

# Innere Struktur

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Acta Tropica**

Band (Jahr): **23 (1966)**

Heft 4

PDF erstellt am: **12.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

*Nervus maxillaris*

Tiefer unten treten die Maxillennerven (Abb. 5) seitlich und vorne aus. Direkt nach dem Verlassen des ZNS teilen sie sich in zwei übereinanderliegende Äste. Der obere Teil ist dicker, verläuft nach vorne und innerviert mit je einer Abzweigung Lacinia, Galea und Palpus. Der untere, dünnere Teil zieht mehr nach lateral und versorgt hauptsächlich die Maxillenmuskulatur.

*Nervus labialis*

Die Abschnitte des Labium werden von zwei Nervenpaaren innerviert: von einem größeren, welches vorne ganz ventral ins USG, und von einem dünnen, das ebenfalls ventral, aber weiter hinten einmündet (Abb. 5).

*Nervus jugalis*

Diesen Namen erhielt nach HOLMGREN (1909) ein dünnes Nervenpaar, das ganz hinten, an der Stelle des Konnektivaustritts, das USG verläßt und in die Halsregion zieht.

**V. Innere Struktur**

Wie wir oben gesehen haben, erkennt man schon äußerlich eine Gliederung des OSG in die drei klassischen Abschnitte des Insektengehirns. Das Proto-, Deuto- und Tritocerebrum lassen sich auch anhand ihrer inneren Strukturen deutlich abgrenzen, während sich das USG wegen der eng verwachsenen Mandibel-, Maxillen- und Labialzentren weniger übersichtlich darstellt.

Um den Aufbau und die Zusammensetzung dieser sechs Hauptabschnitte des Kopf-ZNS zu zeigen, geben wir zunächst eine Übersicht ihrer Teile und Nerven:

**Oberschlundganglion**

## Protocerebrum

Lobi protocerebrales (paarig)

Lobi optici (paarig)

Lamina ganglionaris

Chiasma externa

Medulla externa

Chiasma interna

Medulla interna

- Sehkommissur
- Corpora pedunculata (paarig)
  - Globulizellen
  - Calyx
  - Pedunculus
  - Cauliculus
  - Balken
  - untere rückläufige Wurzel
- Zentralkörper
- Protocerebralbrücke
- Ventralkörper (paarig)
- Protocerebralkommissur
- Pars intercerebralis
- Ocellennerven (paarig)
- Augennerven (paarig)
- Konnektivnerv
- Nerven der Corpora cardiaca (2 Paare)
- Deutocerebrum
  - Deutocerebralkommissur
  - Antennennerven (paarig)
- Tritocerebrum
  - Tritocerebralkommissur
  - Frontolabralnerven (paarig)
  - Oesophagnerven (paarig)
  - Tegumentnerven (paarig)
- Schlundkonnektive (paarig)

### **Unterschlundganglion**

- Mandibelzentrum
  - Mandibelnerven (paarig)
  - Hypopharynxnerv
  - Nerven der Corpora allata (paarig)
- Maxillenzentrum
  - Maxillennerven (paarig)
- Labialzentrum
  - Labialnerven (2 Paare)
  - Jugalnerven (paarig)

### *a) Cytologie*

Das ZNS des Kopfes setzt sich aus verschiedenen Zelltypen zusammen. Wir finden folgende Nervenzellen mit Leitungsaufgaben:

- Verbindungs- und Schalt- bzw. Assoziationsneurone (Syn.),
- motorische Neurone oder Motoneurone,
- neurosekretorische Zellen.

Gliazellen dienen als Stützelemente, und Tracheen sorgen für die Sauerstoffzufuhr. Die genannten Gebilde sind alle ectodermalen

Ursprungs. Im Gegensatz dazu ist das Perilemma, d. h. die Hülle, welche das ZNS und die Nerven umgibt, ein Produkt des Mesoderms.

### Neurone

Die Neurone von *B. bellicosus* entstehen während der Embryonal- und Postembryonalentwicklung aus Neuroblasten. Im ersten Larvenstadium ist erst eine kleine Anzahl von Nervenzellen fertig ausgebildet. Im OSG sind dies ausschließlich Schalt- und Verbindungsneurone, während im USG bereits vereinzelt Motoneurone gefunden werden. Neurosekretzellen lassen sich in diesem Stadium noch nicht nachweisen. In den zweiten Entwicklungsstadien ( $kL^2$ ,  $gL^2$  und  $N^1$ ) findet eine weitgehende Ausdifferenzierung aller drei Zelltypen statt. Die assoziativen Neurone werden stark vermehrt, Motoneurone auch im OSG angelegt und erste Neurosekretzellen differenziert. Die letzten Neuroblasten bilden sich aber erst kurz nach der imaginalen Häutung zu fertigen Neuronen um. Dies erkennen wir daran, daß bei frisch gehäuteten, wenig pigmentierten Adulttieren immer noch Neuroblastenteilungen beobachtet werden. Bei älteren, vollständig auspigmentierten Tieren sind keine Mitosen mehr feststellbar.

Die Neuroblasten besitzen einen etwas länglichen Kern (4 bis  $9\mu\phi$ ) mit granulösem, ziemlich locker angeordnetem Chromatin und meist einem Nucleolus (Abb. 8). Ihr Plasmaanteil ist im Verhältnis zum Kern recht ansehnlich. Reizleitende Fortsätze fehlen den Neuroblasten noch und entstehen erst bei der Umwandlung zu Neuronen. Dies äußert sich auch darin, daß im ZNS junger Entwicklungsstadien, die viele Neuroblasten und wenig Neurone besitzen, das Verhältnis Kern-/Fasermasse deutlich zugunsten der Kernkalotten betont ist. Es ändert sich im Laufe der Weiterentwicklung, wenn sich immer mehr Neurone differenzieren. Die auswachsenden Fortsätze bilden dann gegenüber dem Zellkörperanteil eine zusehends voluminösere Fasermasse.

Der Zelleib der Neurone besteht aus einem Kern mit meist einem, selten zwei oder mehreren Nucleoli und dem umgebenden Plasma. Kerngröße, Chromatindichte und Plasmaanteil schwanken je nach Neurontyp. Alle sind unipolar, d. h. sie besitzen nur einen Zellfortsatz, der sich in Axon (efferent) und Dendriten (afferent) aufteilt.

Auf Grund sämtlicher optisch festgestellten Gegebenheiten kommen wir zu folgender Funktionsbeschreibung. Verbindungs- und Schaltneurone (assoziative Neurone) nehmen sensible Reize auf, die über afferente Fasern in ein Sinneszentrum (z. B. Lobus opticus, Deutocerebrum usw.) gelangen. Diese Impulse werden ent-

weder direkt auf motorische Neurone übertragen, wodurch auf kürzestem Weg eine Impulsumkehr vorgenommen wird; oder sie werden mit solchen aus anderen Sinneszentren assoziiert und dann an efferente Elemente abgegeben. Als weitere Möglichkeit können Verbindungsneurone die Reize zu speziellen Schaltstellen weiterleiten, wo eine reiche Assoziation von Impulsen aus verschiedenen Sinneszentren stattfindet. Von da aus werden die resultierenden Reize zu motorischen Zellen geleitet. Die einzelnen Sinneszentren und Schaltstellen sind später noch zu behandeln. Ihrem Bau nach lassen sich Verbindungs- und Schaltneurone bei *B. bellicosus* nicht unterscheiden. Alle assoziativen Neurone (Abb. 8 b + c) sind relativ klein, variieren aber doch in ihrer Größe. Es sind Zellen mit chromatinreichem Kern und wenig Cytoplasma. Am kleinsten sind die Schaltneurone der Corpora pedunculata (Globulizellen), deren Kern 4—6  $\mu \phi$  aufweist, viel Chromatin besitzt und nur von einer ganz dünnen Plasmaschicht umgeben ist (Abb. 8 b). Jene des Lobus opticus sind etwas größer, und die Assoziationsneurone der weiteren Zentren des Kopf-ZNS sind am größten. Ihre Kerne weisen bis 10  $\mu \phi$  auf, und ihr Plasmateil ist bedeutend besser ausgebildet als bei den Globulizellen (Abb. 8 c).

Motoneurone werden vereinzelt schon bei der ersten Larve im USG angelegt. Bereits zu diesem Zeitpunkt sind sie größer als alle anderen Neurone. Ihr Kern mißt 6—12  $\mu \phi$ , besitzt ein lockeres Chromatingerüst mit meist einem Nucleolus. Ihr Plasmaleib ist groß. In den folgenden Häutungsstadien wachsen diese Motoneurone heran, und auch im OSG werden sie vom 2. Stadium an ausdifferenziert. Die Größe dieser Zellen ist beträchtlich, erreichen sie doch im USG von Soldaten Durchmesser bis zu 25  $\mu$ , wovon der Kern bis 18  $\mu$  einnimmt (Abb. 8 d). Die Motoneurone des OSG sind nicht so groß und messen höchstens 18  $\mu \phi$  (Kern 12  $\mu \phi$ ). Ihre Dendriten nehmen von Schalt- und Verbindungsneuronen Reize auf und leiten sie über das Axon zu Erfolgsorganen.

In ihrer Gestalt gleichen die Neurosekretzellen der Pars intercerebralis (Abb. 8 e) motorischen Neuronen, und es wird angenommen, daß sie aus solchen durch Spezialisierung entstanden sind. Auch sie sind groß ( $\phi$  bis 20  $\mu$ ), besitzen einen relativ chromatinarmen Kern ( $\phi$  bis 10  $\mu$ ) mit einem oder auch zwei bis mehreren Nucleoli. Trotz ihrer Sekretionsfunktion finden sich in Neurosekretzellen, wie in den anderen Neuronen, Neurofibrillen, die auf Reizleitung hindeuten. Nur bei wenigen Tieren, die sich gerade in der imaginalen Häutung befanden, war es möglich, Sekretgrana im Cytoplasma anzufärben. Diese Tatsache deutet darauf hin, daß diese spezialisierten Neurone nur zu gewissen Zeiten aktiv sezernieren.

