Dieses untere Blatt des Vorderhorns verschwindet vorn zuerst, nämlich in No. 13; während der obere hammerförmige Theil in No. 12—14 ziemlich genau so aussieht wie bei Blatta, nämlich den Hörnern eines Stierkopfs ähnlich. In No. 9 endigt dieser obere Theil des Vorderhorns blind. Ueber den Balken ist noch zu bemerken, dass die inneren in der Naht gegen einander gekehrten Enden bedeutend angeschwollen sind, und dass die Balkennaht keine Zellen führt. Von den Faserzügen in der umhüllenden Fasermasse lassen sich, wie eine vorläufige Untersuchung ergeben hat, verschiedene als die Homologa der Blatta erkennen; doch würden weitere Anführungen über den gegenwärtigen Zweck hinausgehen.

Wie ich aus Acridium abnehme, sind bei diesen Thieren Zellen und Fasern besonders gross und laden diese Objecte sehr zu weiteren Untersuchungen ein; ich bedauere um so mehr, hier nichts Wesentliches mittheilen zu können.

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

Lepidoptera.

In meiner ersten Mittheilung konnte ich nur sehr unvollständig über den Bau des Schmetterlingsgehirns berichten. Gegenwärtig liegen mir meistentheils sehr gelungene Schnittserien vor von Cossus ligniperda, Sphinx Ligustri, Vanessa polychloros im Imagozustande, ferner von den Raupen einer Euprepia, Pontia brassicae, einer nicht bestimmten Noctuine und Sphinx Ligustri, endlich von den Puppen von Saturnia Carpini und Sphinx Ligustri. Damit lässt sich nun zuvörderst der Nachweis führen, dass das Gehirn der Schmetterlinge dem der Orthopteren sehr nahe steht, in den wesentlichsten Theilen sogar näher als das der Käfer.

Ich beginne mit einer etwas detaillirteren Beschreibung von Cossus ligniperda (Imago). Das Gehirn wurde in 120 frontale Schnitte zerlegt, von denen ich 3 aus dem Mittelraum photographirt habe. Zur Orientirung sei bemerkt, dass die ersten 20 Schnitte fast blos die Lobi olfactorii und Lobi optici treffen; von Nr. 21 beginnt der Zusammenhang der Hemisphären; Nr. 55—68 gehen durch den Centralkörper; von Nr. 65 an wird auch das untere Schlundganglion getroffen; Nr. 68—89 gehen durch die 4 Becher; mit Nr. 101 hören die Hemisphären auf; der Rest trifft die Schlundcommissuren und das untere Ganglion. Alle Schnitte sind 7,3 μ dick. Die Photogramme geben die Nr. 65, 68 und 79.

Auf den ersten Blick sieht man in den Schnitten 75 bis 85 schöne Becher, deren Homologie mit den Bechern des Schabengehirns gar nicht zu verkennen ist. Allerdings sind sie sehr viel kleiner; aber sie haben hier noch die vollkommene Becherform, ungefähr so wie im jugendlichen Ameisengehirn. Die Wand ist dick, die Höhlung nicht bedeutend, die Zahl der Zellen gering. Eine kleine Verschiebung der beiden äusseren gegen die beiden inneren Becher nach hinten ist auch hier nachweisbar. Es ist nämlich die grösste Tiefe (der Grund) der beiden inneren Becher im Schnitt 76, die grösste Tiefe der äusseren im Schnitt 80 wahrzunehmen. In Schnitt 76 und 77 sieht man zugleich den Ursprung der Hinteräste aus den Bechern. Die beiden Aeste fliessen dann sogleich zusammen und gehen nun als gemeinsamer Hinterast nach vorn. In dem Photogramm des Schnitts 68 erkennt man diesen verschmolzenen Hinterast gerade unterhalb der vordersten Theile der Becher.

Den Schnitt 65 theile ich deshalb mit, weil er sehr elegant das Vorhandensein eines Centralkörpers beweist. Bei genauem Zusehen ist auch die horizontale Theilung desselben nachweisbar. Die

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

weiteren Details dieser Gegend zu schildern, wäre ohne Beigabe zahlreicher Abbildungen ganz vergebliche Mühe. Jedermann findet aber leicht unterhalb des Centralkörpers auch die beiden Hinterenden des Balkens.

Nach vorn werden diese bedeutend dicker; ebenso schwillt der Hinterast mehr an. Erst im Schnitt 46 erfolgt die Vereinigung beider: das uns von der Schabe her bekannte Knie, von dem aus zugleich nach vorn das Vorderhorn abgeht. Dieses offenbart nun höchst verwickelte Verhältnisse; wahrscheinlich sind es mehrere Aeste, die in den Schnitten 29 und 28 an der Vorderfläche des Gehirns aufhören. Das Vorderhorn dieses Schmetterlings hat keine äussere Aehnlichkeit mit dem der Blatta; aber wir fanden schon bei Forficula einen Anlauf zu einer weiteren Differenzirung dieses Gebildes.

Zum Schluss erwähne ich noch, dass der Lobus olfactorius bei Cossus ungemein stark ausgebildet ist. Die einzelnen Geruchskörper sind sehr gross, bekleiden aber hier vorzugsweise die Peripherie, während das Centrum von einer schwer entwirrbaren Fasermasse erfüllt ist.

Das ganze beim Blattagehirn so sehr in die Augen springende Gerüst (Balken, Vorderhorn, Hinteräste und Becher) tritt also in dem Cossusgehirn stark zurück gegen die grosse Masse der umhüllenden Faserzüge. Diese zeigen aber hier eine so grosse Mannigfaltigkeit und dabei so strenge Symmetrie, dass man nach Ansicht eines einzigen Schnittes kaum noch an die Leydig'sche Punctsubstanz denken wird. In der That ist diese auch hier auf einige wenige Stellen beschränkt, an denen sich mit Sicherheit eine Faserstructur nicht nachweisen lässt, alles Uebrige besteht aus wohlgeordneten Faserzügen.

Der Erhaltungszustand meines Cossusgehirns ist mittlerweile ein so vorzüglicher, dass man an den Photographieen und aus den oben angegebenen Schnittnummern unbedenklich die Distanzen einzelner Bestandtheile abmessen, beziehungsweise berechnen kann, was bei künftigen Untersuchungen, namentlich wenn Jemand das Gehirn in horizontalen oder sagittalen Schnittreihen studiren will, für die Vorstellung der räumlichen Lage nicht ohne Wichtigkeit sein dürfte.

