

7. Der Centrankörper und die pilzförmigen Körper im Gehirn der Insekten.

Von F. Bretschneider, Stuttgart.

(Aus dem Zoolog. Institut der Techn. Hochschule zu Stuttgart.)

(Mit 6 Figuren.)

eingeg. 1. Februar 1913.

Die Untersuchungen an den Gehirnen der Küchenschabe und des Mehlkäfers, welche ich auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. H. E. Ziegler unternommen habe, führten mich zu einigen allgemeineren Resultaten in bezug auf die Bedeutung des Centrankörpers und der pilzförmigen Körper im Gehirn der Insekten; ich gelangte zu einer Theorie über das phylogenetische Verhältnis dieser Teile, welche ich hier kurz darlegen will.

Dujardin, der Entdecker der pilzförmigen Körper, sprach sie sogleich als »Organe der Intelligenz« an, weil er ihren gewundenen Bau mit den Windungen des Großhirns der Wirbeltiere verglich. Forel und Flögel gaben durch vergleichend-anatomische Untersuchungen dieser Hypothese eine bessere Grundlage. Jonescu (1909) und Pietschker (1910) zeigten an den drei Formen der Bienen und Ameisen, daß die pilzförmigen Körper nicht ausschließlich Organe der Intelligenz sein können, indem ihre Ausbildung in dem Maße fortschreitet, als mannigfaltige und komplizierte Instinkte sich entwickeln. Allerdings stehen diejenigen Insekten, welche hochentwickelte Pilze haben, unzweifelhaft in den geistigen Fähigkeiten am höchsten, so daß die Theorie von Dujardin doch eine gewisse Berechtigung behält. Ich verweise auf die Vergleichung der Insektengehirne, welche Prof. H. E. Ziegler auf der Zoologenversammlung in Basel vorgetragen und vor kurzem veröffentlicht hat¹.

Zunächst muß ich einige Bemerkungen über die Form der Neurone voranstellen. Kenyon (1896) hat bei der Biene die Form der Zellen der pilzförmigen Körper erkannt. Die Becherzellen, »intellectiv cells«, senden ihre Dendriten in die Wand der Becher und ihre Neuriten in den Stiel, wo sie sich dichotomisch in das Querstück (Balken) und den rückläufigen Stiel verästeln (vgl. Fig. 3, Neuron 20). — Kenyon betrachtet die unipolaren Ganglienzellen als die typischen Zellen des Bienen- und wohl allgemein des Arthropodengehirns. Er unterscheidet 6 Modifikationen: 1) Sensible Elemente (sensory fibers); 2) Verbindungselemente (connecting fibers); 3) Motorische Fasern (efferent fibers); 4) Commissuralfasern (commissural fibers); 5) Assoziationsfasern (association fibers); 6) Die Elemente der pilzförmigen Körper (intellectiv cells).

Diese Einteilung läßt sich aufrecht erhalten, jedoch möchte ich zwischen Verbindungs-, Commissural- und Assoziationsfasern keinen durch-

¹ Über die Gehirne der Insekten. Naturw. Wochenschrift 1912. S. 433—442

greifenden Unterschied machen, sondern sie mit Bethe unter dem Namen Assoziationsfasern vereinigen. Bethe (1895—97) machte eingehende Studien am Centralnervensystem eines Krebses (*Carcinus maenas*). Er weist ebenfalls den Typus von Neuronen nach, den Kenyon gefunden hat, indem die Dendriten nicht von dem Zellkörper selbst ausgehen, sondern auf den Anfangsteil des Fortsatzes gerückt sind. Jede sensible Zelle sendet einen Neuriten, jede motorische Zelle einen Dendriten in das Neuropil (Punktsubstanz, Glomerulensubstanz).

Bei meinen Untersuchungen über die Gehirne von *Periplaneta orientalis* und *Tenebrio molitor* erhielt ich mit Hilfe der Malloryschen Färbung und der Apathyschen Nachvergoldung schöne Bilder des Faserverlaufs, der Einströmungen der Fasern und der Verbreitung der Glomerulmassen. Hieraus bildete ich mir unter Anlehnung an die Neuronenbilder Kenyons und bei vergleichender Berücksichtigung der seitherigen Arbeiten folgende Anschauung über die Funktion des Centralkörpers und der pilzförmigen Körper.