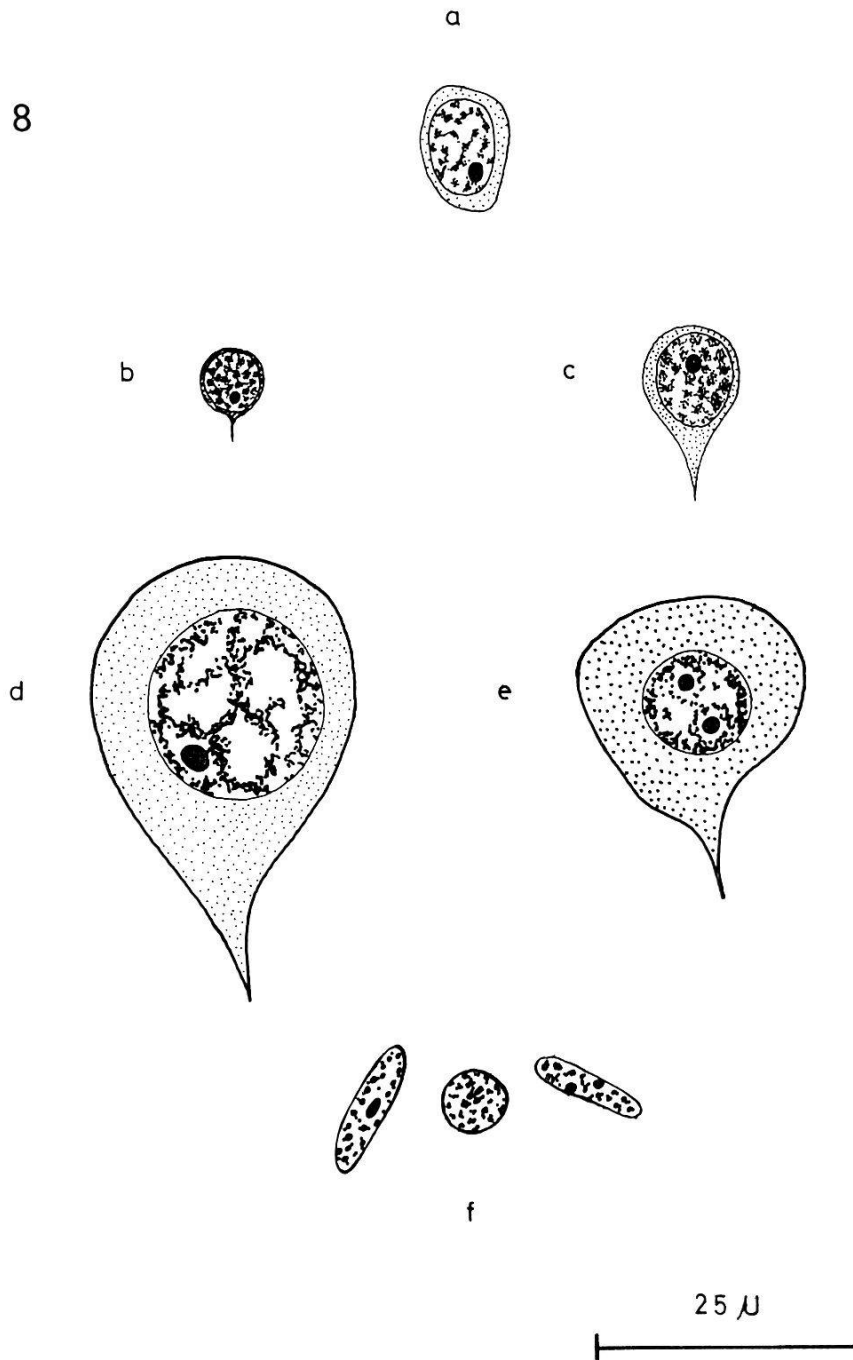


Abb. 8. Zell- und Kerntypen des ZNS nach Haematoxylinfärbung (Heidenhain).

- a Neuroblast aus dem OSG einer ersten Larve ( $L^1$ ).
- b Globulizelle (*Corpora pedunculata*) eines kleinen Arbeiters ( $A^2$ ).
- c Assoziationsneuron aus dem Deutocerebrum des  $A^2$ .
- d Motoneuron (USG) eines kleinen Soldaten ( $S^2$ ).
- e Neurosekretzelle aus der Pars intercerebralis eines alten Weibchens ( $\text{♀}$ ).
- f Gliakerne eines geflügelten Geschlechtstieres (I); der mittlere Kern stammt aus dem Deutocerebrum, die zwei länglichen Kerne aus dem Antennennerv.

### *Gliazellen*

Die Gliazellen im ZNS und in den Nerven von *B. bellicosus* sind Stützelemente ohne nervöse Leitungsaufgaben und liegen zwischen den Neuronen. Hauptsächlich anhand ihrer charakteristischen Kerne (Abb. 8f) lassen sie sich erkennen, indem sie eine deutliche Kernmembran, einen Nucleolus und lockeres, in einzelne Schollen verteiltes Chromatin besitzen. Je nach ihrer Lage weisen die Kerne verschiedene Gestalt auf. In Ganglien, sei es zwischen Zellkörpern oder in der Fasermasse, sind sie rund bis schwach oval, in den Kopfnerven hingegen langgestreckt, spindel- bis stäbchenförmig. Gliazellen sind vom ersten Larvenstadium an vorhanden. Eine Aufteilung in verschiedene Typen, wie das z. B. bei Wirbeltieren möglich ist, läßt sich bei *B. bellicosus* nicht vornehmen. Die Gliazellen zeigen unter sich keine strukturellen Unterschiede und scheinen nur Formabwandlungen eines einzigen Typs darzustellen.

### *Tracheen*

Tracheenabzweigungen der großen Kopfstämme treten in das Gehirn und USG ein und sorgen mit mannigfaltigen Verzweigungen für den Gasaustausch in diesen funktionell aktiven Organen. Ihre Chitinstruktur verleiht zudem dem ZNS eine gewisse innere Festigung.

### *Perilemma*

Das Perilemma besteht nach SCHARRER (1939) aus einer dem ZNS und den Nerven anliegenden einschichtigen mesodermalen Perineuriumzelllage, deren Kerne den Gliakernen ähnlich sind. Diese Zellen bilden nach außen die Neurallamelle, eine Hülle, die sich bei den Kasten von *B. bellicosus* auf eine ganz feine Lamelle beschränkt. Die erste Larve besitzt nur die Perineuriumzellschicht, welche dann in den folgenden Entwicklungsstadien die Neurallamelle bildet.

### *b) Strukturen des Kopf-ZNS*

Bei der Aufstellung der nun folgenden topographischen Schemata werden auch die möglichen Funktionen der verschiedenen Gehirnteile diskutiert. Wir haben die uns gesichert erscheinenden Reizleitungsrichtungen in den Abb. 9 und 10 mit entsprechenden Pfeilen markiert.

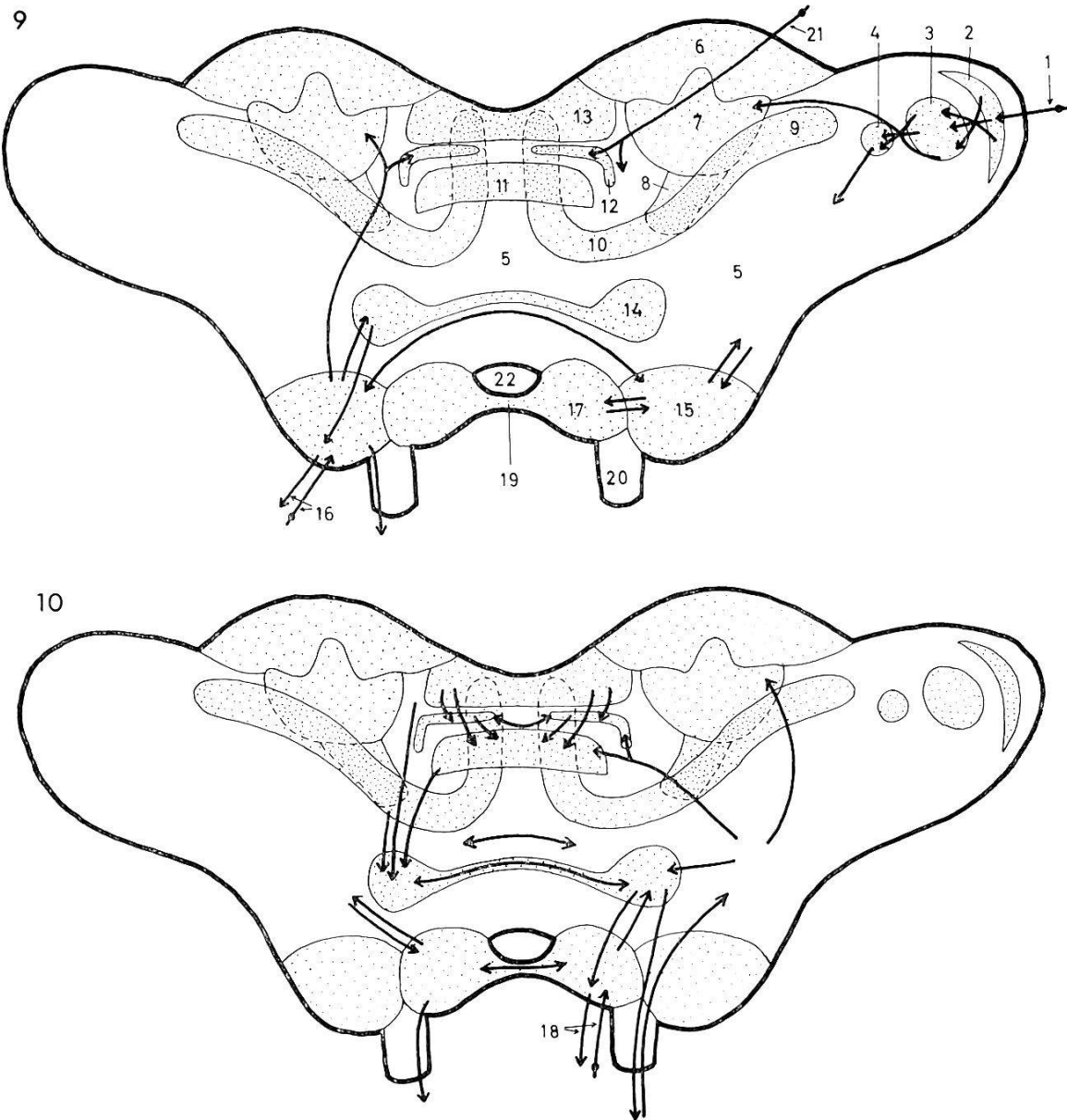


Abb. 9. Schema der nervösen Verbindungen der OSG-Zentren. Der Faserverlauf und die wahrscheinliche Richtung der Reizleitung wird durch Pfeile markiert. Lobus opticus, Ocellennerv und Deutocerebrum.