Ueber das Gehirn von Sphinx Ligustri, welches mir in 100 Schnitten vorliegt, sei hier bemerkt, dass es sich im Grundplan dem Cossusgehirn anschliesst. Das Vorderhorn ist ebenso complicirt gebaut; die Hinteräste sind sehr deutlich und in den frontalen Schnitten beiläufig 50 μ breit. Centralkörper und Lobus olfactorius sind wie bei Cossus. Die Becher, schön ausgebildet, präsentiren sich auf den Schnitten fast wie Blumenvasen, aus deren Grunde man zahlreiche Fasern aufsteigen sieht, die zu den Zellen verlaufen. Jeder Becher

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

enthält auf dem Schnitt 50—60 Zellen, und es scheint, dass eine Differenzirung derselben in Grundzellen und Wandzellen auch hier angedeutet ist.

Ebenso hat Vanessa polychloros Centralkörper, Vorderhorn, Hinteräste und Becher; ich vermag jedoch an den Horizontalschnitten dieses Gehirns nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob es 4 Becher oder nur 2 besitzt. Letzteres ist wahrscheinlicher; in jedem erkennt man aber 2 Bündel, die weiter abwärts nicht mehr getrennt verlaufen. Im Uebrigen sind sowohl die Zellen als die Fasern hier sehr viel feiner, als bei den genannten grossen Nacht- und Dämmerungsfaltern und deshalb wenig zum weiteren Studium zu empfehlen.

Das kleine Gehirn von Cheimatobia brumata, welches ich in 30 nicht sonderlich beweiskräftigen Schnittpräparaten vor mir habe, lässt wenigstens so viel erkennen, dass auch hier ein Centralkörper und ein hoch ausgebildeter Lobus olfactorius vorhanden sind. Die Becher scheinen auf jeder Seite zu einem einzigen verschmolzen zu sein; demnach wieder eine Annäherung an die Orthopteren. Aber die beiden Hinteräste entspringen doch auch hier in gesonderten Abschnitten derselben und vereinigen sich ebenfalls gleich unterhalb des Bechers.

Ein besonderes Interesse gewährt es, das Gehirn der Raupen mit dem des ausgebildeten Insects zu vergleichen. Es erwächst jedoch hierbei sogleich die bedeutende Schwierigkeit, dass in dem ersteren einige Stücke entweder gar nicht ausgebildet sind oder in so winziger Grösse auftreten, dass man sie leicht übersieht. So ist es mir z. B. noch nicht geglückt, Geruchskörper in dem überhaupt winzigen Lobus olfactorius zu finden. Der ganze Lobus opticus des Imagogehirns liegt meiner Ansicht nach im Innern des Raupengehirns. Denn benutze ich die uns nun schon hinreichend bekannten Stücke als Anhaltspuncte, so kann ich zu keinem anderen Resultate kommen.

Die Raupe von Sphinx Ligustri besitzt ein verhältnissmässig recht grosses Gehirn, welches ich in 75 Frontalschnitte à 7,3 μ Dicke zu zerlegen vermochte. (Von Nr. 7 an schliessen sich beide Hemisphären in der Medianlinie, mit Nr. 60 hört diese Verbindung wieder auf.) Etwa in Nr. 16, von vorn an gerechnet, beginnt jederseits der Querschnitt eines Faserzuges mit beiläufig 30 μ Dicke; derselbe zieht durch mehrere Schnitte horizontal nach hinten und documentirt sich durch sein weiteres Verhalten als das hier noch völlig einfache Vorderhorn. In Nr. 28—30 sieht man sodann das bekannte Knie, von dem nach oben und hinten ein noch sehr dünner Hinterast, nach innen ein ebenfalls sehr schmächtiger Balken abgeht. Der Hinterast verläuft zu einem einzigen Becher, den er in 2 Strängen durchsetzt, um oberseits

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

in 2 Zellencomplexen zu endigen. Nur die Schnitte 31—33 zeigen dies Verhalten. In derselben Gegend bemerkt man nun auch den sehr unentwickelten Centralkörper als eine schmale Querleiste, deren Höhe kaum $^1/_8$ der Länge beträgt. Unterhalb dieses nur in den Schnitten bis 40 wahrnehmbaren Körpers sieht man die Balkenenden mit weit klaffender und durch Zellen ausgefüllter Naht. — Soweit liesse sich in diesem Gehirn schon zurecht finden. Aber nun gewahrt man nach aussen von diesen Stücken eine sehr grosse Anzahl regelmässig angeordneter Zellen, welche in ihrer Gesammtheit zwei concentrische in einander gelegte halbe Hohlkugeln von sehr verschiedenem Radius bilden und meiner Ansicht nach nur als der Lobus opticus des Schmetterlings gedeutet werden können. Eine fernere Schwierigkeit bei dem Verständniss dieses Gehirns bildet eine sehr dicke Lage (von fast $^1/_5$ der ganzen Höhe des Gehirns) schwammiger Zellen, welche ausserhalb der Becher und jener vermeintlicher Lobi optici befindlich und durch einen Hohlraum von ihnen getrennt ist. Ich halte sie für die das Neurilemm des Schmetterlings bildenden Zellen, oder für Zellen, welche während der Histolyse im Puppenzustande abgestossen werden. Das Neurilemm des Raupengehirns umschliesst als dünne Haut das Ganze, zeigt einen nur wenig vertieften Sulcus longitudinalis und besitzt seine eigenen Bildungszellen. Das Neurilemm des Schmetterlings (s. Photogramm 12) ist aber eine sehr dicke mit Tracheen und Vacuolen (?) durchzogene Haut, die stellenweise die Form eines eigenen Gewebes annimmt. Von dem Sulcus geht eine bindegewebeartige Lamelle tief hinunter ins Gehirn, und bewirkt, dass die beiden Hemisphären bezüglich ihrer nervösen Elemente nur auf einer sehr kleinen Stelle durch Commissurenfasern und den Centralkörper verbunden sind. — Die Raupe, der dies Gehirn entnommen ist, befand sich wahrscheinlich nahe vor dem Verpuppen.

Kleinere Raupen sind zur Aufklärung der Entwicklungsgeschichte des Gehirns kaum brauchbar. In dem Gehirn der Raupe von Pontia brassicae vermag ich wohl eine kleine kugelige Masse zu erkennen, welche ihrer Lage nach die Becher vorstellen muss; allein vom Centralkörper und dem Gerüst sehe ich in meinen Präparaten keine Spur. Das Gehirn einer Euprepia-Raupe lässt ausser jener rundlichen Bechermasse wenigstens einen deutlichen Hinterast und ein Vorderhorn erkennen. Endlich sehe ich bei einer — den Noctuinen angehörigen, aber nicht näher bestimmten — Raupe (das Gehirn wurde in 62 leider etwas schief verlaufende Frontalschnitte zerlegt) nicht blos in jeder Hemisphäre einen deutlichen grossen Becher, sondern auch die seine Substanz in zwei gesonderten Zügen durchsetzenden Fasermassen,

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

welche sich sogleich unterhalb des Bechers zu dem Hinterast vereinigen; ferner einen grossen Balken, einen sehr flachen Centralkörper und endlich ein in 2 Aeste gespaltenes Vorderhorn, dessen beide Enden über einander an der Vorderfläche des Gehirns liegen. Viel weniger treten aber die bei Sphinx Ligustri so stark in die Augen springenden seitlichen halbkugelschaligen Zellmassen, die ich für den Lobus opticus erkläre, hier hervor; vielleicht war die Raupe der Verpuppung nicht so nahe.