Das niederste, bisher untersuchte Insekt, ein Springschwanz, *Tomocerus flavescens* Tullberg, zeigt in dem im übrigen noch recht primitiven Gehirn bereits einen großen, schön ausgebildeten Centralkörper (vgl. H. E. Ziegler 1912 Fig. 3). Die pilzförmigen Körper sind hier erst in ihren primitivsten Anfängen zu konstatieren. Der andre auch untersuchte Vertreter der Apterygoten, *Lepisma saccharina* L., hat schon etwas besser entwickelte pilzförmige Körper, der Centralkörper ist sehr gut ausgebildet (s. Fig. 4. A; vgl. Böttger 1910, Fig. 7 u. 8). Betrachten wir hiergegen das Gehirn der höchststehenden Insekten, z. B. *Apis* oder *Vespa*, so zeigt sich, daß gegenüber der starken Gesamtvergrößerung des Protocerebrums und der riesigen Entfaltung der pilzförmigen Körper, der Centralkörper eher sich verkleinert als zugenommen hat (vgl. v. Alten 1910, Fig. 31). Am Schlusse habe ich die seitherigen Beobachtungen über den Centralkörper zusammengestellt, und zwar in der Reihenfolge, wie derselbe im Verhältnis zu den pilzförmigen Körpern sich darbietet. Es zeigt sich, daß seine Ausbildung im umgekehrten Verhältnis zu derjenigen der pilzförmigen Körper steht².

Nun ist es schon Berger (1878) aufgefallen, daß der Centralkörper mit allen Teilen des Gehirns durch Fasern in Verbindung steht. Dazu kommt seine eigentümliche Struktur, die ihm zuerst den Namen fächerförmiges Gebilde verschafft hat. Bei *Periplaneta* verhält sich dies

² Einen schönen Einblick geben die Photogramme Flügels: Fig. 4, *Dytiscus*, zeigt den größten Centralkörper und die unentwickeltesten pilzförmigen Körper; Fig. 4 *Forficula* hat ebenfalls schönen Centralkörper und bereits etwas besser entwickelte Pilze; Fig. 5 u. 12, *Cossus ligniperda*, hat bereits kleine Becher, der Centralkörper tritt zurück; Fig. 1 u. 11 *Periplaneta* nimmt Mittelstellung ein; Fig. 2, *Formica rufa*, hat großartige Pilze und den kleinsten Centralkörper.

folgendermaßen: Der Centralkörper besteht aus feiner Fibrillärmasse (Glomerulensubstanz), in die Fasern eintreten, und zwar geordnet in zweimal 7 Bündeln. Die einen 7 Bündel treten von vorn ein und verteilen sich dann in der Fibrillärmasse, die hinten kontinuierlich zusammenhängt. Die andern 7 Bündel treten in gleicher Weise von hinten und unten ein, beinah senkrecht auf den ersten 7 Bündel stehend. Da nun der Centralkörper nach hinten und oben konvex ist, so erinnert er in fast jeder Schnittrichtung an einen Fächer. In sagittaler Richtung ziehen nun am Centralkörper mächtige Faserstränge vorbei, von welchen die oberen hauptsächlich mit dem Lobus opticus, die unteren mit dem Lobus olfactorius in Verbindung stehen. Die aus dem Centralkörper austretenden Fasern verlaufen senkrecht zu diesen commissuralen Bündeln und endigen in denselben. Hierdurch kam ich zu der Ansicht, daß sie als Den-

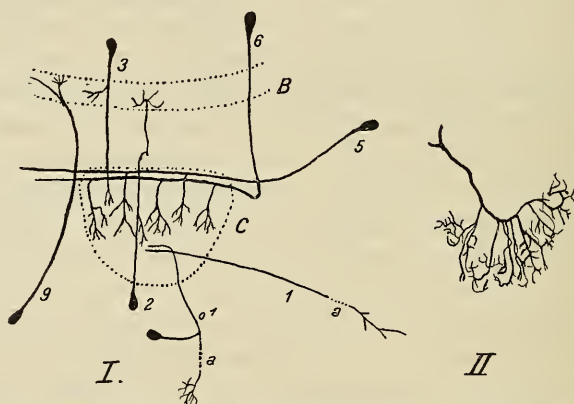


Fig. 1. Neurone des Centralkörpers aus dem Gehirn der Biene (nach Kenyon). I. C, Centralkörper; B, Brücke; a verkürzt gezeichnete Neuriten, Neuron 1 endigt im Lobus opticus, Neuron 01 im Lobus olfactorius. II. »Fiber from the antennal region terminating arborescently in the central body.«