Abb. 10. Übrige, in Abb. 9 nicht dargestellte Verbindungen der Protocerebralloben, Corpora pedunculata, Zentralkörper, Protocerebralbrücke, Ventralkörper und Tritocerebrum.

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 1  | Nervus opticus                          | 12 | Protocerebralbrücke                          |
| 2  | Lamina ganglionaris                     | 13 | Pars intercerebralis                         |
| 3  | Medulla externa                         | 14 | Ventralkörper                                |
| 4  | Medulla interna                         | 15 | Deutocerebrum                                |
| 5  | Protocerebrallobus                      | 16 | Antennennerv                                 |
| 6  | Globulizellen                           | 17 | Tritocerebrum                                |
| 7  | Calyx                                   | 18 | Tritocerebralnerven                          |
| 8  | Pedunculus                              | 19 | Tritocerebralkommissur<br>(Schlundkommissur) |
| 9  | Cauliculus                              | 20 | Schlundkonnektiv                             |
| 10 | Balken und untere<br>rückläufige Wurzel | 21 | Ocellennerv                                  |
| 11 | Zentralkörper                           | 22 | Oesophag-Durchtritt                          |



### *Protocerebrum*

Den Hauptanteil des Gehirns bildet das Protocerebrum, das über dem Deuto- und Tritocerebrum liegt. Es umfaßt Augen-, Ocellen- und Assoziationszentren sowie die Pars intercerebralis.

### *Lobi optici*

Die lateralen optischen Loben, die Augenzentren, sind bei den geflügelten Männchen und Weibchen aus drei Fasermassen mit dazugehörigen Kerngebieten zusammengesetzt. Distal (links in Abb. 11) liegt die Lamina ganglionaris in Form einer halben Hohlkugel, deren Höhlung nach medio-rostral schaut. Von massiger Gestalt ist die Medulla externa, die das größte Volumen der drei Abschnitte des Lobus opticus besitzt. Die oval-kugelige Medulla interna, an der Innenseite mit dem zentralen Protocerebrum verbunden, ist der kleinste der drei Teile.

Die Zellen des Lobus opticus sind Verbindungs- und Schaltneurone, dazwischen finden sich, wie in allen Teilen des ZNS, Gliaelemente. Solche bilden auch zwischen Medulla interna und externa, zwischen Medulla externa und Lamina ganglionaris je eine kompakte Stützstruktur, die durch enge Zusammenballung von Zellen entstanden ist.

Alle afferenten Nervenfasern kommen vom Auge in die Lamina ganglionaris (Abb. 9), die sie teils durchqueren und sich direkt zur Medulla externa ziehen, oder die Reize werden von den Neuronen der Lamina ganglionaris übernommen und dann zur äußeren Medulla weitergeleitet. Dazwischen liegt das Chiasma externa (gekennzeichnete Pfeile in Abb. 9), das eine räumliche Kreuzung von vielen, aber nicht aller Fasern bewirkt. Das innere Chiasma, zwischen Medulla externa und interna, ist weniger ausgeprägt als das äußere, weil weit mehr Fasern direkt zur Medulla interna ziehen, ohne sich zu kreuzen. Ein deutliches Faserbündel verläßt die äußere Medulla, zieht hinter der Medulla interna durch, wobei aus dieser weitere Fasern aufgenommen werden. Es bildet so die direkte Verbindung zum Calyx der Corpora pedunculata und die Sehkommissur, die über dem Zentralkörper die optischen Loben beider Seiten verbindet. Der Großteil der Nervenbahnen aber verläßt die Medulla interna und tritt in den Protocerebrallobus ein, wo sie mit assoziativen Neuronen dieses Gebiets in Kontakt treten (Abb. 9).

Die direkte Verbindung vom Lobus opticus zum Deutocerebrum, wie sie ZUBERI (1963) bei anderen Termitenarten beschreibt, konnte bei *B. bellicosus* nicht bestätigt werden.

Der Funktionsverlust der Augen und Augennerven bei alten Geschlechtstieren erfaßt auch die einzelnen Teile des Lobus opticus (Abb. 12). Am stärksten werden die Neurone der Lamina ganglionaris zurückgebildet, so daß diese nur noch aus einem schmalen, sichelförmigen Band besteht. Medulla externa und interna werden auch rudimentär, und im gleichen Maße reduzieren sich die Faserverbindungen, wie die beiden Chiasmata, die Bahnen zum Corpus pedunculatum und zum Protocerebrallobus. Im Gegensatz zur großen Zahl der abgebauten Neurone bleiben die Gliaelemente bestehen und werden, wie schon der zurückgebildete Augennerv gezeigt hat, von der Reduktion nicht erfaßt.

Die Untersuchung von männlichen Geschlechtstieren aus jungen Kolonien von *B. bellicosus*, die nach dem Schwärmen während acht Monaten in Zucht gehalten worden sind, zeigte bereits einen weitgehenden Abbau des optischen Systems. Somit geht die Sehfähigkeit der Geschlechtstiere schon bald nach dem Eingraben und der Koloniegründung verloren.

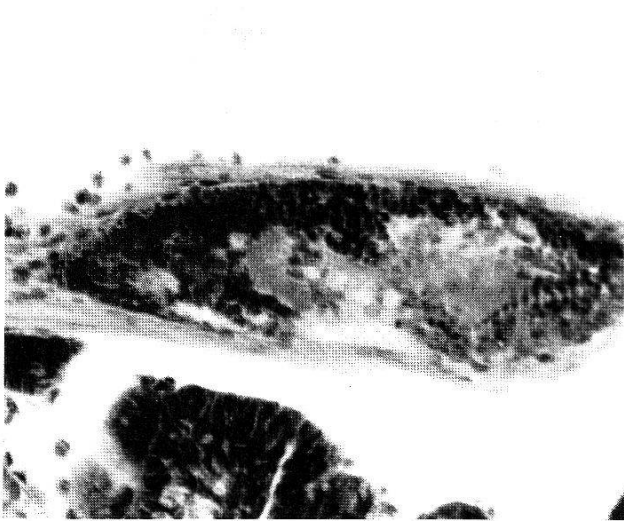
Bei der ersten Larve ist die Anlage des Lobus opticus noch nicht in drei Teile gegliedert (Abb. 14). Die Medulla interna ist schwach angelegt, und eine gemeinsame Bildung von Medulla externa und Lamina ganglionaris vorhanden. Nur wenige ausdifferenzierte Neurone bilden diese kleinen Fasergebiete. Daneben sind schon reichlich Gliazellen vorhanden. Die Faserverbindungen treten kaum in Erscheinung: Chiasmata existieren nicht, die Verbindung des Lobus opticus zum Calyx und zum Lobus protocerebralis ist schwach ausgebildet.

Im ersten und zweiten Nymphenstadium unterscheidet sich die Anlage des Lobus opticus nicht wesentlich von derjenigen der ersten Larve. Es sind mehr Neuroblasten zu Neuronen differenziert, so daß die beiden angelegten Faserteile an Volumen zugenommen haben. Die Verbindungen zwischen der äußeren und der inneren Anlage, die zu den Corpora pedunculata und dem Protocerebrallobus werden deutlicher. Dagegen fehlen die Chiasmata noch immer.

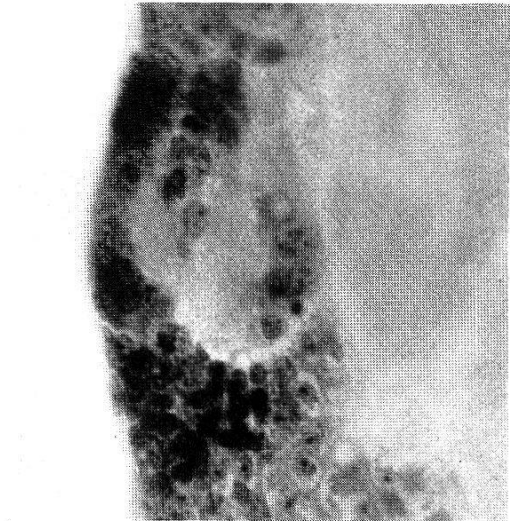
Im dritten Nymphenstadium teilt sich die äußere distale Faser-masse: der caudo-laterale Teil wird zur Lamina ganglionaris, der fronto-mediane Abschnitt zur Medulla externa. Die zahlreicheren afferenten Fasern aus dem sich differenzierenden Auge ziehen in die Lamina ganglionaris-Anlage. Die Verbindung zwischen Lamina ganglionaris und Medulla externa und von da zur inneren Medulla ist in beiden Fällen direkt, ohne Chiasma. Der gesamte Lobus opticus ist schon stark gewachsen. Weitere Mitosen zeigen, daß über die vierte und fünfte Nymphe der Lobus opticus sein Wachstum fortsetzt. Er nähert sich der Strukturierung adulter Tiere, indem



11



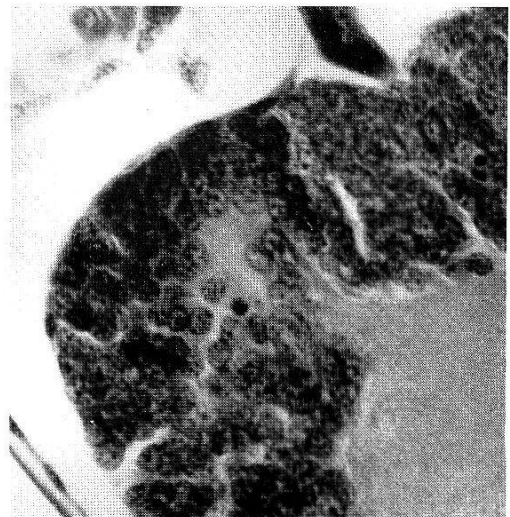
12



13



15



14

die einzelnen Abschnitte ihre endgültige Form und Lage erhalten (Abb. 15), die Chiasmata verwirklicht und die Faserverbindungen zu den anderen Zentren vervollständigt werden. Ähnliche Beobachtungen über Entwicklung und Reduktion des optischen Systems machte RICHARD (1950) an *Kaloterme flavicollis*.