Endlich seien hier die vorläufigen Resultate der Untersuchungen von Puppengehirnen erwähnt. Saturnia Carpini habe ich in einem Stadium vor mir, dessen Alter danach beurtheilt werden muss, dass die Raupe sich in der ersten Hälfte August d. J. eingesponnen hat und dass die Puppe, welche sich lebhaft bewegte, am 4. October getödtet wurde. Das Gehirn, in 65 Frontalschnitte auseinandergelegt, zeigt schon alle Theile des Imagogehirns und nahezu in denselben relativen Dimensionen. Der Lobus olfactorius ist sehr gross mit deutlich abgegrenzten Geruchskörpern. Der Lobus opticus, ebenfalls bedeutend vergrössert, ist noch lange nicht zur definitiven Grösse herangewachsen; die Lage seiner Elemente zu den übrigen Theilen des Gehirns zeigt, dass meine Vermuthung, er sei im Raupengehirn vollkommen angelegt, auch hier zutreffen muss. Centralkörper hoch gewölbt, mit vielen Zellen umgeben, von der Form, die wir für Cossus kennen lernten. Vorderhorn complicirt gebaut, mit Hinterast, Balken und den jederseits verschmolzenen Bechern deutlich. Alle Nervenfasern sind ausserordentlich zart, in dem Präparat gleichsam verkleistert, obwohl dessen Erhaltungszustand sonst vortrefflich ist. Am merkwürdigsten ist die schwammige dicke Zellenlage, welche ich vom Sphinxgehirn, als unter dem Neurilemm liegend, erwähnte. Sie ist auch hier von demselben Aussehen; allein das feine Raupenneurilemm ist nur noch stellenweise erhalten; die Zellenlage umgiebt das ganze Imagogehirn und ist durch einen Hohlraum von den Ganglienzellen desselben getrennt, ohne dass aber jetzt ein deutliches Imagoneurilemm vorhanden wäre. Die Ganglienzellen haben vielmehr auf der Aussenseite eine Masse, deren Form für jede Zelle auf dem Schnitt mehr oder weniger halbmondförmig ist und deren Consistenz schleimigweich gewesen zu sein scheint. Diese Substanz färbt sich mit Carmin schwach röthlich und ist vermuthlich das junge Chitin des Neurilemms. Es sieht daher so aus, als ob die äusseren Ganglienzellen dasselbe abschieden, was ich jedoch einstweilen noch bezweifle.

Ein Gehirn der Puppe von Sphinx Ligustri in bedeutend jüngerer Entwicklungsstufe ist, soweit sich trotz einiger Verletzungen noch er-

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

kennen lässt, nicht wesentlich vom Raupengehirn verschieden; nur sehe ich den Lobus opticus und die schwammige Zellenlage unter dem Neurilemm im ganzen Umfange des Gehirns bedeutend vergrössert; letztere misst in der Dicke fast $^1/_4$ der ganzen Höhe des Gehirns; es bleibt also nur der halbe Raum für die zur Nervensubstanz des Imagogehirns bestimmte Portion übrig.

Coleoptera.

Dytiscus marginalis, bereits von Leydig untersucht, bietet in der That ein bequemes Object, um den Bau des Käfergehirns zu erforschen. Ich halte mich daher einstweilen an diese Art, deren Gehirn ich in guten Frontal- und Horizontalschnitten besitze, und lasse es dahin gestellt, ob bei anderen Käfern wesentlich andere Verhältnisse bestehen. Was ich bei Melolontha, Geotrupes stercorarius, mehreren Cantharisarten u. a. gesehen, war wenig einladend zur Anstellung weiterer Untersuchungen; die Fasern und Zellen werden zu klein und ich bezweifle, dass man hier weiter kommt, als bei den grossen Formen. Im groben Bau des Gehirns scheint es aber doch, wie zu erwarten, auch Differenzen zu geben. Dytiscus hat z. Th. recht dicke Nervenfasern und kaum irgendwo, wenn ich Cossus ausnehme, habe ich deutlicher wie hier gesehen, dass die ganze sog. Punctsubstanz des Gehirns aus unzähligen Fasern in wohlgeordneten Zügen besteht.

Was uns hier im Augenblick interessirt, das Wiederauffinden homologer Stücke, gelingt bei Dytiscus vorzüglich. Nehme ich z. B. aus meiner Sammlung ein Dytiscusgehirn in 80 (allerdings nicht ganz genau senkrecht zur Mittellinie geführten) Frontalschnitten à 7,3 μ Dicke, so erblicke ich die 4 Becherzellengruppen in den Schnitten von Nr. 17—50 links und von Nr. 21—54 rechts ohne Schwierigkeit (die Ausdehnung derselben von vorn nach hinten gerechnet beträgt also 248 μ). Wer indess die Modificationen des Bechers durch die Schmetterlinge hindurch nicht verfolgt hat, würde sich vielleicht doch nicht leicht bequemen, in jenen 4 Zellgruppen die Becher wieder zu erkennen (um so mehr als Leydig — vom Bau etc. p. 239 — die Meinung ausgesprochen hat, es gäbe hier eine grössere Zahl von Ganglienkugelpacketen, auch anderswo (p. 87) die Beziehungen der Tracheen zu diesen Packeten hervorhebt. Ich bestreite nicht das Vorhandensein der Tracheen, meine aber, dass sie etwas ganz Secundäres sind). Zum besseren Verständniss habe ich den Schnitt 42 dieses Gehirns photographirt. Wenn ich hier noch besonders betone, dass, weil der Schnitt etwas schief läuft, beide Gehirnhälften nicht ganz symmetrisch erscheinen können (die rechte Hälfte liegt weiter nach hinten im Gehirn als die