dritten derselben aufzufassen sind. Die Commissuren geben beim Vorbeiziehen am Centralkörper Dendriten in denselben ab. Als ich die Arbeit Kenyons in die Hand bekam, fand ich unter den Neuronen, die er zu verfolgen vermochte, meine Auffassung bestätigt. In Fig 1 habe ich aus seinen Zeichnungen alle mit dem Centralkörper in Verbindung stehenden Neurone entnommen.³ Die meisten vermochte er auch nur bruchstückweise zu verfolgen. Neuron 5 u. 6 (Fig. 1) bestätigen meine Befunde; ihren Neuriten vermochte er nicht zu verfolgen, höchstwahrscheinlich gestaltet er sich wie Neuron 1. Fig. 1. B zeigt aufs genaueste die Ver-

³ Außer dem Centralkörper ist noch die Brücke dargestellt. Ich halte dieses eigentümliche, median über dem Centralkörper gelegene Gebilde für ein optisches Centrum, wie ich demnächst an andrer Stelle ausführlich darlegen werde.

zweigung eines Dendriten aus dem Olfactorius im Centralkörper. Er macht erklärlich, wie die zwischen den einströmenden Fasern gelegenen Glomerulenkugeln zustande kommen.

Die charakteristische Struktur und Faserverbindung des Centralkörpers, die Tatsache seiner allgemeinen Verbreitung und die vergleichend-anatomischen Befunde über seine Ausbildung im Verhältnis zu den pilzförmigen Körpern veranlassen mich zu der Ansicht, daß der Centralkörper ein primäres Reflexcentrum oder ein Assoziationscentrum erster Stufe darstellt.

Wie man sich die Funktion des Centralkörpers vorzustellen hat,

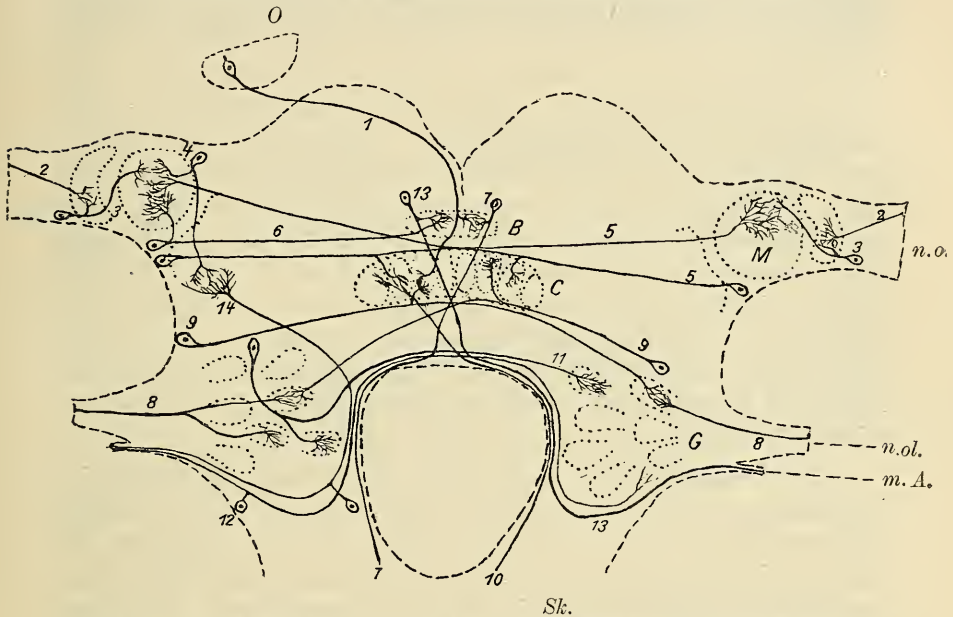


Fig. 2. Schema des Neuronenverlaufs des Centralkörpers und der Sinnescentren im Oberschlundganglion von *Periplaneta orientalis*. C, Centralkörper; B, Brücke; O, Ocellus; n.o., Nervus opticus; M, Marklager des Ganglion opticum; n.ol., Nervus olfactorius; m.A., motorischer Nerv der Antenne; G, Glomerulenkugeln des Olfactorius; Sk., Schlundcommissur.