In den Entwicklungsstadien der sterilen Kasten bis zu den Arbeitern und Soldaten bleibt die Anlage des optischen Lobus ungefähr auf dem Stand der ersten Larve stehen (Abb. 13 + 14). Es tritt eine ganz geringe Neuronenvermehrung ein, so daß die Wachstumsrate sehr klein ist. Die Trennung der äußeren Anlage in Lamina ganglionaris und Medulla externa wird selten verwirklicht, meistens aber unterdrückt. Eine Faserverbindung aus dem ebenfalls rudimentären Nervus opticus zur Lamina ganglionaris konnte nicht festgestellt werden. Auch die übrigen Relationen sind alle derart schwach, daß an der Funktionsfähigkeit dieses undifferenzierten optischen Apparates der sterilen Kasten zu zweifeln ist.

Aus dem Vorangehenden ergibt sich, daß das Auge und seine Zentren nur bei den ausschwärmenden Geschlechtstieren von *B. bellicosus* für eine kurze Zeitspanne ihres Lebens eine Bedeutung erlangen, um nachher wieder funktionslos zu werden. Bei allen anderen Kasten und Stadien müssen diese Leistungen durch andere Sinnesorgane und Zentren ersetzt werden.

### Ocellennerven

Der sensible afferente Ocellennerv tritt beidseits ins dorsale Protocerebrum ein, worauf dieser Faserstrang oberhalb vom Calyx, zwischen Cauliculus und Globulizellen medio-ventral zur Protocerebralbrücke zieht. Ein Teil der Fasern geht in die Querverbindung der Brücke über, steht somit auch in engem Kontakt mit dem Zentralkörper. Die restlichen Fasern ziehen neben der Brücke ins ventrale Protocerebrum (Abb. 9). Ein eigentliches Ocellenzentrum, wie wir es im Falle der Augen im Lobus opticus finden, fehlt im ZNS von *B. bellicosus*. Die Verbindungen der Ocellen

---

Abb. 11. Lobus opticus einer geflügelten Imago (I). Von rechts nach links sind die Medulla interna, Medulla externa und die Lamina ganglionaris sichtbar. Der auf die ganze Fläche anschließende Nervus opticus ist angeschnitten. Frontalschnitt (wie auch Abb. 12—22), Vergr. 255 ×.

Abb. 12. Abgebauter Lobus und N. opticus eines alten Weibchens (♀). Vergr. 255 ×.

Abb. 13. Undifferenzierter Lob. opt. eines großen Arbeiters (A<sup>1</sup>). Vergr. 510 ×.

Abb. 14. Anlage des Lob. opt. bei der ersten Larve (L<sup>1</sup>). Die Lamina ganglionaris ist nicht sichtbar. Vergr. 510 ×.

Abb. 15. Bildung der Lamina ganglionaris im vierten Nymphenstadium (N<sup>4</sup>). Medulla externa und interna treten deutlich in Erscheinung. Vergr. 255 ×.

zu den Ventralkörpern und zum Deutocerebrum, wie sie ZUBERI (1959) bei *Ancistrotermes latinotus* beschreibt, konnten wir bei *B. bellicosus* nicht finden.

Durch eine ähnliche Reduktion, wie wir sie beim optischen Apparat beobachtet haben, gehen sämtliche sensiblen Elemente der Ocellen bei alten Geschlechtstieren verloren. Da die oben beschriebenen Faserzüge im Gehirn der Geflügelten aus den Fortsätzen der primären Sinneszellen bestehen, werden sie vollkommen abgebaut, wodurch auch die Protocerebralbrücke an Mächtigkeit einbüßt.

Bei Larven, Arbeitern und Soldaten fehlt jegliche Anlage des Ocellensystems. Auch im ersten Nymphenstadium ist noch keine solche Bildung vorhanden.

Mit dem Auftreten der Ocellen im zweiten Nymphenstadium und der folgenden Ausdifferenzierung bis zu den adulten Tieren beginnt die Bildung der Faserverbindungen zu den genannten Abschnitten des Protocerebrum.

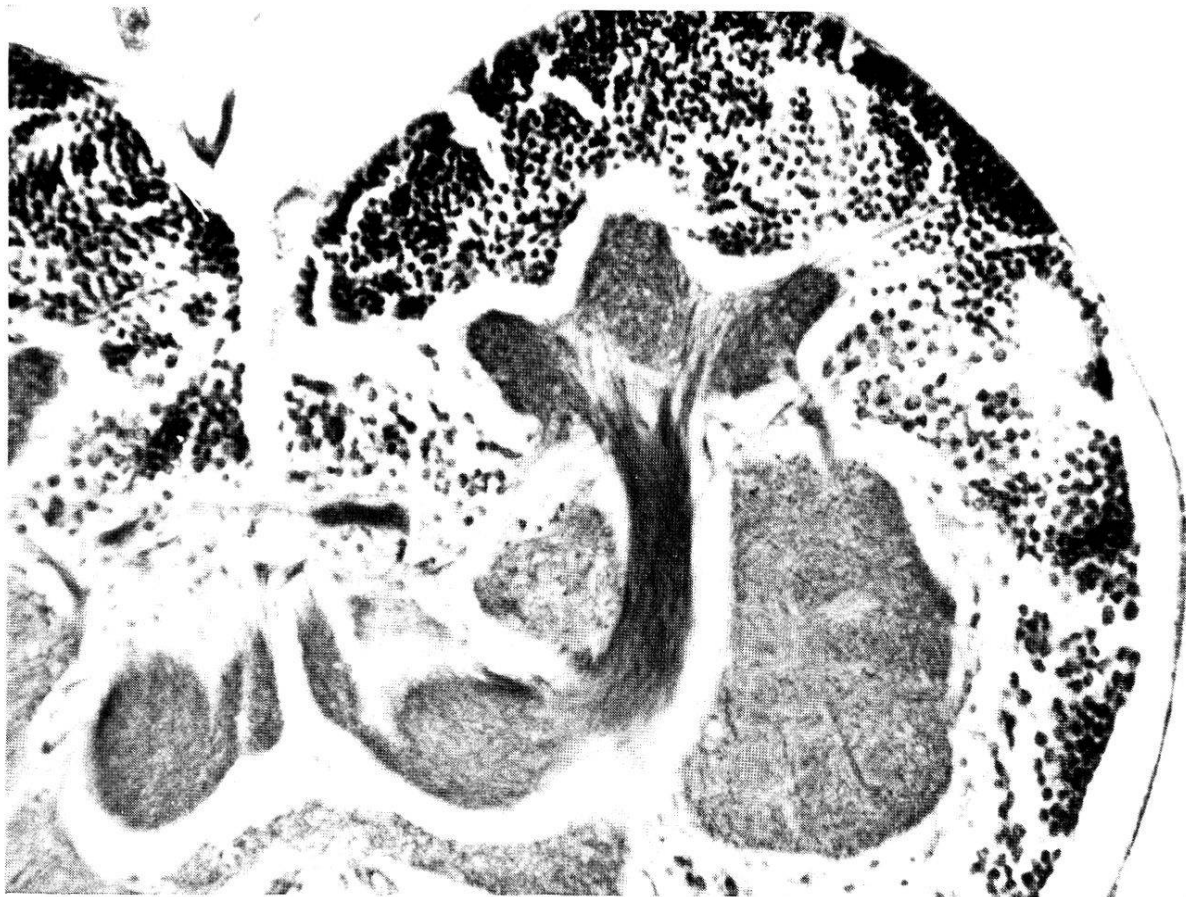
Es ergeben sich somit gewisse Parallelen in der Anlage, Ausdifferenzierung und Reduktion der Augen- und Ocellensysteme. Dennoch bestehen Unterschiede darin, indem im Falle der Ocellen bei Larven und asexuellen Kasten jegliche Anlage fehlt, die bei Nymphen erst vom zweiten Stadium an auftritt und indem im Gehirn kein eigenes, reines Ocellenzentrum besteht.

### *Corpora pedunculata*

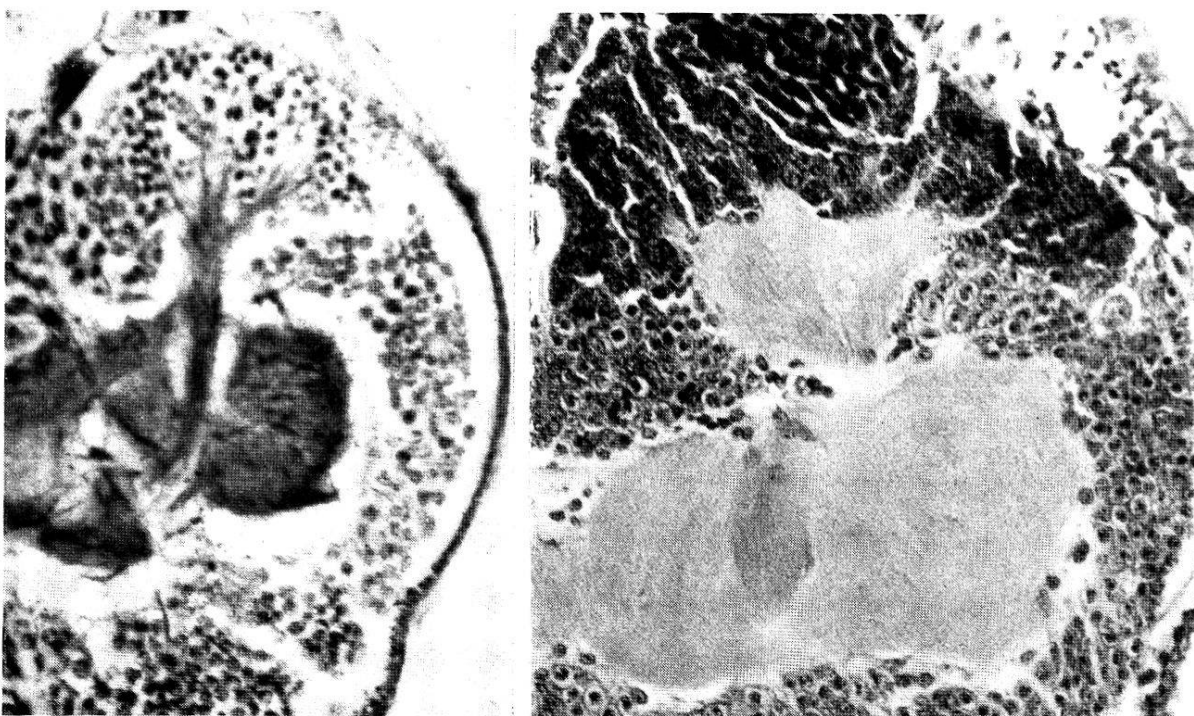
Die Corpora pedunculata beginnen caudal und dorsal im Protocerebrum und reichen weit nach frontal und ventral. Sie schließen von beiden Seiten die Pars intercerebralis, die Protocerebralbrücke und den Zentralkörper ein, der über ihren unteren, rückläufigen Wurzeln liegt. Über ihre Bedeutung wurden die verschiedensten Hypothesen aufgestellt. Teils wurden sie als «Intelligenzzentren» (BRUN, 1923), «psychische Zentren» (THOMPSON, 1913; HOLMGREN, 1916) bezeichnet, oder auch für Gedächtnisleistungen verantwortlich gemacht (BRETSCHNEIDER, 1914).