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

linke), so kann ich im Uebrigen auf die Figurenerklärung Bezug nehmen. Das, was wir früher als Becherwandung, als die eigentliche Bechersubstanz kennen gelernt haben, ist hier nicht einmal mehr im rudimentären Zustande vorhanden. Jede Zellgruppe schickt vielmehr, im Niveau der umhüllenden Fasersubstanz, ihre zahlreichen Ausläufer direct hinunter in die beiden Zweige des Hinterastes. Die Ausläufer sammeln sich auch hier wie bei Blatta, zunächst zu kleinen Bündelchen. Ungefähr 300 Zellen setzen je eine Gruppe in jedem Medianschnitt zusammen; es wird also jede der 4 Gruppen doch beiläufig aus 6000 Zellen zusammengesetzt sein. Schliesslich entsteht aus den vielen Fasern ein recht ansehnlicher Hinterast, der in Frontalschnitten 70 μ breit ist. Derselbe, anfangs senkrecht herabgehend, krümmt sich bald ohne scharfes Knie in die horizontale Richtung um, und wird dann zum Balken, wobei in der Mitte der Krümmung das Vorderhorn, ebenfalls horizontal, nach vorn abgeht. In den Schnitten von beiläufig Nr. 31 an rückwärts verfolgt man das Vorderhorn sehr leicht bis vorn in Nr. 4 links und Nr. 8 rechts, wo es unter dem Neurilemm endigt, und zwar beide Vorderhörner in gleicher Höhe und Distanz von einander, die sie beim Anfange hatten. Auf dem ganzen langen Wege ist sein Querschnitt ein Oval mit liegendem langen Durchmesser (100 μ) und senkrechter kurzer Achse (64 μ). Es ist deutlich concentrisch geschichtet, auch vorn von circulären Faserzügen umgeben wie bei der Ameise. Den Balken verfolgt man rückwärts bis zuletzt in Nr. 54; er ist ebenfalls leicht kenntlich an seiner Dicke (80 μ). Die Balkennaht ist vorn sehr weit und mit vielen kleinen Zellen und Fasern erfüllt; hinten wird sie enger, und von Schnitt 50 an stossen die Balkenenden zusammen, sind aber immer noch durch eine dünne Faserlage getrennt. Die Schnitte 55—67 zeigen im Mittelraum ein sehr ausgedehntes künstliches Commissurensystem. Vom Lobus olfactorius ist nur zu bemerken, dass er sehr klein ist, nichtsdestoweniger aber zahlreiche Geruchskörper enthält, deren Dimensionen ebenfalls gegen die der anderen Käfer (Geotrupes) bedeutend zurücktreten. — Der Lobus opticus ist durch Leydig's Untersuchungen bereits recht genau bekannt. Ueber den Centralkörper habe ich mich schon in meinem Hamburger Vortrage etwas eingehender ausgesprochen.

Hiernach ist alles Gesuchte gefunden. Wenn man übrigens Leydig's Abbildung [1]) vergleicht, so findet man, dass er Manches ebenfalls gesehen hat. So sind die Packete kleiner Zellen (rechts vom Buchstaben *b'*) nichts Anderes als die Becherzellen; *d* der centrale Knoten

1) a. a. O. Taf. IX, Fig. 1.

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

ist mein Centralkörper; vielleicht ist *c* das innere Balkenende. Die Kugeln *b* auf der linken Seite der Figur sind offenbar willkürlich gezeichnet; in der Natur existiren sie nicht.

Meine Untersuchungen über Melolontha vulgaris bedürfen der Wiederholung. Es scheint, dass die 4 Becherzellengruppen im Vergleich zu Dytiscus ganz bedeutend vergrössert sind; Becherwandungen liessen sich nicht erkennen. Dementsprechend sind die beiden Zweige des Hinterastes, wie dieser selbst, sehr massig, während der Balken schmächtiger ist als bei Dytiscus. Das Vorderhorn als cylindrischer Stab schien sich ebenso zu verhalten, wie ich für Dytiscus angegeben.

Allen untersuchten Käfern kommt ein Centralkörper zu.

Neuroptera.

Als Repräsentanten derselben habe ich Aeschna grandis, Aeschna mixta und Libellula depressa untersucht. Wesentliche Unterschiede giebt es in diesen 3 Gehirnen nicht. Auf Aeschna mixta, von dem mir die besten Präparate, eine Reihe von 60 Frontalschnitten à 10,95 μ Dicke, vorliegen, will ich hier etwas näher eingehen, indem ich auf die beigefügte Photographie, Schnitt 14 dieser Reihe, Bezug nehme.

Der Centralkörper, eine grosse hochgewölbte, beiderseits zugespitzte, wie anderswo in zwei Hälften getheilte Masse hat neben sich gerade die Stelle, wo der aus dem Hintertheil des Gehirns kommende sehr dünne Hinterast sich gabelt. Verfolgt man die beiden aus dieser Gabelung hervorgehenden Stücke weiter, so sieht man, dass sie beide nach vorn gehen unter bedeutender Volumzunahme; der eine nach oben und auswärts, der andere nach unten und innen. Da sich nun unterhalb des Centralkörpers sonst kein dem Balken vergleichbares Gebilde findet, so muss der absteigende Ast wohl der Balken, der aufsteigende das Vorderhorn sein. Das Nichtzusammentreffen mit dem Centralkörper hat vielleicht mehr den Grund, dass alle Bestandtheile des Gerüstes in Beziehung zum Oesophagus schiefer gelagert sind; man muss demnach nicht senkrecht zum letzteren, sondern beinahe parallel mit ihm schneiden, um den Zusammenhang des Gerüstes ähnlich wie bei Blatta überblicken zu können. Dass diese Meinung die richtige ist, geht auch daraus hervor, dass ich den Hinterast (in den Schnitten 15—27) als Querschnitt getroffen habe [1]). Diese neue Schnittrichtung habe ich inzwischen noch nicht probirt und kann daher nur mittheilen, dass auf den vorliegenden (eher den Horizontalschnitten

1) Der Leser wird leicht herausfinden, dass das Gesagte eigentlich auch von Cossus gilt.

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

von Blatta parallel zu stellenden) Schnitten der Balken ein breit angeschwollenes Ende besitzt und dass die weite Balkennaht mit Zellen angefüllt ist, während das Vorderhorn einfach bleibt, aber Spuren innerer Differenzirung aufweist (Balken und Vorderhorn endigen vorn in Schnitt 6). Der Hinterast geht zu einer einzigen Gruppe sehr characteristischer Zellen an der Hinterfläche des Gehirns. Wie er selbst durchaus einfach erscheint, so hat auch die Zellgruppe keine Spur von einer Gliederung in zwei Theile, die wir bei Dytiscus noch so deutlich sehen. Die Zellen, in denen natürlich die Becherzellen sofort erkannt werden, sind bedeutend kleiner als die Ganglienzellen der Umgebung, vielleicht nur mit $^1/_{10}$ ihres Volumens; sie schicken ihre feinen Ausläufer alle in den Hinterast, ohne dass auch nur eine Andeutung von einem Becher vorhanden wäre. (Diese Verhältnisse sind an den Schnitten 24—30 zu finden.) Der Lobus opticus zeigt eine so riesenhafte Entwicklung, dass er diese Becherzellen überlagert. Einen Lobus olfactorius mit Geruchskörpern suche ich bis jetzt am Neuropterengehirn vergeblich.

Diptera.