soll das Schema des Neuronenverlaufs (Fig. 2) zeigen. Der Übersichtlichkeit halber habe ich die Neurone des Oberschlundganglions in 2 Schemata getrennt, wovon das erste die Neurone der Sinnescentren und des Centralkörpers (Fig. 2), das zweite die Neurone der pilzförmigen Körper wiedergibt (Fig. 3.) Es sind nur die wichtigsten und sichersten Neurone aufgenommen, die sich im Schnittbild durch ganze Faserzüge und deutliche Einströmungen kennzeichnen. Eine allgemeine Eigenschaft der Verbindungsfasern ist es, daß sie sich mit Vorliebe kreuzen und daß meistens der Neurit von einer Hemisphäre in die andre übergeht.

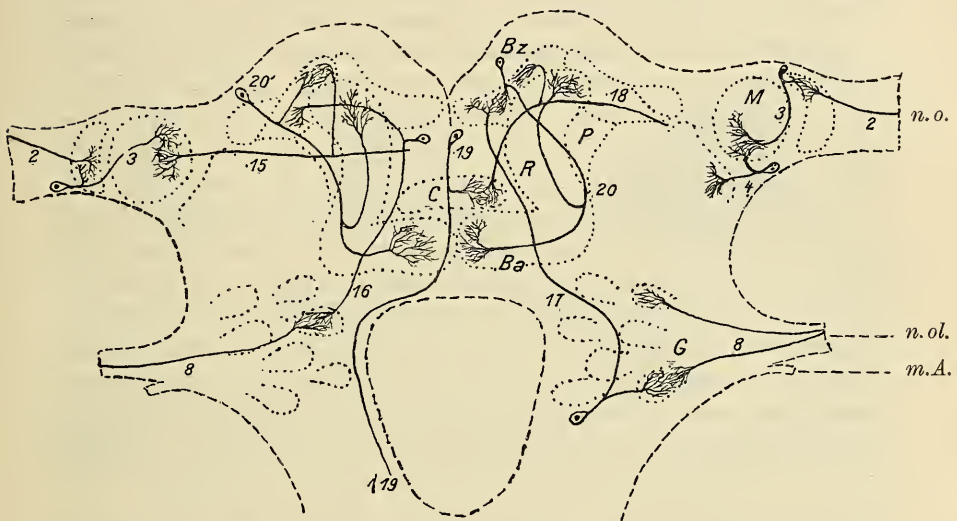
Neuron 1 (Fig. 2) überträgt die Sinneseindrücke des Ocellus zur Brücke und zum Centralkörper. Wahrscheinlich sind zur Verbindung der Brücke mit dem Centralkörper auch bei *Periplaneta* besondere Neurone vorhanden, wie sie Kenyon bei der Biene gefunden hat (Fig. 1 Neuron 2 u. 3). Die Neurone 2, 3 u. 4 zeigen den Weg der Sinneseindrücke des Facettenauges (Fig. 2 u. 3). Diese Neurone vermochte Kenyon (1897, plate IX) sehr schön zu erkennen⁴. Das Neuron 5 vermittelt die Erregungen des Ganglion opticum dem Centralkörper (vgl. das Neuron 1 von Kenyon, Fig. 1; wahrscheinlich haben auch seine Neurone 5 u. 6 ihre Endbäumchen im Ganglion opticum). Das Neuron 6 zieht vom Opticus zur Brücke, wodurch eine Verknüpfung der Eindrücke der Ocellen und der Facettenaugen ermöglicht wird. Das Neuron 7 geht von der Brücke durch die Schlundcommisur direkt zu den motorischen Centren, wodurch eine optische Reflexbahn unter Ausschluß des Centralkörpers gegeben ist. Neuron 8 bringt die Sinneseindrücke der Antennen zu den Glomerulen (vgl. die Kenyonsche Abbildung bei H. E. Ziegler 1912 Fig. 2 oder bei Jonescu 1909 Textfig. 1). Neuron 9 befördert die Erregungen von den Glomerulen zum Centralkörper. Es entspricht dem Kenyonschen Neuron O^1 , dessen Zelle auf derselben Seite liegt (Fig. 1). Neuron 11 ist rein commissural, es setzt die eine Antenne von den Erregungen der andern »in Kenntnis« (vgl. Bethe 1895, S. 619). Neuron 12 ist motorisch und sorgt zugleich für die Correlation der Bewegungen der beiden Antennen. Neuron 13 und 14 vermitteln Antennenbewegungen auf optische Reize hin.

