

# Ein bisher wenig beachtetes antennales Sinnesorgan der Insekten, mit besonderer Berücksichtigung der Culiciden und Chironomiden.

Von

Charles Manning Child aus Ypsilanti U. S. A.

---

Mit Tafel XXX und XXXI.

---

Die dieser Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchungen wurden in dem Laboratorium des Herrn Geheimrath LEUCKART zu Leipzig vorgenommen; ich nehme die Gelegenheit wahr, auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer den verbindlichsten Dank für seinen Rath und für die Freundlichkeit, mit der er meine Untersuchungen stets unterstützt hat, auszusprechen. Auch bin ich dem Herrn Dr. REIBISCH für die Korrektur der Arbeit in sprachlicher Beziehung zu großem Dank verpflichtet.

Meine Aufmerksamkeit auf das zu beschreibende Organ wurde bei der Untersuchung von Puppenstadien der Culiciden wachgerufen. Wegen der auffallenden Größe und KomPLICIRtheit des Organs schien mir eine genauere Untersuchung lohnenswerth. Von den Culiciden und Chironomiden ging ich dann zu einer Untersuchung der Musciden über mit der Vermuthung, dass ein homologes Organ bei diesen existire: es hat sich gezeigt, dass diese Vermuthung gerechtfertigt war, denn bei allen untersuchten Formen fand ich im zweiten Antennenglied ein Sinnesorgan, dessen Ähnlichkeit mit dem bei den Nematoceren vorkommenden unverkennbar ist. Außerdem habe ich eine Anzahl Genera anderer Ordnungen auf das Vorhandensein eines derartigen Gebildes untersucht, mit dem Resultat, dass bei allen mit Ausnahme der Orthopteren im zweiten Antennenglied ein Organ sich findet, welches ohne Zweifel dem bei den Nematoceren betrachteten entspricht. Bei den Orthopteren habe ich zwar im zweiten Antennenglied ein Gebilde gefunden, welches offenbar gleichfalls ein Sinnesorgan darstellt, sich aber, wie mir scheint, nicht direkt mit dem behandelten vergleichen lässt und weitere Untersuchungen erfordert.

Ich beabsichtige in dieser Arbeit erstens einen kurzen Überblick über die sich auf das betreffende Organ beziehende Litteratur, zweitens eine genaue Beschreibung des Organs und seiner Entwicklung bei den Culiciden und den Chironomiden, drittens eine kurze Vergleichung mit dem betreffenden Gebilde anderer Formen, und endlich Einiges über seine muthmaßliche Funktion mitzutheilen. Ich habe die Absicht, später die Verbreitung und Struktur des Organs in den verschiedenen Insektenordnungen genauer zu untersuchen und die Resultate dann zusammenzustellen.

### Historische Übersicht.

Trotz seiner auffallenden Größe und seines complicirten Baues bei den Nematoceren und seiner weiten Verbreitung bei anderen Insekten scheint dieses Organ fast unbekannt geblieben zu sein, d. h. wenigstens nicht als das erkannt, was es ist, als Sinnesorgan. Das große Antennenglied wurde natürlich in Abbildungen von Nematoceren immer eingezeichnet, aber es scheint, dass bis zum Jahre 1855 Niemand auf den Gedanken gekommen ist, das Glied näher zu untersuchen, denn die Arbeit von JOHNSTON ('55) ist die erste, in der ich eine Beschreibung gefunden habe.

Wie aus dem Titel seiner Arbeit hervorgeht, betrachtet JOHNSTON das Organ als Gehörorgan und nach einer kurzen Besprechung der älteren Litteratur über Gehörorgane der Insekten geht er zu einer Beschreibung der Antenne über. Es sei gestattet, Einiges aus dieser ersten Beschreibung im Wortlaute wiederzugeben.

»The head of the male mosquito, about 0,67 mm wide, is provided with lunate eyes, between which in front superiorly are found two pyriform capsules nearly touching each other, and having implanted in them the very remarkable antennae.«

»The capsule measuring about 0,24 mm, is composed of a horny substance, and is attached posteriorly by its pedicle, while anteriorly it rests upon a horny ring united with its fellow by a transverse fenestrated band, and to which it is joined by a thin elastic membrane. Externally it resembles a certain kind of lampshade with a constriction near its middle; and between this inner cup and outer globe there exists a space, except at the bottom or proximal end, where both are united.«

»The space between the inner and outer walls of the capsule, which we term confidently the auditory capsule, is filled with a fluid of moderate consistency, opalescent, and containing minute spherical corpuscles, and which probably bears the same relation to the nerve as

does the lymph in the scalae of the cochlea of higher animals. The nerve itself of the antenna proceeds from the first or cerebral ganglion, advances toward the pedicle of the capsule in company with the large trachea which sends its ramifications throughout the entire apparatus, and, penetrating the pedicle its filaments divide into two portions. The central threads continue forward into the antenna and are lost there; the peripheral ones, on the contrary, radiate outwards in every direction, enter the capsular space, and are lodged for more than half their length in sulci wrought in the inner wall or cup of the capsule.«

»In the female the disposition of parts is observed to be nearly the same, excepting that the capsule is smaller.«

An dieser Beschreibung sucht er seine Hypothese über die Funktion des betreffenden Gebildes näher zu begründen. Die langen Haare des Antennenschaftes sollen die Schallwellungen in der Luft aufnehmen, und diese werden auf den Schaft und so nach der Kapsel übertragen. Die Flüssigkeit im Inneren der Kapsel wird durch die Schwingungen in Bewegung gesetzt, und der in ihr sich ausbreitende Nerv wird hierdurch gereizt. Durch die Größe des Reizes und die dadurch hervorgerufene Höhe der Empfindung wird das Insekt die Intensität des Schalles oder die Entfernung seiner Quelle, durch die Zusammenschwingungen gewisser Gruppen der Haare nach ihrer Länge die Tonhöhe oder Qualität, und weiter durch den Winkel, in welchem die Schwingungen auf die Antenne auftreffen, auch die Richtung der Schallquelle wahrnehmen können.