Die morphologisch-histologischen Untersuchungen lassen die dominierende Stellung der Corpora pedunculata im Gehirn von *B. bellicosus* und die Verbindungen mit anderen Zentren erkennen, so daß hier sicher ein bedeutendes Schalt-, bzw. Assoziationszentrum vorliegt.

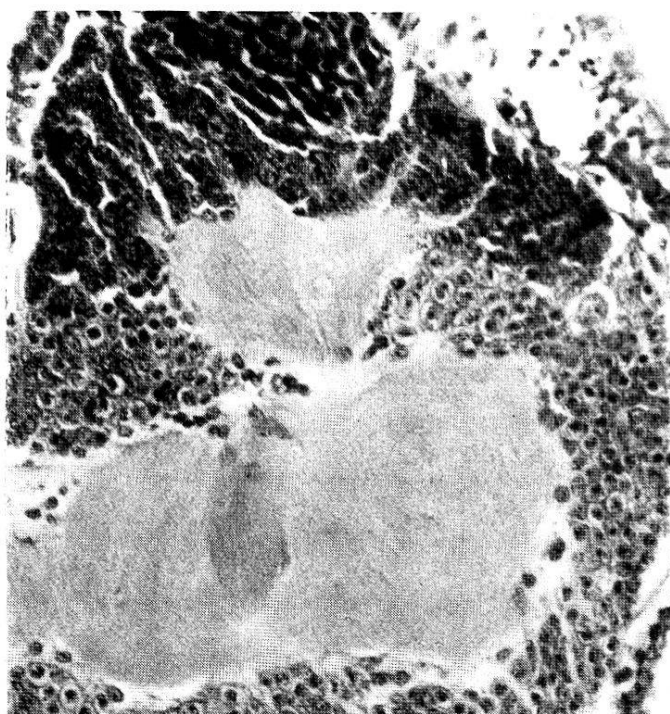
Die Globulizellen der geflügelten Geschlechtstiere bilden in beiden Hemisphären eine flache Kuppe im dorso-caudalen Teil des Protocerebrum, die median von der Pars intercerebralis, lateral vom Lobus opticus begrenzt wird. THOMPSON (1913) zeigte bei



16



17



18

*Abb. 16.* Linkes Corpus pedunculatum eines kleinen Arbeiters ( $A^2$ ). Aus der caudalen Globulizellkuppe (oben) ziehen die Fortsätze in den Calyx. Gebündelte Fasern formen den Pedunculus, der auf der Abb. nach unten zieht. Auch der medianwärts abgebogene Balken und der Anfang der unteren rückläufigen Wurzel sind zu erkennen. Silberimprägnation, Vergr.  $255 \times$ .

*Abb. 17.* Anlage des Corp. ped. bei der ersten Larve ( $L^1$ ). Spärliche Globulizellen (dunkel) neben Neuroblasten. Calyx und Pedunculus schwach. Silberimprägnation, Vergr.  $255 \times$ .

*Abb. 18.* Starke Entwicklung des Corp. ped. zum zweiten Larvenstadium ( $gL^2$ ). Viele Globulizellen, Calyx deutlich, der caudalwärts ziehende Teil des Cauliculus ist angeschnitten. Vergr.  $255 \times$ .

mehreren Ameisenarten, daß diese vier verschiedene Globulitypen besitzen. Im Gegensatz dazu sind diejenigen von *B. bellicosus* alle gleich. Die reizleitenden Fortsätze dieser Schaltneurone ziehen in den sogenannten Calyx (Abb. 16), der von unzähligen Verknüpfungsstellen afferenter Axone mit den Dendriten dieser Zellen gebildet wird. Dadurch kommt auch die Glomerulstruktur (= dichte Faserknäuel) des Calyx zustande. Lateral tritt ein starker Faserzug, der aus dem Protocerebrallobus und dem Lobus opticus stammt, median ein solcher aus dem Deutocerebrum, in den Calyx ein (Abb. 9 und 10). Die Axone der Globulizellen durchqueren den Calyx und bilden als dichtes Faserbündel den Pedunculus (Abb. 16), der nach frontal und leicht ventralwärts zieht. Vor dem oberen Teil des Deutocerebrum biegt er scharf nach median ab und teilt sich in Cauliculus und Balken. Der Cauliculus entsteht aus den dorsalen Fasern des Pedunculus, biegt zunächst nach caudal um und verläuft dann dorso-lateralwärts. Er endet an der Grenze zwischen den Globulizellen und dem Lobus opticus, direkt an der Perilemmawand mit einer schwachen Verdickung, die sich leicht nach ventral und caudal erstreckt. Der Balken, aus den ventralen Fasern des Pedunculus gebildet, ist kurz, verläuft medianwärts, um bald nach caudal umzubiegen. Von dieser Stelle an wird er, obwohl keine Strukturänderung eintritt, untere rückläufige Wurzel genannt; diese ist bei *B. bellicosus* lang und dick und verläuft unter dem Zentralkörper caudalwärts bis an das Ende des Gehirns (parallel zur unteren rückläufigen Wurzel der Gegenseite), wo noch eine leichte Ventralkrümmung erfolgt. Eine Verbindung zwischen rechter und linker Wurzel besteht nicht. Dorsal und median besitzt jede einen etwas von ihr abgehobenen Wulst, der den Zentralkörper beinahe berührt, jedoch nicht mit ihm in Faserverbindung steht. BRUN (1932) zeigt, daß die unteren rückläufigen Wurzeln bei sozialen Hymenopteren vorkommen und beweist anhand von Schnittserien, daß es sich um Teile der Corpora pedunculata und nicht um Ocellenzentren handelt.

Cauliculus und untere rückläufige Wurzel weisen je einen größeren Durchmesser auf als der Pedunculus, aus dem ihre Fasern stammen. Diese Volumenvergrößerung resultiert aus einer starken Verzweigung und Vernetzung der Fasern, vor allem gegen die Enden beider Abschnitte zu.

Die einzige, feststellbare efferente Verbindung der Corpora pedunculata zu anderen Zentren bilden Fasern, die aus der Umbiegungsstelle des Pedunculus zum Zentralkörper führen (Abb. 10). Eine direkte Verbindung zum Zentralkörper, wie sie THOMPSON (1913, 1914) bei Ameisen und Hummeln gesehen hat, besteht nicht.

Bei alten Geschlechtstieren, deren optische Zentren abgebaut

sind, zeigen die Corpora pedunculata ein beinahe gleiches Bild wie bei Geflügelten. Einzig jenes Faserbündel, welches vom Lobus opticus und vom Protocerebrallobus lateral in den Calyx eintritt, ist etwas schwächer geworden.

Da auch bei den sterilen, augenlosen Kasten die Corpora pedunculata gut ausgebildet sind, haben sie offensichtlich nicht nur optische Leistungen zu vollbringen, sondern wohl auch übergeordnete Schaltaufgaben und Funktionen zu erfüllen.

Die Globulizellkuppen großer und kleiner Arbeiter sind stärker gewölbt und mächtiger als bei den Geschlechtstieren. Ihre beidseitigen Zellgruppen berühren sich beinahe in der Medianen (Abb. 16), so daß sie die Pars intercerebralis ins Innere des Gehirns drängen (Abb. 21). Der Balken ist kürzer und der lateral in den Calyx ein tretende Faserzug schwächer als bei Geflügelten, da die optischen Bahnen fehlen.

Die Verhältnisse bei den Soldaten und Vorsoldaten gleichen denjenigen bei den Arbeitern weitgehend. Lediglich die Globulikuppe ist etwas weniger mächtig und das Ende des Cauliculus weiter nach ventral abgebogen. Die enorme Stirndrüse der großen Soldaten hat keinen Einfluß auf die innere Gestalt des Gehirns.

Im ersten Larvenstadium finden wir nur wenige ausdifferenzierte Globulizellen, die eine kleine, von Neuroblasten umgebene Gruppe bilden (Abb. 17). Auch die afferenten Faserzüge, die sich mit den Dendriten der Corpora pedunculata-Zellen verästeln, sind äußerst schwach entwickelt, so daß der Calyx noch sehr klein ist. Auch die Anlagen des Pedunculus, Cauliculus und des Balkens weisen geringe Größe auf. Der Cauliculus erreicht die Perilemma wand noch nicht, und der nur leicht nach caudal abbiegende Balken endet unter der Zentralkörperanlage, so daß nicht von einer unteren rückläufigen Wurzel gesprochen werden kann. Die efferente Verbindung der Corpora pedunculata aus der Umbiegungsstelle des Pedunculus in den Balken, die zum Ventralkörper führt, ist schwach angelegt. Alle in Entwicklung begriffenen Teile des Gehirns, nicht nur die Corpora pedunculata, sind bereits von zahlreichen Gliazellen begleitet, die sich vor allem im Grenzgebiet zwischen den verschiedenen Zentren befinden.