Dem Centralkörper als Assoziationscentrum erster Stufe stelle ich im Einklang mit den Anschauungen anderer Autoren die pilzförmigen Körper als Assoziationscentrum zweiter Stufe gegenüber. Sie sind der Sitz der komplizierten Instinkte und der geistigen Fähigkeiten, vor allem des Gedächtnisses, wie oben schon gesagt wurde. Die hauptsächlichsten Bahnen, die diese Funktion ermöglichen, habe ich in Fig. 3 für *Periplaneta* zusammengestellt. Die Neurone 2, 3, 4 und 8 sind die bereits bekannten centripetalen Bahnen der Sinnescentren. Neuron 15 bringt die Reize aus dem Ganglion opticum zu den pilzförmigen Körpern. Die Lage seiner Zellen ist unsicher. Neuron 16 u. 17 setzen die Pilze von den Erregungen der Antenne in Kenntnis. Sie stellen eine ganz besonders ausgeprägte und fast bei allen Insekten wiedergefundene Bahn dar, die den Namen Riechstrang bekommen hat. Ihre Neurone wurden von Kenyon ausführlich beschrieben (vgl. H. E. Ziegler 1912 Fig. 2 oder Jonescu 1909 Textfig. 1). Neuron 18 verbindet die Pilze mit dem

⁴ Leider sind in der Wiedergabe von Jonescu (1909, Textfig. 3) die Dendriten meistens weggelassen.

Centralkörper und so indirekt durch Vermittlung von Neuron 19 mit dem Unterschlundganglion und Bauchmark.

Die wichtigsten Gebilde der Pilze sind die von Kenyon beschriebenen Neurone («intellectiv cells»), deren Zellen in großen Massen in und über den Bechern der Pilze liegen (Becherzellengruppen). Sie sind dargestellt durch die Neurone 20 der Fig. 3 (vgl. H. E. Ziegler 1912 Fig. 2, Schröder, Handbuch der Entomologie 1912, Fig. 61). Sie senden ihre Achsenfäden in die Pilzstiele, so die innere Wand der Becher bildend. Während ihres Verlaufs an der Becherwand senden sie Dendriten in dieselbe. Diese Dendriten setzen sich in der äußeren Becherwand mit den oben beschriebenen Fasern aus andern Gehirnteilen in Verbindung.



Sk.

Fig. 3. Schema der Neurone der pilzförmigen Körper von *Periplaneta orientalis*. Bz., Becherzellen; Bg., Becherglomerulen; P., Stiele der pilzförmigen Körper; R., rückläufiger Stiel; Ba., Querstück der pilzförmigen Körper. Im übrigen wie Fig. 2.

Dadurch erhält die äußere Wand der Becher die charakteristische Glomerulenstruktur (färbt sich bei Malloryscher Färbung schön violett). Die Neuriten aber sammeln sich zu den Stielen, die sich vereinigen. Hierbei findet eine Kreuzung oder Drehung der Fasern statt, so daß die Fasern aus der inneren Wand des inneren Bechers ganz lateral, die Fasern aus der äußereren Wand des äußeren Bechers ganz medianwärts zu liegen kommen. Kurz nach der Vereinigung der beiden Stiele verzweigen sie sich aufs neue; der eine Ast bildet den rückläufigen Stiel, welcher umbiegend sich an die Becher einerseits, an die Oberfläche des Gehirns andererseits anlegt (Fig. 3). Der zweite Ast biegt medianwärts um und

endet in dem Balken, der median unterhalb des Centralkörpers mit dem der Gegenseite zusammenstößt, ohne daß Fasern übertreten. Die Neuriten teilen sich also dichotomisch (Fig. 3, vgl. v. Alten 1910 Fig. 1). In dem rückläufigen Stiel und dem medianen Balken treten die Endbäumchen der Neurite in so enge Beziehung miteinander, daß eine äußerst feine netzartige Glomerulstruktur entsteht. Es mögen einzelne Fasern aus dem Gehirn mit diesen Stielen direkt in Verbindung treten, der eigentliche Weg zu und von den pilzförmigen Körpern geht jedoch durch die Glomerulsubstanz der Becher (Fig. 3). Die Stiele der Becher haben also wahrscheinlich ihre Bedeutung darin, daß die Endbäumchen der Neurite der Becherzellen untereinander in mannigfaltige Verbindung treten. —