Dass das Männchen mit besser entwickeltem Gehörorgan ausgestattet ist, wird durch die Thatsache erklärt, dass es das Weibchen bei schwacher Beleuchtung oder in völlig dunkler Nacht Zwecks Begattung aufsuchen muss und hierbei durch den von dem Weibchen herrührenden, summenden Ton geleitet wird. Das Weibchen andererseits bedarf keines so scharfen Gehörsinnes. Er fügt hinzu, dass er zu der Annahme geführt worden sei, dass die Antennen bei dem Weibchen auch als Tastapparate dienen, da sie sehr beweglich, die Palpen aber sehr kurz sind. Bei dem Männchen sollen dagegen die Palpen zum Tasten dienen, und die Antennen ausschließlich als Gehörorgane fungieren.

WEISMANN ('66) erwähnt das betreffende Organ bei *Corethra*, aber nur in seinen Entwicklungsstadien. Er hat es auch nicht als Sinnesorgan erkannt, sondern nennt es einfach das kugelige Basalglied der Antenne. Die Ergebnisse seiner Untersuchung werden nachher bei der Betrachtung der Entwicklungsgeschichte angeführt.

Der Nächste, welcher sich mit diesem Gegenstand beschäftigt hat, war A. M. MAYER ('74), fast 20 Jahre nach JOHNSTON. Er hat einige Versuche an lebenden Mücken gemacht, indem er dieselben auf einen Objektträger festklebte und verschiedene Stimmgabeln in ihrer Nähe tönen ließ. Er fand, dass die langen Haare auf Töne von verschiedener Höhe gestimmt sind, d. h. auf diese am kräftigsten mitschwingen, und zwar auf Töne in den mittleren und höheren Oktaven eines Klaviers. Auf einen Ton von 542 Schwingungen soll eine Anzahl der Haare am kräftigsten reagiren. Nach genauer Messung der Länge und Dicke der Haare hat er große Modelle aus Holz konstruirt und fand, dass das Verhältnis der Schwingungszahlen annähernd dasselbe war. Seine Versuche bewiesen weiter, dass die größte Mitschwingung stattfindet, wenn die Richtung der Luftschwingungen einen rechten Winkel mit der Längsachse des Haares bildet, dass dagegen keine Mitschwingung stattfindet, wenn die Richtung der Luftschwingungen mit der Längsachse zusammenfällt. In Folge dessen wird das Insekt die Richtung des Schalles wahrnehmen können, indem es bei Empfindung eines Schalles die Antennen so lange dreht, bis die Intensität der Schwingungen in beiden die gleiche ist.

Das Männchen gebraucht dieses Organ wahrscheinlich, um das Weibchen aufzusuchen. Dass die Haare auf verschiedene Töne gestimmt sind, wird dadurch erklärt, dass der von dem Weibchen erzeugte Ton nicht immer von gleicher Höhe ist. Am Schlusse der Arbeit citirt MAYER die Ergebnisse von JOHNSTON als Bestätigung seiner eigenen Versuche.

1890 hat C. H. HURST ('90a) den Bau und Einiges aus der Entwicklung dieses sog. Gehörorgans bei *Culex* beschrieben, aber in sehr ungenauer Weise. Die Epidermis an der Basis der Larvenantenne wird »telescoped«, d. h. in den Kopf eingestülpt und bildet die Anlage der Imaginalantenne. Die Differenzirung der verschiedenen Theile beginnt schon in der Larve. Bei der Verpuppung geht dieses »telescoping« zum größten Theil wieder verloren. Ein Abschnitt desselben bleibt jedoch als das große halbkugelige Basalglied der Antenne bestehen. In dem Imago sind die Antennen der beiden Geschlechter verschieden. Die des Männchens sind mit langen Haaren besetzt, während bei dem Weibchen nur kurze, minder zahlreiche Haare vorhanden sind. Das Basalglied ist bei beiden vergrößert und bildet einen fast halbkugelförmigen Becher mit kleiner Einbuchtung und dicken Wänden. Der Antennenschaft entspringt in der Mitte dieses Bechers, und der aus Chitin gebildete Boden der Höhlung wird durch radiäre Verdickungen verstärkt. Bei dem Weibchen ist der Rand des Bechers eingeschlagen,

so dass die Öffnung noch kleiner ist als die darunter liegende Höhlung. Bei dem Männchen ist dieser Vorgang weiter fortgeschritten, und der Rand ist bis zum Boden eingeschlagen, und die Wände der Becherhöhhlung werden durch ein »concave double disc« vertreten, deren zwei Lamellen mit einander verwachsen sind, so dass sich bei dem Männchen ein Äquivalent der Höhlung des Weibchens nicht findet. Im Inneren des Basalgliedes treten nach HURST folgende Elemente auf, erstens unter der Chitinhülle der Außenwand die Hypodermis, zweitens eine Schicht von Zellen gangliöser Natur, welche an der Basis des Bechers ihre größte Dicke erreicht und in Kontinuität mit den Antennenlappen des Cerebralganglions steht, und drittens eine doppelte, vielleicht dreifache Schicht von langen stäbchenartigen Zellen, die in radiärer Anordnung um die Mitte des Bechers liegen. Diese Bestandtheile bilden einen dicken Ring um den Becher und werden an seiner Basis von dem den Antennenschaft versorgenden Nerv durchbohrt.