Vergleichen wir die zweiten Entwicklungsstadien ( $kL^2$ ,  $gL^2$ ,  $N^1$ ) mit der ersten Larve, so stellen wir fest, daß die Corpora pedunculata stark gewachsen sind. Viele ausdifferenzierte Schaltneurone bilden jetzt eine schon große Globulizellkuppe (Abb. 18). Weil auch die afferenten Faserzüge stärker geworden sind, tritt der Calyx deutlich in Erscheinung. Ein kräftiger Pedunculus zieht nach fronto-ventral, und der Cauliculus erreicht die Perilemma wand. Der Balken biegt gleich nach caudal in die auswachsende



untere rückläufige Wurzel um, die jetzt beinahe bis an das Hinterende des Gehirns reicht. Auch der dorso-mediane Wulst der Wurzel ist bei den zweiten Stadien vorhanden. Wie alle Faserzüge, ist die efferente Verbindung zum Ventralkörper deutlich ausgebildet.

Die schwache Anlage der Corpora pedunculata bei der ersten Larve erfährt eine auffällige Entwicklung beim Übergang zum zweiten Stadium. Dies deutet wohl auf eine Funktionssteigerung hin, welche sowohl bei den Entwicklungsstadien zu Arbeitern und Soldaten als auch zu Geschlechtstieren beträchtlich sein muß.

Über die folgenden Larven und Nymphen bis zu den Adulttieren differenzieren sich die Corpora pedunculata fertig aus. Hauptsächlich findet noch Wachstum und Verstärkung der einzelnen Abschnitte und Verbindungen statt.

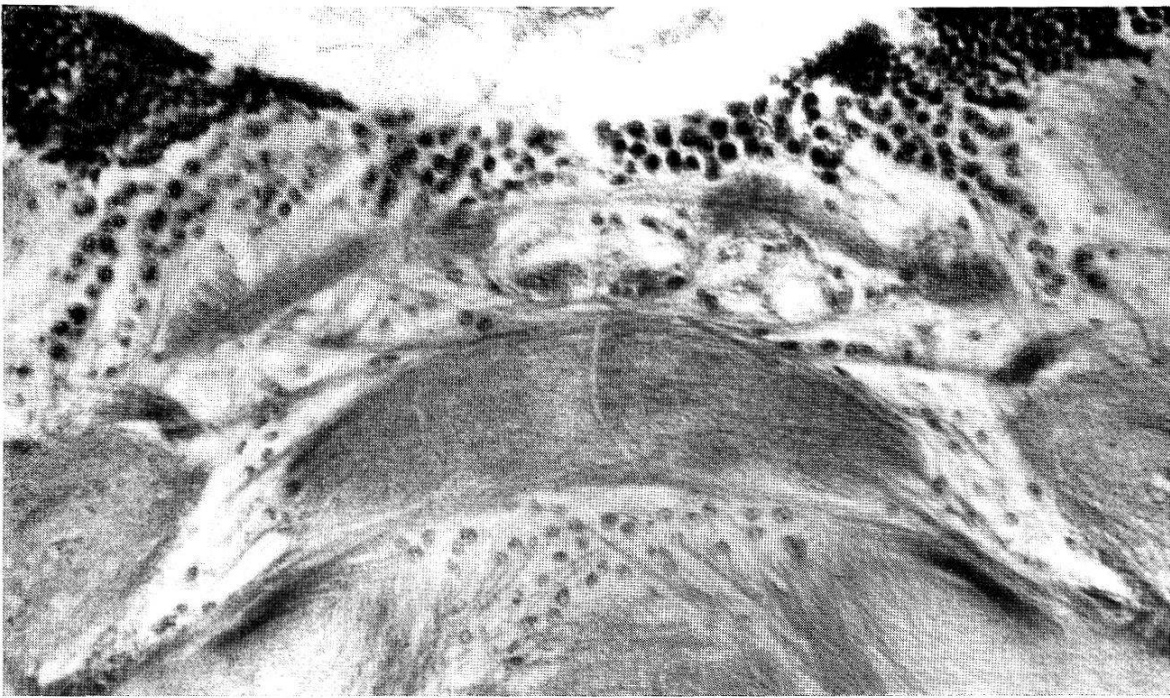
### *Zentralkörper*

Ein weiteres wichtiges Schaltzentrum ist der Zentralkörper, der über den unteren rückläufigen Wurzeln und zusammen mit der Protocerebralbrücke vor der Pars intercerebralis liegt. Er ist ein dichter Faserblock, dessen Hinterseite konvex und dessen Vorderseite leicht konkav ist (Abb. 19). Ventral, unweit der Medianen, besitzt der Zentralkörper Vorsprünge, die in engem Kontakt mit den Wülsten der untern rückläufigen Wurzeln stehen, ohne jedoch mit diesen eine Verbindung einzugehen. Seine Zellkörper liegen in der Pars intercerebralis, zusammen mit solchen der Protocerebralbrücke, die, wie wir noch sehen werden, mit dem Zentralkörper stark verbunden ist (Abb. 19). Afferente Fasern treten caudal, dorsal und lateral aus den Protocerebralloben und der Brücke in den Zentralkörper ein (Abb. 9 und 10). Sie alle kommen in ihm untereinander und mit den Fortsätzen der zentralkörper eigenen Neurone in engen Kontakt. Auf ihrem inneren Verlauf findet für viele eine Kreuzung zur Gegenseite statt, hingegen werden die übrigen nicht in das Chiasma hineinbezogen. Unten an der leicht konkaven Vorderseite bündeln sich die efferenten Bahnen und ziehen zu den Ventralkörpern (Abb. 10).

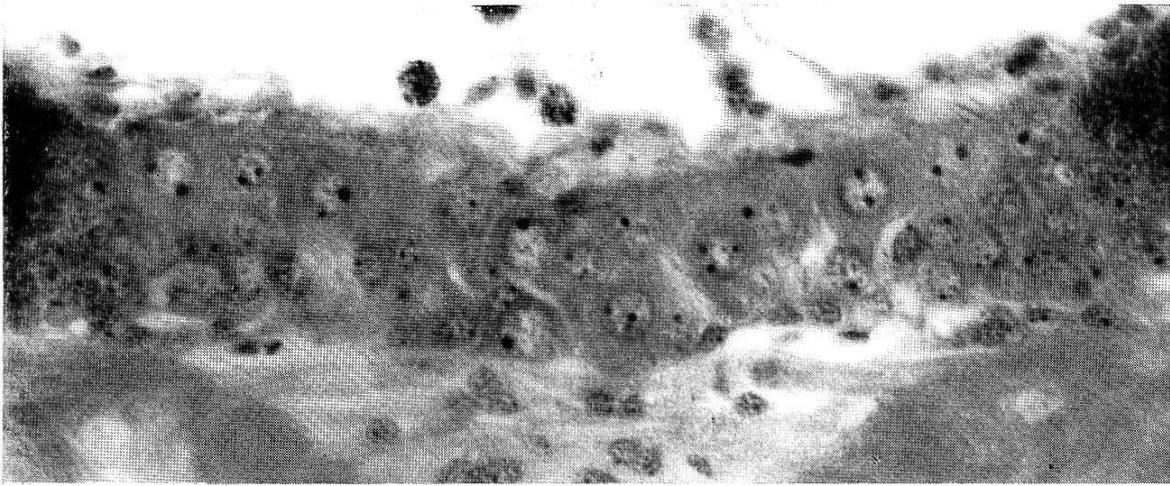
Bei alten Geschlechtstieren ist der Zentralkörper etwas kleiner geworden. Auch die afferenten und efferenten Verbindungen sind schwächer, da vor allem Faserzüge aus dem optischen System und den Ocellen fehlen. Doch macht der gesamte Apparat durchwegs einen funktionstüchtigen Eindruck.

Der Zentralkörper und seine Faserverbindungen bei sterilen Kasten zeigen das gleiche Bild wie bei den Geflügelten, einzig fehlen die afferenten Bahnen der Ocellen und des Lobus opticus.

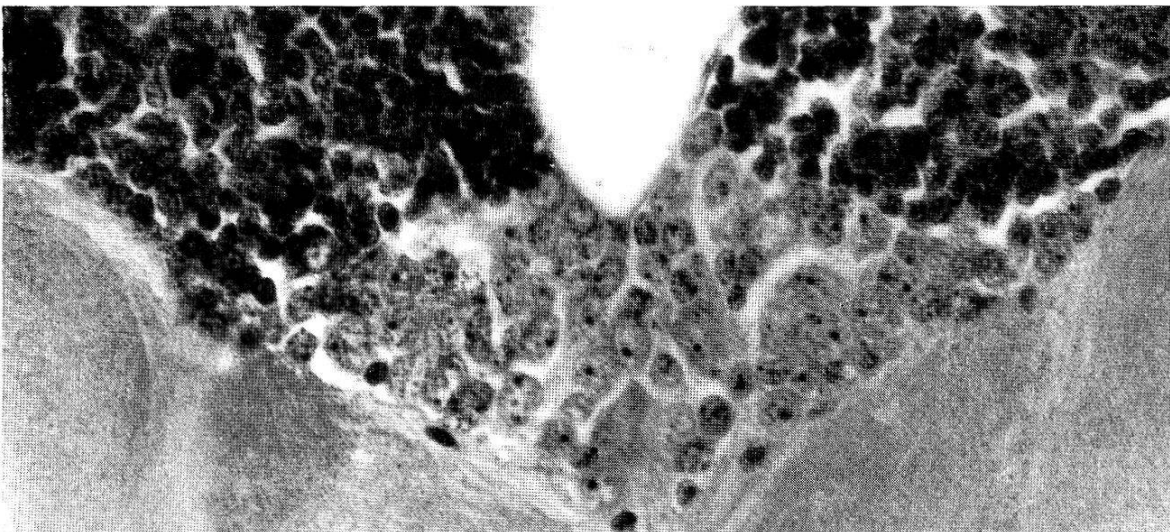
Seine Anlage ist schon bei der ersten Larve deutlich ausdiffe-



19



20



21

*Abb. 19.* Zentralkörper und Protocerebralbrücke (I). Fasern treten caudal (oben) aus der Brücke und den Protocerebralloben in den Zentralkörper ein. Bahnen verlassen ihn rostral (unten), um zu den Ventralkörpern zu ziehen. Silberimprägation, Vergr. 255  $\times$ .