Daß der verhältnismäßig hohen Ausbildung der Pilze bei *Periplaneta orientalis* auch ein Gedächtnis und eine gewisse Lernfähigkeit entspricht, habe ich an anderer Stelle bereits ausgeführt⁵. *Periplaneta* nimmt in der Ausbildung sowohl der pilzförmigen Körper, als auch des Centralkörpers und der Sinnescentren eine Mittelstellung ein und eignet sich daher vorzüglich zur Darlegung des typischen Baus des Insektengehirns.

Zum Schluß möchte ich noch auf die phylogenetische Entstehung der pilzförmigen Körper eingehen, welche auch von früheren Autoren (H. E. Ziegler 1912 und v. Alten 1910) berührt wurde; doch werde ich durch meine Untersuchungen an *Periplaneta* und *Tenebrio* die Beziehungen genauer verfolgen können. Das niederste, bisher untersuchte Insekt, *Tomocerus flavescens* Tullberg, hat jederseits eine Becherzellengruppe, Die Achsenfäden verlaufen gemeinsam als primitiver Anfang der Pilzstiele bis in die Gegend des Centralkörpers, wo sie sich zerstreuen. Dendriten sind kaum zu erkennen, es ist aber wahrscheinlich, daß solche vorhanden sind und in benachbarten feinfaserigen Massen enden, die nicht deutlich abgegrenzt sind. *Lepisma saccharina* zeigt nach den Untersuchungen Böttgers (1910) wesentliche Fortschritte. Die Neurite haben sich bereits organisiert zu zwei Gebilden, die er Trauben nennt (Fig. 4A: *Tn*). Er hält sie mit Recht für die Analoga der Stiele. Die Dendriten dieser Stiele gehen ebenfalls in ein abgegrenztes Gebilde, das sich dem Hauptstrang jederseits halbkugelig anlagert (Fig. 4A: *Bg*). Die Außenschicht bilden Glomerulen, während innen die Fasern aus dem Stiel eintreten. Böttger sagt, daß die Fasern des großen Strangs (Stiel) »in die Glomerulen seitliche Dendriten entsenden, sodann in dem großen Faserstrange zu den Trauben gehen, in deren Fasermasse sich ihr Endbäumchen befinden muß; die genannten Dendriten treten in den Glomeruli mit den Endbäumchen der Neuriten in Verbindung, welche als Aus-

⁵ Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1913.

läufer von Assoziationszellen aus dem übrigen Gehirn kommen.« Es haben sich also hier bereits die Vorläufer der Becherglomerulen als Verbindungsorgan der pilzförmigen Körper mit andern Teilen des Nervensystems, also mit der Außenwelt herausgebildet. Ein Übergangsstadium zu den Bechern der höheren Insekten habe ich nun bei *Tenebrio molitor* vorgefunden (Fig. 4 B). Der rückläufige Stiel und der Balken sind freilich schon in der charakteristischen Form abgesondert⁶. Der bei *Lepisma* durch den Stiel in zwei Halbkugeln geteilte Glomerulenkörper ist bei *Tenebrio* auseinander gerückt, hängt jedoch noch durch zwei Reihen einzelner Glomerulen zusammen, die so den Stiel rings umgeben. Ja diese Reihen sind in der Mitte bereits etwas dichter geworden (Fig. 4. B), so daß eine Zweiteilung des ganzen Organs angedeutet ist. Wir haben also die primitiven Anfänge von zwei Bechern vor uns. Leicht läßt sich von hier aus die Weiterentwicklung denken, indem die beiden