Das Gehirn von Tabanus bovinus ist nach dem Typus des Aeschnagehirns gebaut und muss ebenfalls bei Frontalschnitten die Schnittebene gegen den Oesophagus sehr schief gelegt werden, wenn der Bau verständlich werden soll. Ich verfüge nun zwar nicht über untadelhafte Präparate dieser Bremse; indess lässt meine Serie von 40 Frontalschnitten doch den Zusammenhang ziemlich deutlich überblicken. Der Astwinkel, in dem sich Vorderhorn, Hinterast und Balken scheiden, liegt weiter vorn im Gehirn als der grosse, und, wie oft beschrieben, structurirte Centralkörper. Ein recht kräftiges cylindrisches Vorderhorn zieht nach oben, ist aber nicht weit zu verfolgen. Sein Ende an der Vorderfläche ist mir noch ebenso zweifelhaft, als der weitere Verlauf der Balken, die vielleicht in zwei bei den meisten Fliegen leicht kenntliche, senkrecht unter dem Centralkörper belegene cylindrische Stückchen auslaufen. Der Hinterast dagegen ist leicht bis zu der Gruppe kleiner Zellen an der Hinterfläche des Gehirns zu verfolgen, die hier zu Hunderten liegen und ihre Ausläufer in diesen Hinterast senden, weshalb sie als Becherzellen zu betrachten sind. Es scheint sogar, als wenn es bei diesem Tabanus ein eigentliches Becherrudiment giebt, was wir bei Aeschna bereits vermissten. Die Erkennung der Becherzellengruppe wird übrigens im Vergleich zu Dytiscus und Aeschna dadurch sehr erschwert, dass die Zellen wenig kleiner als die Nachbarganglienzellen sind. Dies Gehirn verspricht bei weiterer eingehender Untersuchnng viel mehr Wesentliches zu ergeben.

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

Bei weitem ungünstigere Objecte sind schon Musca vomitoria und Stomoxys calcitrans; doch erkenne ich — ausser dem stets sehr schön nachweisbaren Centralkörper — immer den Astwinkel und das Vorderhorn deutlich, während die Becherzellen nicht mehr von den umliegenden Gruppen zu trennen waren.

Psila fimetaria, von der ich eine Reihe von 46 schönen Frontalschnitten besitze, hat einen Centralkörper, dessen untere Hälfte bedeutend kleiner ist. Ich füge zur Erläuterung eine Photographie des Schnitts 21 dieser Reihe bei, die dies Verhältniss demonstrirt. Im Uebrigen ist dies Object für eingehendere Studien zu fein.

Für alle untersuchten Dipteren gilt, dass der Lobus olfactorius stark ausgebildet ist und zahlreiche grosse Geruchskörper enthält, die eine besondere Anordnung wie bei den Schmetterlingen, nicht wahrnehmen lassen.

Hemiptera.

So weit ich nach der einzigen untersuchten Art Syromastes marginatus mir ein Urtheil zu bilden vermag, ist das Gehirn der Hemiptera nach einem andern Typus angelegt, als das der bisher behandelten Insectenordnungen.

Aus einer Schnittreihe von 78 Nummern, die nicht ganz senkrecht zur Mittellinie laufen, lasse ich die Nr. 34 in Photogramm mitfolgen, die wenigstens so viel zeigt, dass es einen grossen schön ausgebildeten Centralkörper giebt. Von dem Gerüst sehe ich nichts, was mit Bestimmtheit auf die uns bekannten Theile zurückzuführen wäre und bedarf der Gegenstand weiterer Untersuchung an grösseren Thieren. An der Hinterfläche des Syromastesgehirns liegt in jeder Hemisphäre ein grosser nierenförmiger Körper, von dem aus ein Faserbündel schräg abwärts bis in die Nähe der Centralkörperspitze 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.

Es ist verfrüht, aus dieser Schilderung des Baues einer Anzahl Insectengehirne allgemeine Folgerungen zu ziehen. Nur auf drei Puncte möchte ich am Schlusse aufmerksam machen. Einmal auf das constante Vorkommen des merkwürdigen Centralkörpers bei dem vollkommen ausgebildeten Thier in allen Ordnungen, während er bei der Schmetterlingsraupe beinahe fehlt (aber nicht bei der Hymenopterenlarve!).

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

Man könnte daran denken, dass er mit der Ausbildung der Facettenaugen zu thun habe; irgendwelcher Zusammenhang mit den aus dem Lobus opticus kommenden Faserzügen hat sich aber nirgends nachweisen lassen. — Zweitens ist die Grösse des Lobus olfactorius mit seinen Geruchskörpern bei Insecten mit kleinen, zum Tasten völlig untauglichen Fühlern, aber nachweisbar scharf ausgebildetem Geruchssinn meiner Meinung nach ein vollgültiger Beweis für die Richtigkeit der Leydig'schen Ansicht, dass die Antennen Geruchswerkzeuge sind, was auch immer von anderer Seite dagegen vorgebracht worden sein mag. Denn für einen Schall percipirenden Apparat wird man sie wohl jetzt schwerlich mehr erklären, seitdem man die feinere Structur des Gehörapparats bei den Orthopteren kennt und weiss, dass dazu keine so gebauten Gehirncentren gehören, wie die Lobi olfactorii. — Drittens endlich möchte ich wiederholt auf die sonderbare, so wenig verständliche Thatsache hinweisen, dass bei Insecten, wo die Becher und das Gerüst gerade den Hauptttheil des Gehirns ausmachen, gar kein Zusammenhang der Fasern mit den übrigen Theilen des Gehirns und folgeweise auch mit den Schlundcommissuren aufzufinden ist, was der Meinung, es würden die Ganglienzellen alle direct durch eine Faserleitung mit den Organen des Körpers in Verbindung gesetzt, einstweilen leider widerspricht. Wo sind aber hier die Zwischenstationen?

Im Uebrigen glaube ich mit dieser Mittheilung die Umrisse einer künftigen Gehirn-Topographie für die Insecten angedeutet und jedenfalls den Nachweis geführt zu haben, dass die einzelnen Gehirn-Bestandtheile in den verschiedenen Insectenordnungen ihre Homologa besitzen, demnach ein Grundplan in der Organisation gar nicht zu verkennen ist, und dass sich eine vergleichende Anatomie für diese Gehirne ebenso gut geben lassen wird wie für die Wirbelthiere, vornehmlich durch Stieda's Untersuchungen, bereits vorliegt. Die bisherigen Ergebnisse berechtigen etwa zur Aufstellung folgender synoptischen Zusammenfassung:

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

Die 4 Becher sind vollkommen ausgebildet (Wandung, Höhlung und Zellen).	Vorderhorn und Balken verkümmert; Becher in höchster Ausbildung und riesiger Grösse			Typus von Vespa,
	Vorderhorn, ein cylindrischer dicker Stab, der	horizontal nach vorn geht; Becher sehr gross, mit Randwulst.	Balken nur spitz aneinanderstossend	» » Apis,
			Balken mit breiter Fläche in enger Naht aneinanderstossend	» » Formica (Pompilus, Ichneumonidae),
		vorn umbiegt und nach oben geht; Becher ohne Randauszeichnung, Balken mit breiter Fläche aneinanderstossend, in enger Naht		Blatta,
	Vorderhorn, ein sehr complicirtes Gebilde, verästelt; Becher sehr klein, aber deutlich, Balkennaht sehr weit			Typus von Cossus (Sphinx, Vanessa),
Die 4 Becher sind unvollkommen, indem	Wand und Zellen bedeutend schwinden, so dass das Ganze kaum noch als Becher erkannt wird; Balken und Vorderhorn nach dem Apistypus			Tenthredo, Cynips,
	je 2 zu einem verschmelzen, doch die Wandsubstanz noch erkennbar bleibt	Wandsubstanz reducirt auf zwei kleine Höcker, Vorderhorn complicirt, Balkennaht weit		manche kleine Schmetterlinge,
		Wandsubstanz eine breite Platte, Vorderhorn complicirt gebaut; Balkennaht wie bei Formica		Typus von Forficula (Acridium u. a.),
	die Wandsubstanz gänzlich schwindet und nur die Becherzellen bleiben	Becherzellen in 4 ausgezeichneten Gruppen an der hinteren und oberen Gehirnfläche; Vorderhorn einfach cylindrisch		Typus von Dytiscus,
		Becherzellen (bei deutlichem und einfachem Vorderhorn) in jeder Hemisphäre nur in einer Gruppe, und zwar	characterisirt durch ihre Kleinheit gegenüber ihren Nachbarzellen	» » Aeschna,
			kaum verschieden von den Nachbarzellen	» » Tabanus (vielleicht auch andere grössere Fliegen),
Die 4 Becher sind auch nicht mehr als Rudimente nachweisbar				Hemiptera (vielleicht auch kleine Fliegen).

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

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIII u. XXIV.

Sämmtliche Photogramme sind nach meinen Mikrotomschnitten von mir angefertigt und ist bei denselben keinerlei Retouche angewandt. Dagegen sind die hauptsächlichsten Fehler in nachstehender Erklärung angezeigt worden. Wer mit dem Gegenstande und dem Photographiren etwas vertraut ist, wird für diese Mängel ein entschuldigendes Wort finden.

Gleichmässige Bezeichnung bei allen Figuren:

Ba äusserer Becher,
Bi innerer Becher,
Ck Centralkörper,
B Balken,
H Hinterast,
La Lobus olfactorius,
Lo Lobus opticus,
tr Tracheen,
bi Bindegewebe.

Fig. 1 und 11. Frontalschnitt No. 54 des Gehirns von Blatta (Periplaneta) orientalis, aus einer Serie von 130 Schnitten (s. Text).

Fig. 1 ist 31,9 mal, Fig. 11 76,3 mal vergrössert.

Fig. 1. Ganzes Gehirn, auch die Lobi optici bis zur engsten Stelle des Faserbündels.

a die Region *a* der umhüllenden Fasern.
d » » *d* » » »
e » » *e* » » »
at der Ursprung des Antennen-Nerven.
oe Oesophagus, Lumen des Rohrs.
C die Region *c* der Ganglienzellenrinde.
D » » *d* derselben.
F » » *f* derselben.
w Gruppe kleiner Zellen ungefähr in der Gegend, wo der erste und zweite Kern des Lobus opticus zusammenstossen.

Fig. 11. *Lo* Beginn des Lobus opticus.

Sc Sulcus longitudinalis.
ei Einströmungen der feinsten Fasern in die Becherwand am Becherrande und zwar *ei'* an der Aussenwand, *ei''* an der Innenwand des Bechers.
gr Grundzellen des einen inneren Bechers, welcher genau in dem spitzen Grunde getroffen ist.
t Grenze der Zellencomplexe, welche zur rechten und zur linken Becherwand gehören (nur in dem einen Becher sichtbar).
ar Stelle, wo die areoläre Structur der Becherwand erkennbar ist.
fa Fasern, welche die Innenfläche dieser areolären Substanz bekleiden, herrührend aus den bei *ei* zusammengetretenen kleinsten Faserströmen.
Bz die (nach vielen Tausenden zählenden) kleinen Zellen, welche den Inhalt der Becher ausmachen.
Hh beinahe quergeschnittener Zweig des Hinterastes, der aus dem äusseren Becher linker Seite kommt.

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

Fa Faserzug, welcher sich (in anderen Schnitten) bis zum Lobus olfactorius verfolgen lässt.

Fb Faserzug, welcher hier quer geschnitten ist, horizontal vom hinteren Theile des Gehirns nach der Vorderfläche verläuft, und dort austritt, um einen kleinen Nerven zu bilden. Umgeben ist derselbe an den meisten Stellen von

Ga grossen Ganglienzellen.

u Grenzlinie der oberen und unteren Hälfte des Centralkörpers.

ger die einzelnen Geruchskörper im Lobus olfactorius.

Gb die grossen Ganglienzellen desselben.

Bb Balkennaht.

w Stelle, von wo das Vorderhorn nach vorn und oben abgeht (Astwinkel).

S seitliche Grenze des Gehirns zwischen den beiden Lobi.

n Neurilemm.

tr Tracheen im Gehirn.

Ausserhalb des Gehirns:

bi Bindegewebe aus der Umgebung des Gehirns, welches beim Präpariren nicht völlig entfernt worden (in der Umgebung des Oesophagus treten die Kerne stark hervor).

mu Muskeln des Oesophagus.

nr quergeschnittener nervus recurrens.

oe Oesophagus, Chitintheile.

Fehler:

fr Fremdkörper (ein beim Auflegen des Schnitts auf das Präparat geflogenes »Sonnenstäubchen«).

st ein Staubtheilchen, welches während der Exposition sich auf der Oberfläche des Deckglases ablagerte.

(In Fig. 11 ist, weil direct nach dem Negativ gedruckt, rechts mit links vertauscht).

Fig. 2. Frontalschnitt No. 31 des Gehirns von Formica rufa aus einer Serie von 83 Schnitten. Der Schnitt No. 69 trifft die letzten Spuren der Hinterflächen der Hemisphären, die übrigen gehen durch die beiden hinteren Ganglien (cfr. Blatta 10) und das Unterschlundganglion. Vergr. 60,6.

Das Neurilemm liegt in Folge einer übrigens sehr unbedeutenden Schrumpfung der Gehirnsubstanz nicht dem Inhalt eng an; der Oesophagus nebst nervus recurrens ist bei dem Präpariren herausgezogen; im Uebrigen ist Alles in durchaus normaler Verfassung.

wg Wurzelgeflecht.

wu Wulstrand der Becher, z. Th. mit Andeutungen einer Einkerbung (als Uebergang zum doppelten Rand bei Vespa).

k zweiter Kern des Lobus opticus (der erste kommt in späteren Schnitten zu Gesicht, vom dritten sieht man links noch ein Stück).