*Abb. 20.* Große Zellen der Pars intercerebralis (♀). Am untern Bildrand sind Gliakerne zu erkennen. Vergr. 510  $\times$ .

*Abb. 21.* Die von den mächtigen Globulizellkuppen ins Innere des Gehirns gedrängte Pars intercer. eines kleinen Arbeiters ( $A^2$ ). Vergr. 510  $\times$ .

renziert. Die dazugehörenden Schaltneurone bilden mit denjenigen der Protocerebralbrücke einen wesentlichen Teil der Pars intercerebralis und sind neben den Neuroblasten als dichte Gruppe gut sichtbar.

Die folgende Entwicklung zeigt keine Besonderheiten, indem durch kontinuierliche Differenzierung und stetiges Wachstum über die nächsten Stadien der Adultzustand erreicht wird. Der Zentralkörper weist also im Gegensatz zu den Corpora pedunculata keine sprunghafte Ausbildung vom ersten zu den zweiten Stadien auf, da er von Beginn der postembryonalen Entwicklung an schon gut angelegt ist.

### *Protocerebralbrücke*

Die Protocerebralbrücke liegt direkt hinter dem Zentralkörper und verbindet den rechten und linken Protocerebrallobus. Sie besteht beidseitig aus einem vertikalen und einem horizontalen Abschnitt, der vor der Medianen endet und mit der Gegenseite durch Fasern verbunden ist (Abb. 19). Aus den Protocerebralloben, den Ocellennerven und dem Deutocerebrum ziehen afferente Bahnen ein, die mit brückeneigenen Elementen in Kontakt treten, welche ihrerseits den Zentralkörper versorgen (Abb. 9 und 10).

Die Brücke der alten Geschlechtstiere hat, weil die Ocellenbahnen fehlen, etwas an Volumen verloren. Die übrigen Verbindungen bleiben alle bestehen, was auch für Arbeiter und Soldaten zutrifft.

Die postembryonale Entwicklung aus der Anlage im Gehirn der ersten Larve geht analog wie beim Zentralkörper vor sich.

### *Ventralkörper*

Die Ventralkörper, zwei kompakte Fasermassen, liegen im rostralen Protocerebrum, vor den unteren rückläufigen Wurzeln, hinter dem Deutocerebrum und etwas tiefer als der Zentralkörper. Sie werden von der Protocerebralkommissur, die in engem Kontakt mit der Deutocerebralkommissur steht, verbunden (Abb. 10). Das Zellgebiet der Ventralkörper liegt neben den rückläufigen Wurzeln, unter der Pars intercerebralis, und besteht aus großen assoziativen Neuronen, deren Fortsätze rostralwärts in die Ventralkörper ziehen. Dort übernehmen sie Reize, die aus dem Zentralkörper, den Corpora pedunculata, den Protocerebralloben, dem Deutocerebrum und dem Tritocerebrum eintreffen, um sie zu den motorischen Zentren des Deuto-, Tritocerebrum und durch die Schlundkonnective ins USG zu leiten (Abb. 9 und 10).

Diesen Sachverhalt findet man bei allen Kasten und auch bei alten Geschlechtstieren von *B. bellicosus*.

Der Anlage des ersten Larvenstadiums fehlen noch viele Neurone, die erst in späteren Stadien fertig gebildet werden.

### *Pars intercerebralis*

Das Zellgebiet der Pars intercerebralis (Abb. 20 und 21) beginnt dorsal zwischen den Globulizellkuppen und erstreckt sich bis zu den rückläufigen Wurzeln. Davor liegen die Protocerebralbrücke und der Zentralkörper. Im obersten Abschnitt befinden sich, dicht beisammen, zwei mediane und zwei laterale Gruppen neurosekretorischer Zellen, die mit ihren Axonen die Corpora cardiaca-Nerven versorgen. Zum Teil mit diesen Zellen vermischt, aber hauptsächlich unter ihnen, folgen die assoziativen Neurone der Protocerebralbrücke und des Zentralkörpers. Dazwischen liegen, wie überall im ZNS, zahlreiche Gliazellen (Abb. 20 und 21).

Die Pars intercerebralis funktioneller Geschlechtstiere unterscheidet sich wenig von derjenigen der Geflügelten, außer daß die Plasmakörper der Neurosekretzellen (Abb. 20), vor allem bei den Weibchen, etwas größer sind.

Da bei Arbeitern und Soldaten die Globulizellkuppen stärker medianwärts rücken, wird die Pars intercerebralis mehr ins Innere des Gehirns gedrängt (Abb. 16 und 21). Auch sind die Neurosekretzellen kleiner als bei Geflügelten.

Die Anlage im ersten Larvenstadium wird von der weit nach innen ragenden Perilemmawand in zwei Hälften geteilt. Assoziative Neurone sind neben Neuroblasten und Gliazellen vorhanden, hingegen fehlen die Neurosekretzellen. In den folgenden Entwicklungsstadien verschwindet die Trennung der beiden Pars intercerebralis-Hälften. Es entstehen weitere Schaltneurone, und die neurosekretorischen Zellen werden ausdifferenziert.

### *Protocerebralloben*

Die Protocerebralloben bestehen aus vielen Schaltneuronen, denen Reize von allen sensiblen Zentren des Gehirns und durch die Schlundkonnective auch aus dem USG übermittelt werden (Abb. 9 und 10). Daraus entstehen unzählige Möglichkeiten der Assoziation, die durch Querverbindungen noch vermehrt werden. Aus den Protocerebralloben ziehen Bahnen zu den Corpora pedunculata, zum Zentralkörper, ins Deuto- und Tritocerebrum (Abb. 9 und 10).

Der Aufbau der Protocerebralloben mit seinen peripheren Kerngebieten gleicht sich bei allen Kasten, lediglich fehlen den alten Geschlechtstieren, den Arbeitern und Soldaten die einziehenden Bahnen aus den Lobi optici und den Ocellen.

Im Gehirn der ersten Larve nehmen die Protocerebralloblen gegenüber den andern Zentren viel mehr Raum ein als bei Adulttieren. Die spezialisierten Zentren entwickeln sich erst nachträglich stärker und gelangen möglicherweise später zu Bedeutung als die Protocerebralloblen. Ihre Weiterentwicklung besteht darin, daß sich die restlichen Neuroblasten zu Neuronen differenzieren und die Verbindungen von und zu den anderen ZNS-Teilen verstärkt werden.

### *Deutocerebrum*

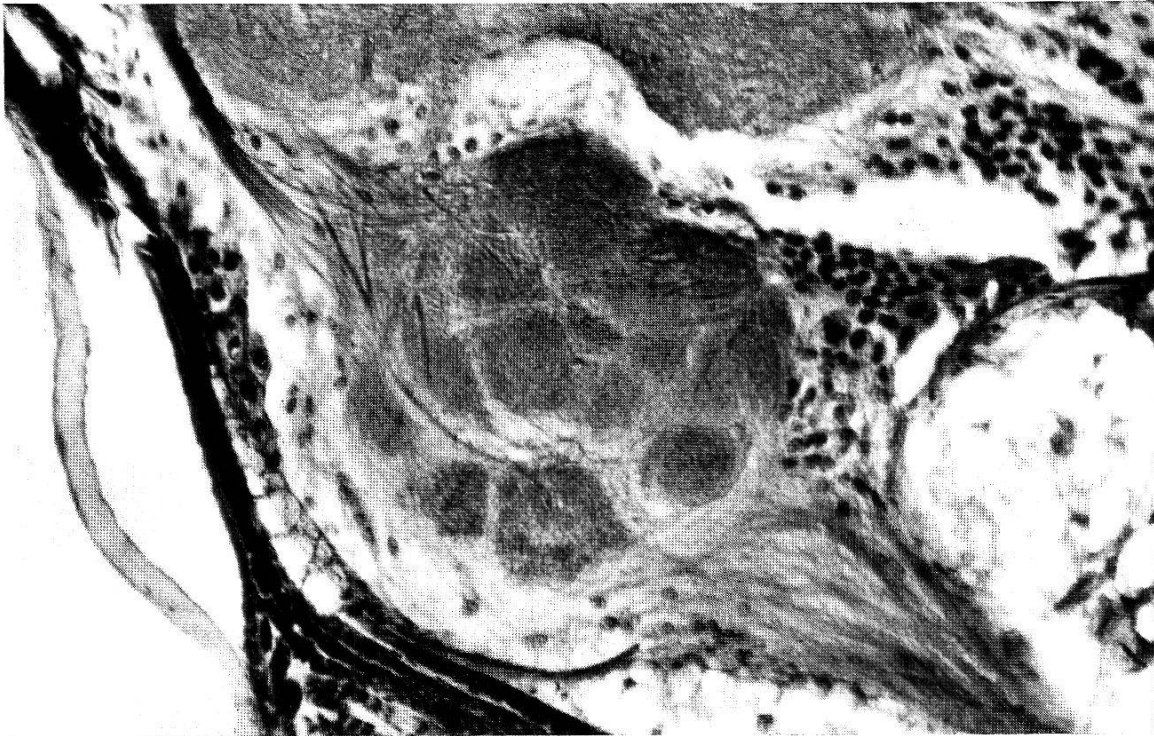
Das Deutocerebrum bildet die paarigen Antennenzentren, welche beidseitig vor dem Protocerebrum, medianwärts vom Lobus opticus liegen. Der dorsal nur lockere Kontakt mit den Protocerebralloblen wird ventral enger und ventro-median schließt das Tritocerebrum an das Deutocerebrum an.