Das Basalglied wird von einem sehr großen, aus dem ventralen Theile des Cerebralganglions entspringenden Nerv versorgt. Der andere, in den Antennenschaft verlaufende Nerv nimmt seinen Ursprung ebenfalls aus dem Cerebralganglion, jedoch getrennt von dem des Basalgliedes. Der große Nerv theilt sich nach dem Eintritt in das Organ und schickt Faserbündel in die Ganglienschicht, andere zwischen dieser und der Stäbchenschicht, und eine dritte Gruppe nach der Innenfläche der Stäbchenschicht, welche letztere kleine runde, zwischen der Stäbchenschicht und der Basis des Schaftes liegende Zellen versorgt. Alle die Zellenschichten sind epidermalen Ursprungs. Die Zellen der Ganglienschicht liegen in Kontinuität mit den Zellen des Cerebralganglions. Ob dies durch den gemeinsamen epidermalen Ursprung beider oder durch eine Zellenwanderung vom Cerebralganglion aus zu erklären ist, lässt sich schwer bestimmen. Die Zellen der Ganglienschicht des Organs aber sind den Zellen der inneren Augenlappen ähnlicher als denen des Cerebrallappens.

HURST ('90b) hat in demselben Jahre in einer zweiten Arbeit über *Culex* Einiges über das »Gehörorgan« geschrieben, welches meistens mit den Ergebnissen der ersten Arbeit übereinstimmt. Nur die folgenden Punkte verdienen besonders hervorgehoben zu werden. Bei dem Männchen setzen sich die Verdickungen von dem Boden des Bechers aus über den Rand dieses scheibenförmigen »Tympanum« als feine steife Fortsätze fort. Die Stäbchenzellen liegen in Reihen hinter einander, und ihre Enden kommen als feine Filamente zwischen die von dem »Tympanum« ausgehenden Fortsätze zu liegen, um mit dem auf der Innenwand des Bechers liegenden Theil der Ganglienschicht in

Verbindung zu treten. Ein Nervenstrang verläuft zwischen den inneren Enden der Stäbchenzellen in unmittelbarer Nähe des Tympanum. In Bezug auf die Funktion des Organs citirt HURST die Versuche von MAYER und schließt sich der zuerst von JOHNSTON vorgeschlagenen Hypothese an. Die Haare, der Schaft, und das Tympanum mit seinen Fortsätzen gerathen in Schwingung. Durch die Schwingungen der Tympanalfortsätze werden die dazwischen liegenden Enden der Stäbchenzellen gereizt. Auch erwähnt er die Thatsache, dass nach LANDOIS ('66) der durch den Stimmapparat des Weibchens erzeugte Ton eine Schwingungszahl von annähernd 512 besitzt. Diese Zahl stimmt also mit derjenigen überein, welche nach den Versuchen von MAYER die energischste Schwingung der Haare veranlasst.

In einem dritten Aufsatz, in dem HURST ('90c) nochmals die Ergebnisse seiner Untersuchungen über *Culex* behandelt, finden sich in Bezug auf die Antennen keine von den eben angeführten abweichenden Angaben, so dass hier nicht näher auf dieselbe eingegangen zu werden braucht.

Ich habe keine weitere Erwähnung dieses Organs in der Litteratur finden können. Die Forscher auf diesem Gebiet haben sich, wie es scheint, mit den Theilen der Antenne beschäftigt, welche die verschiedenartigen Poren, Kegel, Borsten etc. aufweisen, und so blieb dieses zweifellos weit verbreitete, und für das Leben der Insekten wichtige Sinnesorgan unbeachtet. Wenn man bedenkt, dass es sich bei manchen Insekten nicht von außen, sondern nur auf Schnitten erkennen lässt, und dass es bei geknickten Antennen in dem kleinen, zwischen dem Schaft und dem muskeltragenden Basalglied nicht weit von der Basis der Antenne gelegen ist, so ist dies nicht sehr zu verwundern. Eine Kritik der Ergebnisse der citirten Arbeiten werde ich nach der Mittheilung meiner eigenen Befunde anschließen. Nach seinem ersten Beobachter möchte ich das Organ als JOHNSTON'sches Organ bezeichnen.