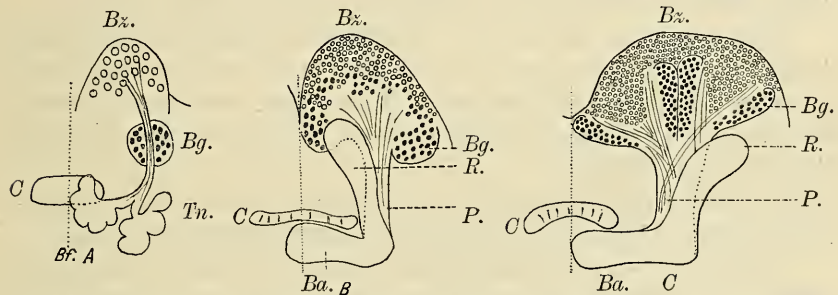


Fig. 4. Schema der pilzförmigen Körper und des Centralkörpers, A von *Lepisma saccharina* (kombiniert nach Böttger); B von *Tenebrio molitor*; C von *Periplaneta orientalis*. Die hellen Kreise bedeuten die Zellkerne (Bz.), die dunklen Kreise die Glomerulen (Bg.) der Becher. C, Centralkörper; Tn., Trauben der Stiele; P., Stiele; R. rückläufiger Stiel; Ba., Querstück (Balken); Bf., Medianlinie.

Stiele getrennt und von den Glomerulmassen ringförmig umlagert werden, wie es *Periplaneta* zeigt (Fig. 4 C). Bedingt wurde dieser Entwicklungsgang durch die stets wachsende Zahl der Becherzellen und damit auch der Dendriten. So nahmen Becher und Stiele an Masse immer mehr zu, bis bei den sozialen Hymenopteren der höchste Zustand erreicht wurde (vgl. v. Alten, Jonescu, Pietschker, H. E. Ziegler). Ich glaube hiermit die zunehmende Bedeutung der Glomerulsubstanz der Becher genügend dargetan zu haben.

Zusammenfassend sage ich: Die pilzförmigen Körper sind ein Assoziationsorgan, in welchem komplizierte Instinkte lokalisiert sind und welches auch dem Gedächtnis dienen kann; dieses Organ entwickelt sich in der Klasse der Insekten aus kleinen Anfängen zu großer Entfaltung

⁶ Bei *Forficula auricularia* sind nach den Untersuchungen von K. Kühnle (Jenaische Zeitschrift f. Naturw. 1913) beide Stiele noch dreiteilig.

und wird funktionell der wichtigste Teil des Gehirns, während die Centralkörper relativ und absolut in der Größe zurückgehen, so daß ihre früher sehr erhebliche Bedeutung sich in gleichem Maße vermindert. In dieser Entwicklungsreihe lassen sich folgende Stufen unterscheiden:

1. Stufe: Apterygoten. Centralkörper groß; Pilze primitiv.

Tomocerus flavescens: Pilze durch jederseits eine Becherzellen-
gruppe mit Faserstiel angedeutet, Centralkörper groß und schön gegliedert (H. E. Ziegler 1912, Fig. 3).

Lepisma saccharina: Pilze primitiv mit charakteristischen Verzweigungen der Stiele (Trauben), Centralkörper groß, zweiteilig, untere Masse größer. (Fig. 4 A; Böttger 1910, Fig. 7 u. 8).

2. Stufe: Hemipteren, Dipteren, Libellen: Centralkörper groß, Pilze unbedeutend.

Syromastes marginatus: Becher nicht nachweisbar, Homologon? Centralkörper groß und schön ausgebildet. (Flögel 1878, Fig. 10).

Psila fimetaria: Becher nicht nachweisbar, Homologon? Centralkörper sehr breit, zweiteilig, unterer Teil kleiner (Flögel 1878, Fig. 9).

Musca vomitoria: Becherzellen nachweisbar, Astwinkel deutlich; Centralkörper sehr schön, zweiteilig, unterer Teil kleiner (Berger 1878, Fig. 22; Flögel S. 585).

Aeschna mixta: Jederseits eine Gruppe Becherzellen; Centralkörper groß, hochgewölbt, doppelt (Flögel Fig. 8; Berger 1878).

3. Stufe: Coleopteren, niedere Hymenopteren, Centralkörper noch groß; Pilze in aufsteigender Ausbildung.

Dytiscus marginalis: Jederseits zwei Becherzellengruppen (Ganglienpakete); Centralkörper groß (Berger 1878, Fig. 18; Flögel Fig. 4).

Tenebrio molitor: Keulentypus der Stiele, jederseits 2 Glomerulennmassen, Centralkörper sehr breit, flachgedrückt, 8 gliedrig. (Fig. 4 B).

Cynipiden: Keulentypus (Alten), Balken erkennbar (Flögel); Centralkörper größer als bei Uroceriden dorsoventral eigentümlich zusammengedrückt, zweiteilig (v. Alten 1910, Fig. 12).