La der Lobus olfactorius, nur in seinem hintersten Theile getroffen, wo er keine Geruchskörper mehr führt; in Schnitten, die durch seine Mitte gehen, ist er bedeutend grösser.

Fa die umhüllenden Faserzüge.

pu Nervenbündel aus den Punctaugen.

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

Fü Füllzellen
Ra Randzellen } der Becher.
Az Aussenzellen

Fehler:

Ein schräger Schatten, der rechterseits vom Wurzelgeflecht nach aussen und unten läuft, rührt her von einer durch Unebenheit der Messerschneide verursachten Verdickung des Schnitts.

Fig. 3. Frontalschnitt No. 27 des Gehirns von Forficula auricularia aus einer Serie von 45 Schnitten. Vergr. 60,6.

Gf Ganglion frontale.
ng der eine der seitwärts von demselben abgehenden Nerven.
r eine Rissstelle im Hinterast (die Schnitte waren wegen grosser Härte des Paraffins etwas brüchig).

(Dies Photogramm widerlegt zugleich Leydig's Behauptung — Vom Bau etc. p. 212 —, dass bei Forficula das Neurilemm ein echter Fettkörper sei; das dünne Neurilemm ist hier sehr schön zu erkennen.)

Fig. 4. Frontalschnitt No. 42 des Gehirns von Dytiscus marginalis aus einer Serie von 80 Schnitten. Vergr. 31,9.

Dass das Neurilemm und das Bindegewebe sich von der Nervenmasse oben bedeutend abgehoben haben, rührt nicht von Schrumpfung der letzteren, sondern von einer in Folge plötzlicher Temperaturerhöhung stattgehabten leichten Bewegung im fertigen Präparat her.

l Lücken, woraus Zellen weggespült sind.
n Neurilemm.
Ga die grossen Ganglienzellen, medianwärts von den Bechern, welche den Zellen *Ga* bei Blatta entsprechen.
Ba und *Bi* die Zellgruppen der beiden Becherpaare; man sieht die Zellen als Pünctchen.
H der Hinterast nur in der rechten Gehirnhälfte getroffen, wogegen
B das innere Balkenende nur links deutlich ist.

Fig. 5, 6, 7 und 12. Frontalschnitte des Gehirns von Cossus ligniperda aus einer Serie von 120 Schnitten und zwar:

Fig. 5 = Schnitt 65
» 6 = » 68
» 7 u. 12 = Schnitt 79.
Vergr. für Fig. 5, 6, 7 = 31,9
» » » 12 = 76,3.

Diese Schnittpräparate gehören zu den allergelungensten. Das Gehirn zeigt keine Spur von Schrumpfung; das sehr dicke Neurilemm würde dem Inhalt sonst nicht fest anliegen.

Fig. 5. *H* der Hinterast rechter Seite zeigt eine Theilung in 2 Bündel.
B die beiden Enden der Balken unter dem Centralkörper.
Fa das Homologon des grossen Faserzuges, welcher bei Blatta mit *Fa* bezeichnet worden.
p austretender Nerv, wahrscheinlich für die Punctaugen (aber hat Cossus Punctaugen? Bei Heinemann steht das Gegentheil).
I, II, III die 3 Leydig'schen Kerne des Lobus opticus linker Seite.

Fig. 6. *p'* derselbe Nerv wie in Fig. 5; *p''* auf der linken Seite das Bündel Fasern aus demselben im Gehirn.

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

Ck der Centralkörper wird nur in seinem hintersten Theile getroffen.

oe das sehr dünne Oesophagusrohr.

H neben dem Hinterast linker Seite sieht man 2 Puncte; dieselben sind nicht etwa Querschnitte von ähnlichen Faserzügen, sondern Fehler des Negativs.

I erster Kern des Lobus opticus rechter Seite; die aus demselben nach dem zweiten Kern ausstrahlenden Fasern sind sehr deutlich.

Fig. 7. *Lo* der Lobus opticus zeigt rechts die mondsichelförmige Gestalt des einen Kerns, an den sich ein anderer unten anschliesst; nach der linken Seite möchte ich den mit *II* bezeichneten für eine Art Fortsetzung des zweiten halten.

Im Uebrigen siehe Fig. 12.

nf Negativfehler.

Fig. 12. *Ba* der äussere Becher ist beinahe in seiner ganzen Höhlung getroffen, dagegen

Bi der innere nicht.

Lo der Lopus opticus zeigt eine eigenthümliche Anordnung der Kerne, wobei der mit *I* bezeichnete als ein Stück des ersten anzusehen ist; diese sonderbare Stellung im hinteren Theile ist schon an Raupengehirnen zu bemerken.

Ga die grossen Ganglienzellen, welche den bei Blatta mit *Ga* bezeichneten homolog sind.

Bz Grenzlinie der Becherzellen gegen die vorigen.

Gb grosse Ganglienzellen, welche wohl mit *D* bei Blatta (Fig. 1) homolog sind.

Ge sehr kleine Ganglienzellen des Lobus opticus.

Gd grosse Ganglienzellen von der Vorderfläche des unteren Schlundganglions.

oe Oesophagus, zunächst umgeben von mehreren plattgedrückten quergeschnittenen Tracheen.

tr Tracheensäcke ausserhalb des Gehirns.

n Neurilemm und zwar:

n' eine Art Ausläufer desselben, welcher grosse Tracheen unter sich birgt.

n'' besonders dicke Stelle durch viele kleine Tracheen oder Lacunen ausgezeichnet.

n''' obere Grenze des Neurilemms zwischen Lobus opticus und der Fasersubstanz des Gehirns; der dreieckige Raum, auch in den vorigen Figuren deutlich, zeigt die zahlreichen Lacunen und Tracheen. (Siehe Text: über Raupen- und Puppen-Neurilemm.)

ntr Tracheen, welche innerhalb des Neurilemms laufen; in manchen sieht man (mit der Loupe) auf dem Photogramm deutlich die Querschnitte der inneren Verdickungsfasern als kleine vorspringende Puncte.

nk wahrscheinlich Neurilemmkerne, wenigstens gehören diese Kerne nicht zu den Bechern; man sieht dort jedoch auch horizontale Fasern.

Fehler:

st ein auf dem Präparat befindliches »Sonnenstäubchen« (Baumwollenfäserchen); darunter ein Pünctchen.

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

Links daneben ein schräger abwärts ziehender breiter Streifen, durch schlechte Beschaffenheit der Messerschneide entstanden; ähnlicher Streifen durch den Lobus opticus linker Seite, wo die gewaltsam zerrissene Substanz sogar den Eindruck grober Faserung macht.