### Präparationsmethoden.

Ehe ich zur Beschreibung der Struktur des JOHNSTON'schen Organs übergehe, möchte ich kurz die verschiedenen Präparationsmethoden besprechen, die ich angewendet habe. Die Imagines und Jugendstadien der Nematoceren wurden meistens in eine Lösung von Sublimat in 50%igem Alkohol  $\frac{1}{2}$  bis 3 Stunden fixirt, hierauf sorgfältig in 50%igem Alkohol ausgewaschen, und zuletzt allmählich in 70%igen Alkohol übergeführt. Beim Einwerfen in die Sublimatlösung wurde das Insekt gewöhnlich durch den Thorax geschnitten, oder der Körper

etwas zerquetscht, um ein schnelleres Eindringen der Flüssigkeit zu bewirken. Die Resultate waren hierbei stets zufriedenstellend: die Theile werden fast ohne jede Schrumpfung fixirt, und das Präparat lässt sich mit den gewöhnlichen Farbstoffen gut tingiren. Trotz des schnellen Fixirens schadet es den Präparaten sehr wenig, wenn sie längere Zeit in der Fixirlösung bleiben. Als Färbmittel wurde die Hämatoxylinlösung von DELAFIELD und die von EHRlich, wie auch wässrige Boraxkarminlösung mit gutem Erfolg angewendet. Die besten Resultate erzielte ich aber mit einer Alaunhämatinlösung und in einzelnen Fällen mit einer Nachfärbung durch Eosin. Ich habe in toto und im Schnitte gefärbt mit Bevorzugung der letzteren Methode für histologische Zwecke. Als Macerationsmittel zur Isolirung der nervösen Endorgane habe ich mit gutem Erfolg Chromsäure in  $\frac{1}{50}$  iger bis  $\frac{1}{20}$  iger Lösung angewandt. Die verdünnte Lösung mit längerer (vier bis fünf Tage) Maceration hat die besten Resultate geliefert. Nach der Maceration wurden die Präparate in Wasser ausgewaschen und zunächst in DELAFIELD'S Hämatoxylinlösung oder Alaunhämatinlösung in toto gefärbt; nach der Färbung und nochmaliger Auswaschung auf einem Objektträger mit etwas verdünntem Glycerin gebracht, und die einzelnen Theile durch leises Klopfen auf das Deckglas isolirt. Meine Schnitte wurden meistens in einer Dicke von  $5 \mu$  geschnitten, einige aber nur  $3 \mu$ , mit Eiweißlösung aufgeklebt und in Kanadabalsam eingeschlossen. Zur Untersuchung der etwas durchsichtigen Larven in toto habe ich alkoholische Boraxkarminlösung mit nachfolgender Ausziehung mittels Säurealkohols und Aufhellen mit Nelkenöl gebraucht. Bei den bis jetzt untersuchten Insekten habe ich Methoden zur Erweichung des Chitins nicht angewendet. Bei den Mücken ist die Chitinschicht so dünn, dass es möglich ist gute Schnitte bei gewöhnlicher Paraffineinbettung anzufertigen. Bei einigen anderen Formen habe ich sehr hartes Paraffin oder auch Celloidin mit gutem Erfolg verwendet.

## Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte.

### *Mochlonyx culiciformis*.

#### I. Männchen.

Da das behandelte Gebilde bei allen von mir untersuchten Culi-ciden fast genau denselben Bau besitzt, so gebe ich eine genaue Beschreibung desselben nur bei einer Art.

Beim Männchen fallen die großen buschigen Antennen sofort in die Augen. Die Antenne ist ungefähr 1,6 mm lang und besteht nach den gewöhnlichen Angaben aus 15 Gliedern, deren 14 einen langen

Schaft bilden, während das als Basalglied bezeichnete eine becherförmige Gestalt aufweist. Wie aus der folgenden Untersuchung hervorgeht, besteht die Antenne aber thatsächlich aus 46 Gliedern. Das eigentliche Basalglied ist ringförmig und dient den Antennenmuskeln als Ansatzstelle (Taf. XXX, Fig. 4 C). Die zwei letzten Glieder des Schaftes erreichen zusammen eine Länge von ungefähr 0,6 mm, während die anderen kurz und von ziemlich gleicher Länge sind. Am distalen Ende jedes dieser 42 letzten Glieder befindet sich ein Kreis von 30 bis 40 langen steifen Haaren. Die beiden Endglieder besitzen auch an ihrer Basis einen Kreis von Haaren und sind außerdem mit kurzen unregelmäßig zerstreuten Haaren versehen. Die Haare der proximalen Glieder des Schaftes erreichen eine Länge von 0,7 mm, während die der distalen Glieder etwas kürzer, etwa 0,6 mm, und die der letzten zwei Glieder nur 0,2—0,3 mm lang sind. Außer diesen Haaren ist die Oberfläche des Schaftes besonders vor jedem Haarkreis mit kleinen Borsten besetzt.

Das becherförmige zweite Glied ist 0,45 mm lang und 0,25 mm breit. Die Höhlung des Bechers, worin der Schaft fest sitzt, misst 0,08 mm im Durchmesser und ist 0,05 mm tief. Die äußere Fläche des Gliedes ist dicht mit sehr kleinen und außerdem noch mit wenigen größeren Borsten besetzt. Dieses Glied sitzt dem ringförmigen, in der Vorderfläche des Kopfes verborgenen Glied auf, so dass die Bewegung der ganzen Antenne durch die hier angebrachten Muskeln bewirkt wird.