Tenthrediniden: Keulentypus (Alten), kaum schon Becher (Flögel); Centralkörper zusammengedrückt, zweiteilig. (v. Alten, Fig. 7, Textfig. 3; Flögel S. 573).

Uroceriden (*Sirex gigas*): Pilze weitergebildet zum primitiven Schalen- oder Bechertypus; Centralkörper kleiner als bei den Cynipiden, zweiteilig (v. Alten 1910, Fig. 14).

4. Stufe: Orthopteren, Lepidopteren, solitäre Hymenopteren ohne Kunsttriebe: Centralkörper noch groß; Pilze mit deutlichen Bechern.

Forficula auricularia: Becher primitiv, Stiele dreiteilig, kompliziert

verlaufend; Centrankörper schön groß, zweiteilig. (H. E. Ziegler 1912 Fig. 4; Flügel Fig. 3; Näheres bei K. Kühnle 1913).

Cossuligniperda: Becher klein, aber deutlich primitiver als *Blatta*; Centrankörper verhältnismäßig groß (Flügel, Fig 5—7, 12).

Periplaneta orientalis: Becher schön mit Glomerulen, ohne Randwulst; Centralk. mittelgroß, zweiteilig, oberer Teil achthgliedrig (Fig. 3. Flügel, Fig. 1 u. 11).

Pompilus viaticus: Pilze relativ kleiner als bei *Formica*, Centrankörper relativ größer als bei *Formica* (Flügel S. 570)

5. Stufe: Solitäre Hymenopteren mit Kunsttrieben: Centrankörper relativ kleiner. Becher der Pilze größer.

Osmia cornuta: Schöne Becher mit beginnendem Randwulst, Centrankörper tritt zurück (v. Alten 1910, Textfig. 15, H. E. Ziegler 1912, Fig. 16).

6. Stufe: Soziale Hymenopteren: Centrankörper klein. Becher der Pilze in höchster Entwicklung.

Apis mellifica: Große Becher mit Randwulst, bei den 3 Formen verschieden, Centrankörper verhältnismäßig klein, bei den 3 Formen konstant (Jonescu 1909, Fig. 16 u. 20; H. E. Ziegler 1912, Fig. 9 u. 10).

Camponotus ligniperdus: Pilze bei den 3 Formen verschieden, am schönsten bei der Arbeiterin; Centrankörper ziemlich klein, hochgewölbt, keine auffallenden Unterschiede bei den 3 Formen (Pietschker Textfig. 14; H. E. Ziegler 1912, Fig. 11—13).

Formica rufa: Pilze sehr groß, Becher mit Randwulst, Centrankörper relativ klein, hochgewölbt (Flügel, Fig. 2).

Vespa vulgaris: Pilze riesig entwickelt, geteilter Randwulst der Becher (Kelch), Centrankörper klein (v. Alten, Fig. 31; H. E. Ziegler 1912, Fig. 18).

Literaturnachweis.

- v. Alten, Zur Phylogenie des Hymenoptereengehirns 1910. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XLVI. Heft 2.
- Berger, Untersuchungen über den Bau des Gehirns u. der Retina der Arthropoden. Arb. a. d. zool. Institut Wien und Triest. Bd. I. 1878.
- Bethe, A., Studien über das Centralnervensystem von *Carcinus maenas*. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XLIV, 1895 und Bd. L, 1897.
- Böttger, O., Das Gehirn eines niederen Insekts (*Lepisma saccharina*) 1910. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 46.
- Flügel, J. H. L., Über den einheitlichen Bau des Gehirns in den verschiedenen Insektenordnungen. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Suppl. Bd. XXX, 1878.
- Jonescu, C. N., Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn der Honigbiene. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 45. 1909.
- Kenyon, C. F., The brain of the Bee. 1896. The Journal of Comparative Neurology Vol. VI.
- , The optic Lobes of the bees brain in the Light of recent neurological methods. 1897. The American Naturalist, Vol. XXXI.
- Pietschker, Das Gehirn der Ameise. 1910. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XLVII.
- H. E. Ziegler, Die Gehirne der Insekten. 1912. Naturw. Wochenschr. Bd. XXVII. S. 433—442.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Bretschneider F.

Artikel/Article: [Der Centrankörper und die pilzförmigen Körper im Gehirn der Insekten. 560-569](#)