Ein Antennenzentrum wird aus verschiedenen Elementen gebildet. Aus dem Fühler treten afferente, sensible Fasern ein, die sich verästeln und mit den Dendriten der deutocerebralen Assoziationsneurone dichte Knäuel, die sogenannten Glomeruli, bilden (Abb. 22). Die Axone dieser Zellen leiten Reize weiter zu den Corpora pedunculata, zum Zentralkörper, ins Grundprotocerebrum und durch die Deutocerebralkommissur zum Zentrum der Gegenseite (Abb. 9). Ein Faserübertritt ins Tritocerebrum und ins USG wird auch beobachtet. Daneben finden sich, vor allem im ventralen Deutocerebrum, einige motorische Neurone, welche Impulse entweder direkt von eigenen Schaltzellen oder aus dem Ventralkörper erhalten und diese durch den ventralen Teil des Antennennervs zu den Effektoren leiten. Die Ansicht von ZUBERI (1963), daß die motorischen Bahnen des Antennennervs bei *Trinervitermes tchadensis* aus dem USG stammen, können wir bei *B. bellicosus* nicht bestätigen.

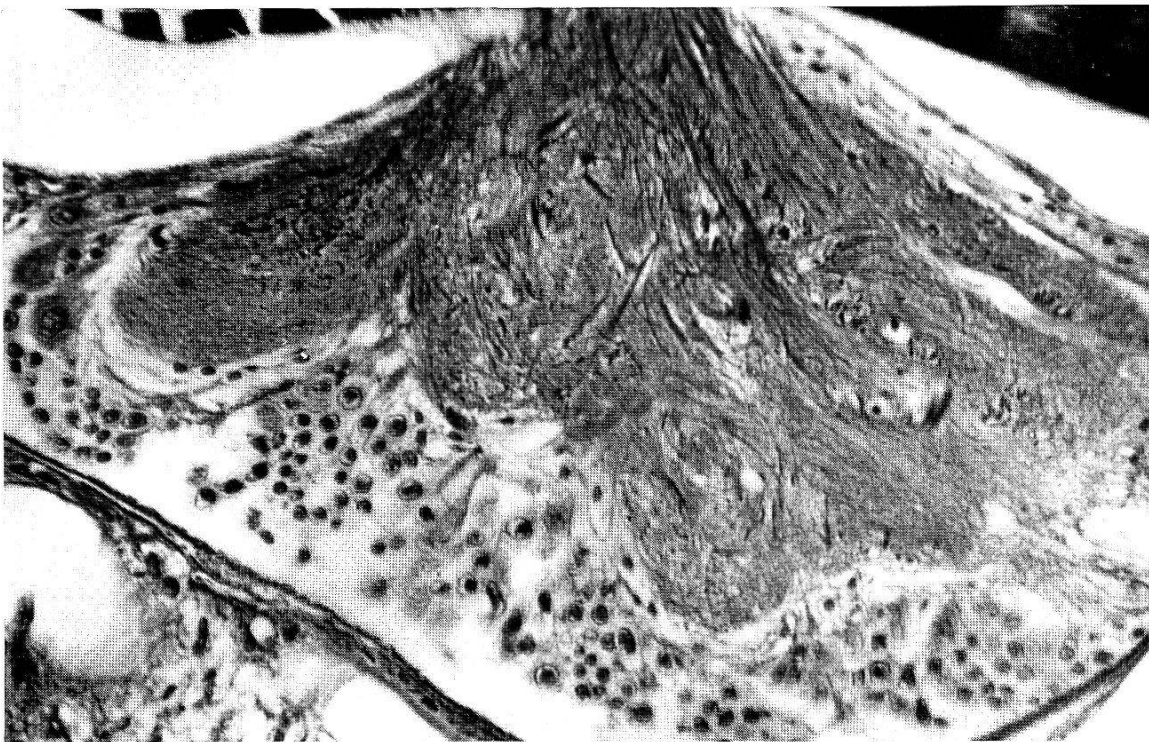
Die sensible Bedeutung des Deutocerebrum ist viel stärker als die Motorik, da nur die eigene Antennenmuskulatur motorisch zu versorgen ist. Die Verbindungen zu anderen ZNS-Teilen und das Deutocerebrum selbst sind bei allen Kasten und auch bei alten Geschlechtstieren gut ausgebildet.

Schon die erste Larve besitzt ein Deutocerebrum, welches bereits etliche afferente Fasern aus den Antennen erhält, sowie assoziative Neurone und die Verbindungen zu den anderen Zentren in ihrer Anlage aufweist. Die Verästelungen im Deutocerebrum selbst sind noch nicht so ausgeprägt, daß eine Glomerulstruktur entsteht. Auch fehlen der ersten Larve motorische Elemente.

Das Deutocerebrum macht vom ersten zum zweiten Stadium



22



23

*Abb. 22.* Deutocerebrum einer geflügelten Imago (I). Unten rechts der Antennennerv, in der Mitte die sog. «Glomeruli», oben links der Faserzug zu den Corpora pedunculata. Silberimprägnation, Vergr. 255  $\times$ .

*Abb. 23.* Parasagittalschnitt durch das USG (I). Die Faserbezirke der drei verwachsenen Abschnitte sind in ihrem ventralen Bezirk schwach getrennt. Rostral (links) zwei große Motoneurone, nach rechts folgen die Mandibel-, Maxillen- und Labialzentren. Oben ist der Übergang in ein Schlundkonnektiv sichtbar. Silberimprägnation, Vergr. 255  $\times$ .

eine bedeutende Entwicklung durch. Viele weitere Neurone haben sich aus Neuroblasten differenziert, im Faserteil tritt die Glomerulstruktur auf, die Verbindungen zum übrigen Kopf-ZNS werden stärker und die ersten motorischen Elemente sichtbar, so daß es über die folgenden Stadien nur noch wenig braucht, um den Adultzustand zu erreichen.

Die frühe Anlage der Antennenzentren und die starke Ausdifferenzierung bei allen Kasten, im Gegensatz zum optischen System und den Ocellen, zeigt uns, daß das Deutocerebrum im Leben aller Entwicklungsstadien und Kasten eine wichtige Rolle von Anfang an spielt.

### *Tritocerebrum*

Das Tritocerebrum, der dritte und kleinste Gehirnabschnitt, liegt ebenfalls paarig ventro-median am Deutocerebrum, beidseitig am Oesophag. Es erhält durch sensible Fasern seiner Nerven afferente Reize, welche von Dendriten tritocerebraler Neurone aufgenommen, geschaltet und weitergeleitet werden. Enge Beziehungen bestehen zu den Protocerebrallöben, zum Deutocerebrum und zum USG (Abb. 9 und 10), jedoch ist das Tritocerebrum weder mit den Corpora pedunculata noch mit dem Zentralkörper direkt verbunden. Die wenigen motorischen Neurone, die ihre Axone in die gemischten tritocerebralen Nerven senden, werden von eigenen Schaltzellen und hauptsächlich von den Ventralkörpern versorgt. Rechte und linke Hälfte sind unter dem Oesophag durch die Schlundkommissur miteinander verbunden. Hinter dem Tritocerebrum verlaufen direkte Fasern aus dem Proto- und Deutocerebrum nach ventral zum USG und bilden zusammen mit denjenigen aus dem Tritocerebrum die Schlundkonnektive, die Verbindung zum USG. Ferner enthalten die Konnektive auch Axone, die aus dem USG zum Grundprotocerebrum aufsteigen und Reize nach oben leiten (Abb. 9 und 10). Diese Verhältnisse sind bei allen adulten Tieren von *B. bellicosus* gleich.

Die postembryonale Entwicklung des Tritocerebrum bietet außer der anfänglich geteilten Wurzel des Labralnervs und des Frontalkonnektivs wenig Besonderheiten und zeigt hauptsächlich Wachstum, Neuronendifferenzierung und Anlage von motorischen Zellen von den zweiten Stadien an.

### *Unterschlundganglion*

Das USG erhält afferente Reize von den sensiblen Fasern seiner Nerven, aus dem OSG und auch aus den Thorakalganglien. Sie

werden von Assoziationsneuronen übernommen und entweder zu eigenen motorischen Neuronen oder in das OSG und wahrscheinlich auch ins Bauchmark geleitet.

Eine innere Gliederung in Mandibel-, Maxillen- und Labialzentren läßt sich nicht genau durchführen, da die drei Abschnitte eng verwachsen sind und ineinander überführen (Abb. 23). Das Kerngebiet des USG liegt hauptsächlich frontal und ventral. Zwischen assoziativen Neuronen finden sich, besonders im Gebiet der Mandibel- und Maxillenzentren, Motoneurone; auch Gliaelemente sind häufig.

Das USG der Soldaten ist etwas länglicher, die Motoneurone sind größer und treten deutlicher hervor als bei Geschlechtstieren und Arbeitern. Sonst sind keine mikroskopisch sichtbaren Unterschiede zwischen den Kasten ausgebildet.

Im ersten Larvenstadium gliedert sich die Fasermasse noch recht deutlich in die drei Abschnitte der Mandibel-, Maxillen- und Labialzentren, hingegen bilden ausdifferenzierte Neurone und die Neuroblasten eine einheitliche, auch lateral dicke Kalotte. Das USG besitzt im Gegensatz zum OSG bereits motorische Neurone, die im Laufe der postembryonalen Entwicklung noch an Größe zunehmen.

In den zweiten Stadien sind die drei Faserbezirke stärker verwischt und mehr Neurone differenziert. Durch das Auswachsen der reizleitenden Fortsätze dieser Nervenzellen nimmt die Fasermasse gegenüber den Kernschichten stärker zu. Diese Entwicklung schreitet bis kurz nach der imaginalen Häutung fort, wenn sämtliche Neuroblasten zu Neuronen und alle Faserverbindungen ausdifferenziert sind.

## VI. Quantitative Untersuchungen

Um die im anatomisch-histologischen Teil gemachten Aussagen über das Wachstum des Kopf-ZNS und über die Größenanteile der verschiedenen Zentren zu untermauern, haben wir auch quantitative Untersuchungen angestellt.

Alle angegebenen absoluten Werte der Gesamt- und Teilvolumina wurden anhand histologisch präparierter Gewebe erhalten und umfassen Faser- und Kerngebiete.

Im folgenden geben wir zunächst die absoluten Volumina sowohl des OSG und gewisser seiner Zentren als auch diejenigen des USG. Nachher werden das USG und die Gehirnzentren mit dem OSG, dessen Masse als 100% eingesetzt wird, verglichen.