Dieses zweite Glied ist es, welches das betreffende Sinnesorgan, das JOHNSTON'sche Organ, enthält, ein Organ von mächtiger Entwicklung und sehr complicirtem Bau (Taf. XXX, Fig. 4), besonders bei dem Männchen. Wie oben erwähnt, sitzt der Schaft der Antenne (Taf. XXX, Fig. 4 C'') in der Mitte einer mit radiären Verdickungen der Cuticula gestreiften Platte (Fig. 4 P, 2 P), die den Boden der becherförmigen Einsenkung der distalen Fläche des Gliedes bildet. Durch eine Öffnung in der Mitte derselben dringen der Tracheenstamm und die Nerven (Fig. 4 N'' T) in den Schaft der Antenne ein. Um die Basis des Schaftes ist die Platte 0,04 mm dick, nach der Peripherie wird sie jedoch etwas dünner, dann wieder dicker. Dabei biegt sie sich nach vorn um und tritt in Verbindung mit dem die Seiten der becherförmigen Einsenkung auskleidenden Chitin. Diese Platte hat also von vorn gesehen die Form einer flachen radiär gestreiften Schale mit einer Öffnung in der Mitte. Von der Peripherie dieser Schale entspringen in ihrem ganzen Umkreis in seitlicher Richtung 70 bis 90 0,03—0,05 mm lange, feine, sich allmählich nach vorn biegende Chitinfortsätze (Fig. 4 A, 2 A), die in später

zu erörternder Weise als Ansatzstellen für die nervösen Endorgane dienen. Die Fortsätze nehmen ihren Ursprung nicht von der Oberfläche der Platte aus, sondern tief in ihrer Substanz, was durch die Thatsache bewiesen wird, dass in einem Schnitt durch diesen Theil der Platte in der Richtung von vorn nach hinten die Querschnitte der Fortsätze sich als kleine, stärker lichtbrechende Kreise (Fig. 3 *A*) in der umgebenden Masse der Plattensubstanz erkennen lassen. Die Platte ist aus Cuticularsubstanz gebildet, und ihrer hinteren Seite liegt eine dicke Schicht von Hypodermiszellen (Fig. 4 *H'*) auf. Gegen die verschiedenen Farbstoffe verhält sich die Platte ganz wie die zwischen den Antennengliedern sich findenden Gelenkhäute; aus diesem und anderen unten zu erwähnenden Gründen ist sie aller Wahrscheinlichkeit nach nicht als ein besonderes Glied der Antenne, sondern einfach als Gelenkhaut zu betrachten.

Die Oberfläche des Gliedes sowohl wie die Seiten der becherförmigen Einsenkung, die auch bis zu den Rändern der Platte der Oberfläche angehören, wird durch eine 0,005—0,008 mm dicke Chitinschicht (Fig. 4 *C'*) gebildet. Am vorderen Rande des Bechers (Fig. 4) wird die Höhlung durch Verdickung des Chitins etwas verengt. Auch an der Basis des Gliedes, die zur Insertion der die Antenne bewegenden Muskeln dient, ist das Chitin etwas verdickt. Unter der Chitinschicht liegt die im Imago meistens aus sehr kleinen Zellen bestehende Hypodermissschicht (Fig. 4 *H*).

Von der Chitinhülle durch einen engen Raum getrennt, findet sich eine 0,02—0,04 mm dicke Ganglienzellenschicht (Fig. 4 *G*)<sup>1</sup> aus fast runden, undeutlich umgrenzten, ungefähr 0,005 mm großen Ganglienzellen bestehend, welche verhältnismäßig große Kerne besitzen. An Macerationspräparaten erkennt man, dass von den Zellen feine protoplasmatische Ausläufer ausgehen (Fig. 5 *G*). Durch diese feinen, wahrscheinlich mit einander in Verbindung stehenden Fasern hat bei schwacher Vergrößerung diese Schicht den Anschein einer fast homogenen, dicht mit Kernen erfüllten Masse.

Noch weiter nach innen zwischen den Ganglienzellen und den Endorganen liegt eine 0,005—0,007 mm dicke Schicht von nach zwei Richtungen verlaufenden Fasern (Fig. 4 *F*, 4 *F*). Die einen verbinden die Ganglienzellen mit den Endorganen, die anderen kreuzen diese rechtwinkelig von hinten nach vorn; es sind dies aus dem großen Antennennerv entstammende Fasern, welche mit den Ganglienzellen in Verbindung treten. Am hinteren Theile der Ganglienschicht lässt

<sup>1</sup> In Bezug auf die Zellen sind meine Zeichnungen schematisch. Ich habe nicht versucht die feinen Fortsätze einzuzeichnen.

sich die Stelle erkennen, wo dieser Nervenstrang die Zellenlage durchsetzt (Fig. 4 *N'*). Bemerkenswerth ist hierbei, dass die Nervenfasern, die den größeren Theil der Zellschicht versorgen, zwischen dieser und den Endorganen liegen, anstatt, wie im hinteren Abschnitt, auf der äußeren Seite der Schicht. Der kleinere, in der hinteren Hälfte des Organs liegende Theil der Ganglienzellen (Fig. 4 *G'*) tritt meistens mit direkt von dem Nerv ausgehenden Fasern in Verbindung.

Dieser Theil des Organs enthält nur die Zellen und Nervenfasern, die sich in dem Ganglion jedes aus mehreren Elementen zusammengesetzten Sinnesorgans finden, und zwar sind sie in diesem Falle mit den Elementen des optischen Ganglions desselben Thieres sehr ähnlich. Die Zellen desselben weisen dieselbe Größe auf und scheinen auch durch ein protoplasmatisches Fasernetz mit einander in Verbindung zu stehen.