Fig. 8. Frontalschnitt No. 14 des Gehirns von Aeschna mixta aus einer Serie von 60 Schnitten. Vergr. 31,9.

Das Gehirn ist mit Carmin behandelt und giebt keine untadelhafte Photographieen. Ausserdem ist Berlinerblau dabei verwandt, von dem bei *bl* eine Quantität liegen geblieben ist.

v das Vorderhorn und der Balken, gerade in dem Astwinkel, wo sie sich von

H dem Hinterast trennen (s. Text).

se Sehstäbe.

z Bekleidungszellen des rechten Lobus opticus, dessen Verbindung mit der Hemisphäre noch nicht getroffen wurde, während der Schnitt links schon durch die Verbindung geht.

com Schlundcommissuren.

g Grenze des Gehirns gegen das Bindegewebe *bi*.

Ga grosse Ganglienzellen an der Dorsalseite.

Gf Theil des Ganglion frontale.

r Riss des Schnitts bis fast zur Mitte.

Fig. 9. Frontalschnitt No. 21 des Gehirns von Psila fimetaria aus einer Serie von 46 Schnitten. Vergr. 60,6.

pu 2 Punctaugenbulbi zum Theil getroffen.

tr die grosse Tracheenblase beim Gehirn.

oe Oesophagus.

at Stücke des Antennennerven.

bi Bindegewebszellen mit Kernen.

Fig. 10. Frontalschnitt No. 34 des Gehirns von Syromastes marginatus aus einer Serie von 78 Schnitten. (Davon treffen aber die ersten 20 Nummern lediglich die nach vorn sehr ausgedehnten Lobi optici, und von No. 58 an wird nur das untere Schlundganglion getroffen.) Vergr. 60,6.

Das Gehirn ist durch Osmium stark geschwärzt, weshalb das Photogramm sehr unklar ausfällt. Für die mikroskopische Untersuchung kann man sich dagegen den Erhaltungszustand kaum besser wünschen. Die Zahl der durch einander laufenden Faserzüge ist erstaunlich.

tr die sehr regelmässig gelagerten Tracheen.

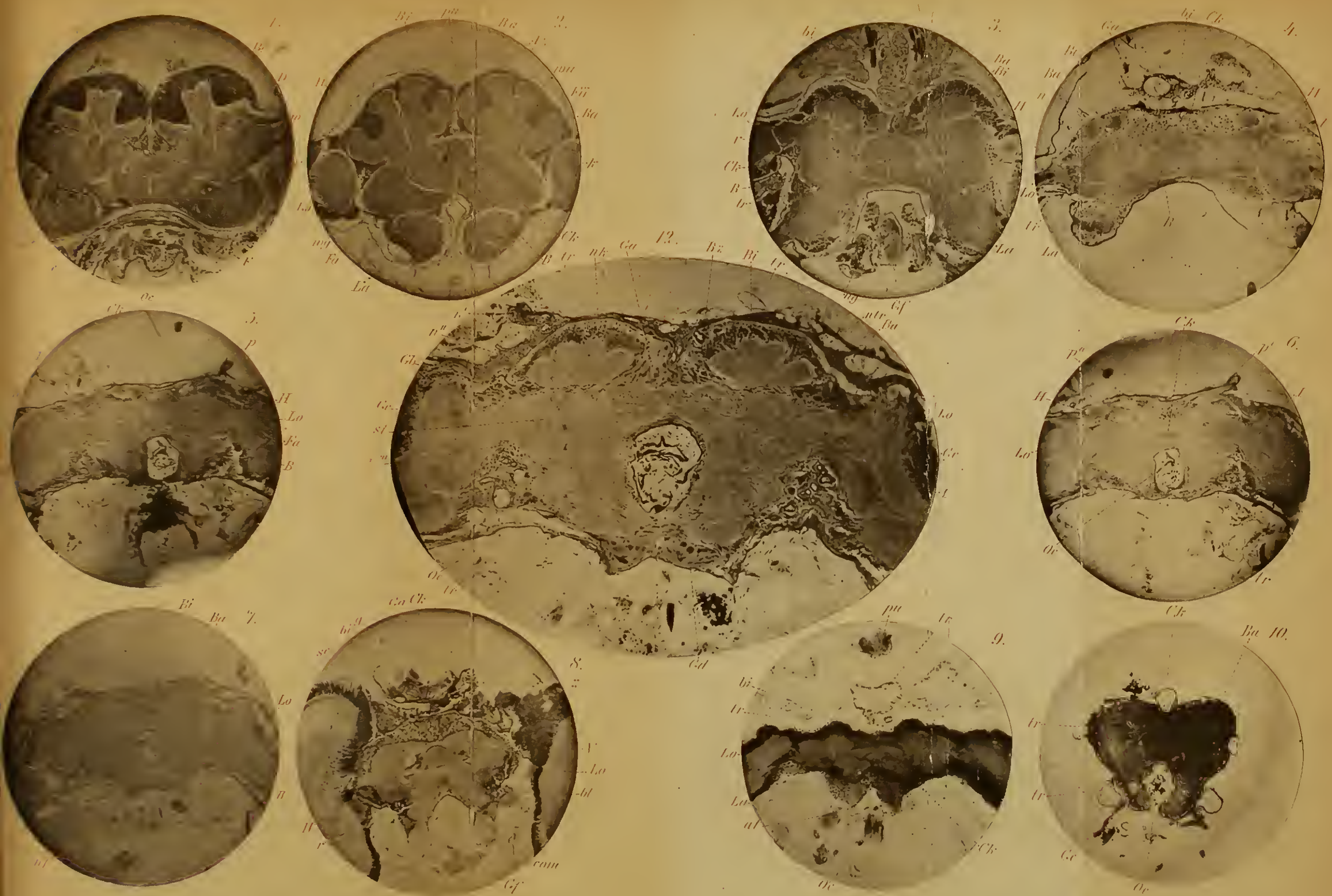
Gc Ganglienzellen der kurzen Schlundcommissuren, welche sich einige Schnitte weiter zum unteren Schlundganglion schliessen.

oe Oesophagus.

Ba Masse, welche anscheinend den vereinigten Bechern homolog ist; auf der linken Seite tritt diese Masse erst in Schnitt 38 auf. Rechts bleibt sie bis 46, links bis 50 (Schnittdicke 7,3 μ); nach hinten wird sie mehr nierenförmig.

Bramstedt bei Kiel, im December 1877.

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



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

Lichtdruck v. Römmler & Jonas, Dresden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: 30_Supp

Autor(en)/Author(s): Flögel Johann Heinrich Ludwig

Artikel/Article: Ueber den einheitlichen Bau des Gehirns in den Verschiedenen Insecten-Ordnungen. 556-592