Mehr differenzirt sind die eigentlichen Endorgane, die den Rest der den Innenraum der Chitinkapsel ausfüllenden nervösen Elemente bilden (Fig. 4 *St*, 4 *St*). Dieselben liegen nach innen von der Faserschicht und bestehen aus einer großen Anzahl kleiner, dünner, stäbchenartiger Gebilde, welche sich nur in isolirtem Zustande nach der Maceration deutlich erkennen lassen. Ein solches Stäbchen (Fig. 5) ist 0,04 bis 0,05 mm lang, 0,002—0,003 mm im Durchmesser an der Basis und repräsentirt einen sehr spitzen Kegel, an dem sich seitlich gewöhnlich zwei ovale, 0,005—0,008 mm lange chromatinreiche Kerne finden, und zwar ein basaler und ein nach der Spitze zu gelegener. Im Querschnitt (Fig. 6) liegt der Kern, vielleicht von einer dünnen Protoplasmaschicht überzogen, auf der Oberfläche des Stäbchens, das von demselben mehr oder minder umschlossen wird. Das Stäbchen geht allmählich an seiner Basis in einen durch die Faserschicht nach den Ganglienzellen verlaufenden Faden (Fig. 5 *F*) über. Der Körper des Stäbchens selbst verhält sich gegen Farbstoffe wie ein Zellkörper, scheint aber von festerer Konsistenz zu sein und zeigt in Macerationspräparaten öfters die Neigung sich von der Spitze aus in zwei oder drei Fasern zu spalten. Die Ontogenie beweist, dass die Stäbchen aus den Zellkörpern gebildet werden. Die Stäbchen hängen oder sitzen mittels ihrer Spitzen den Chitinfortsätzen der oben beschriebenen centralen Platte an (Fig. 4 *A*), und zwar meistens an der hinteren Seite. Wie durch die Maceration bewiesen wird, ist diese Verbindung eine sehr feste, denn manchmal lassen sich auf den Fortsätzen die Spitzen der Stäbchen noch erkennen, während der größte Theil schon abgerissen ist. Durch ihre schlanke Form und dichte Lage kommt die radiäre Anordnung zu Stande. Im Längsschnitt (Fig. 4 *St*) entsprechen sie ziemlich genau den Radien

eines Kreises, dessen Mittelpunkt etwas vor dem Chitinfortsatz gelegen ist. In einem Querschnitt durch das Vorderende der Fortsätze erkennt man, dass die Stäbchen (Fig. 4 *St*) in den Fortsätzen entsprechende Gruppen getrennt sind, zwischen denen ungefähr durch die Hälfte ihrer Länge enge Zwischenräume (Fig. 4 *V*) existiren, die wahrscheinlich im Leben mit Blut gefüllt sind. In jeder Gruppe liegen die Stäbchen dicht an einander, und jede besitzt im Querschnitt mehrere Stäbchen. An den den Zwischenräumen zunächst liegenden Stäbchen befinden sich die Kerne näher der Spitze des Stäbchens als an den anderen, und diese liegen auf der Oberfläche der Gruppe und begrenzen die Zwischenräume, so dass, in einem quer durch die Gruppen geführten, die Stäbchen ungefähr in der Mitte ihrer Länge treffenden Schnitt, man die Stäbchen und ihre Kerne als alternirende Schichten sieht: eine doppelte Schicht Kerne durch einen engen Zwischenraum getrennt und eine mehrfache Schicht Stäbchenkörper etc. An ihrem Basaltheil lassen sich die Gruppen nicht mehr von einander unterscheiden (Fig. 4).

Der Antennennerv entspringt an dem vorderen ventralen Theil des Cerebralganglions auf beiden Seiten als großer mit Ganglienzellen durchsetzter Nervenstamm. Er ist bei seinem Eintritt in die Antenne beinahe 0,4 mm im Durchschnitt (Fig. 4 *N*). Nach dem Eintritt in das zweite Glied breitet er sich nach allen Seiten aus und giebt in dem ganzen Umkreis des Organs nach der Ganglienschicht Fasern (Fig. 4 *N'*) ab, die gewissermaßen einen Trichter bilden, dem die nervösen Theile des Sinnesorgans aufsitzen. Diese Fasern treten durch die Ganglienzellenschicht hindurch und setzen sich in die Faserschicht (Fig. 4 *F*) fort, welche im vorderen Abschnitt des Organs die Ganglienzellen von den Stäbchen trennt. Dieser Trichter wird durch eingelagerte Ganglienzellen unvollständig in Faserstränge getrennt. Andere Fasern verlaufen direkt nach dem hinteren Theil der Ganglienzellenschicht, und aus der Mitte des Trichters entspringen zwei dünne Faserstränge, die nach vorn durch die Öffnung in der centralen Platte in den Schaft der Antenne verlaufen (Fig. 4 *N''*).

Das Tracheensystem ist etwas complicirt und sehr variabel. Im Allgemeinen wird die Antenne von einem großen Tracheenstamm versorgt, der auf jeder Seite des Kopfes verläuft (Fig. 7 *A*). Dieser giebt gewöhnlich einen Ast (Fig. 7 *B*) ab, welcher, nach der medianen Seite des Antennennervs übergehend, in die Antenne eintritt und in seinem Verlaufe eine Anzahl Zweige (Fig. 7 *D*) an den großen Nerv abgiebt. Ein anderer etwas größerer Stamm (Fig. 7 *C*) verläuft auf der lateralen Seite des Nervenstammes als Fortsetzung des Hauptstammes, giebt wahrscheinlich auch Äste an den Antennennerv ab und lässt sich auch

in die Antenne hinein verfolgen. An der Basis des zweiten Gliedes theilen sich beide Stämme in mehrere Äste; einige von ihnen (Fig. 7 F) verlaufen zwischen der Ganglienschicht und der Hypodermis und theilen sich weiter, während andere den »Nerventrichter« durchsetzen (Fig. 7 E, G) und die mittleren Theile des Organs versorgen. Wenigstens einer von diesen (Fig. 7 G) setzt sich durch die Öffnung der centralen Platte in den Schaft der Antenne fort.

Unter der centralen Platte findet sich ein Raum, worin die Tracheen und die Nervenstränge des Antennenschaftes verlaufen. Dieser Raum wird nach den Seiten von dem »Nerventrichter« der Ganglienzellschicht und den Stäbchen, sowie von einigen weniger differenzirten Zellen (Fig. 4 W) eingeschlossen, die Übergangsstadien zwischen den Stäbchenzellen und der unter der Platte liegenden Hypodermis (*H'*) repräsentiren; nach vorn ist der Hohlraum von der Platte und der zugehörigen Hypodermalschicht begrenzt. Er steht durch die Öffnung in der Platte mit dem Innenraum des Schaftes, sowie mit den radiären Räumen zwischen den Stäbchengruppen, folglich auch mit dem äußeren Raum zwischen Hypodermis und Ganglienzellschicht in Verbindung und ist im Leben mit Blutflüssigkeit gefüllt.

Das Wesentliche unter den Elementen dieses mächtig entwickelten Sinnesorgans sind also die Stäbchen, die, wie unten ausführlicher gezeigt werden soll, modificirte Hypodermiszellen sind. Die auffallende Größe des Organs und die gewaltige Zahl der empfindenden Endelemente, sowie der große Nervenstamm in unmittelbarer Verbindung mit dem Cerebralganglion weisen auf eine für das Leben des Insektes oder der Erhaltung der Art sehr wichtige Funktion hin.

Die Entwicklungsgeschichte dieses Gebildes hängt selbstverständlich mit der Entwicklungsgeschichte der Antenne selbst zusammen. WEISMANN ('66) hat die Entwicklung der Antenne bei *Corethra plumicornis* untersucht und, da dieselbe bei *Corethra* und *Mochlonyx* in manchen Beziehungen übereinstimmt, erscheint es rathsam, hier aus seiner Arbeit das Wichtigste über die Entwicklung der Imagialantenne anzuführen.

»Die Entstehung der Fühleranlage fällt in die Zeit zwischen vierter Häutung und Verpuppung und geschieht durch Duplikaturbildung der Hypodermis von der Spitze des Stirnfortsatzes aus.«

»Kurz nach der vierten Häutung bemerkt man eine ringförmige, wulstige Wucherung der Hypodermis rund um die Spitze des Stirnfortsatzes herum, welche sehr bald sich als eine Duplikatur zu erkennen giebt (Taf. III, Fig. 48). Es entsteht ein nach vorn und hinten offener cylindrischer Schlauch mit doppelten Wänden, der den Antennennerv

in sich einschließt. An der unteren Wand sind die beiden Blätter der Duplikatur von Anfang an deutlich, an der oberen treten sie erst später klar hervor, indem das äußere Blatt sich nicht sogleich lostrennt von der dicht darüber liegenden Hypodermis des Stirnfortsatzes. Später erst erfolgt die Trennung durch Bildung einer Längsspalte, allein auch dann nicht vollständig, sondern so, dass an dem hinteren Rand der Einstülpung, also an der Übergangsstelle des äußeren in das innere Blatt eine Verbindung mit der Hypodermis des Stirnfortsatzes in Gestalt eines Bandes bestehen bleibt. Ich bezeichne dasselbe, der eigenthümlichen Rolle halber, die es bei dem Bildungsprocess der Antennen spielt, als Gubernaculum (*gb*) der Antenne. Seine Funktion lässt sich der des Gubernaculum testis beim Menschen vergleichen, nur dass dort durch eine Verkürzung des leitenden Bandes das Herabsteigen des Hodens in den Leistenkanal bewirkt wird, hier aber das Band ohne sich zu verkürzen selbst beweglich ist und langsam nach hinten fortrückend der in derselben Richtung vorwachsenden Antennenanlage den Weg zeigt.«

»Während der Antennenschlauch in die Länge wächst, macht sich sehr bald ein bedeutender Unterschied zwischen dem inneren und äußeren Blatt bemerklich. Letzteres wird immer dünner, es scheint fast nur mechanisch in die Länge gezogen zu werden, ohne noch aktiv zu wachsen, während das innere Blatt dick bleibt und seine der Umschlagsstelle zunächst liegende Partie sogar bedeutend anschwillt und einen ringförmigen Wulst gerade an dem Ansatzpunkt des Gubernaculum darstellt.«

»Wie die weitere Entwicklung lehrt, entsteht aus dem inneren Blatt die Antenne selbst, aus seiner Anschwellung das Basalglied derselben, während das äußere Blatt an der Bildung der Antenne selbst gar keinen Antheil nimmt, sondern lediglich dazu bestimmt ist die dünne einer strukturlosen Haut fast ähnliche, aber mit zerstreuten Kernen besetzte Hülle der Antennenanlage zu bilden.«

»Die Verdickung des inneren Blattes zur Basalscheibe geschieht derart, dass die Ebene der Scheibe nicht senkrecht auf den Schlauch zu stehen kommt, sondern schräg; wie oben erwähnt, zieht ein Stück des Schlauches über die äußere Fläche der Scheibe hin, um sich in ihrem Centrum zu inseriren, und die frühere hintere Öffnung kommt auf die innere Fläche zu liegen und verengt sich zugleich sehr bedeutend, so dass nur ein enger Kanal offen bleibt zum Durchtritt des Nerven (Taf. IV, Fig. 27).«

»So verhält es sich schon, wenn das Basalglied in der Mitte zwischen der Spitze des Stirnfortsatzes und dem Gehirn angekommen ist.«

»Sobald die Antennenanlage ihre definitive Stellung eingenommen

hat, lässt sich das kurz vorher noch ziemlich mächtige Gubernaculum nicht mehr erkennen, was theils von einer Schrumpfung desselben, theils wohl auch von seiner Lage dicht vor den von gelben Pigmentzellen umgebenen Levatores pharyngis herrührt.« (WEISMANN, l. c. p. 47 und 48.)

Bei der Umwandlung in das Puppenstadium soll, wie WEISMANN meint, die Hypodermis der oberen Theile des Stirnfortsatzes ganz verschwinden, und das Gubernaculum »schon im Voraus eine Verwachsung der Antennenbasis mit dem Theile des Kopfgewölbes herstellen, der später zur Stirn der Mücke wird«. Er erwähnt daneben jedoch eine zweite Möglichkeit, die dahin geht, dass die Hypodermis sich bis an die Basis der Antenne unter gleichzeitiger Schrumpfung zurückstreift.

Die Entwicklung der Imaginalantenne von *Mochlonyx* folgt im Allgemeinen demselben Schema. Die erste Anlage findet sich bald nach der letzten Larvenhäutung oberhalb der Basis der Larvenantenne als eine gleichfalls ringförmige Wucherung und wächst, den Antennennerv in sich einschließend, in den Kopf zurück. Sehr bald kann man das äußere und innere Blatt von einander unterscheiden. Das äußere (Taf. XXX, Fig. 8 O) ist sehr dünn, während das innere (S) einen dickwandigen Schlauch darstellt, dessen Lumen den Antennennerv (N) und einige langgestreckte Zellen enthält; der Antennennerv verläuft durch eine Öffnung im Vorderende des Schlauches in die Larvalantenne hinein<sup>1</sup>. In diesem Stadium erscheinen die Zellen ganz ähnlich denen der schlauchförmigen Extremitätenanlagen. Sie sind länglich, nicht scharf begrenzt und mit deutlichen Kernen versehen<sup>2</sup>. Die schematische Abbildung Fig. 20 (Taf. XXX) zeigt ungefähr die Lage und Gestalt der Antennenanlage in diesem Stadium.

Bald nachher erscheint am hinteren Ende der Einstülpung eine ringförmige Anschwellung, die sich im Längsschnitt des Antennenschlauches als eine aus zwei Falten bestehende Bildung des inneren Blattes zu erkennen giebt (Fig. 9)<sup>3</sup>. Aus der Falte E entstehen die Ganglienzellen, und die Stäbchen des entwickelten Organs, denen sich später auch der Chitinfortsatz an der durch R bezeichneten Stelle hinzugesellt. Der Theil B verschwindet während der Entwicklung, während der Theil D die Hypodermissschicht des zweiten Gliedes bildet. Im inneren Blatt sind die Zellen in reger Theilung begriffen, wie durch

<sup>1</sup> Die Schnittebene der Fig. 8 liegt etwas oberhalb dieser Öffnung.

<sup>2</sup> In den Abbildungen der Entwicklungsstadien sind die Zellen schematisch gezeichnet.

<sup>3</sup> Wegen der Deutlichkeit ist Fig. 9 etwas schematisirt. Die Falten liegen in Wirklichkeit etwas dichter zusammen als hier gezeichnet.

die Häufigkeit karyokinetischer Figuren erkennbar ist. Ihre Größe ist 0,003—0,005 mm.

Der Schaft der Antenne wächst immer weiter in die Länge, seine Basis wird aber nicht wie bei *Corethra* durch ein Gubernaculum in den Kopf zurückgezogen und eingestülpt, sondern bleibt im Vordertheil des Kopfes. In Folge des Längenwachsthums des Schaftes wird er, wenn seine Basis nicht weit in den Kopf zurückgezogen wird, in verschiedenen Richtungen gekrümmt und gebogen. Die Falten des zukünftigen zweiten Gliedes haben sich währenddessen etwas umgebildet. Die beiden Seiten der Falte *E* (Fig. 40) haben sich an einander gelegt, und die Zellen sich etwas differenzirt; sie sind vermehrt und größer geworden als die anderen (0,005—0,007 mm), auch mehr oder minder in Strängen zusammengruppirt und erscheinen unvollständig von einander getrennt. Die Zellenmasse *B* (Fig. 40) ist einschichtig geworden, und die Falte *D* hat sich weiter vertieft. In dem zunächst darauf folgenden Stadium (Fig. 44) ist die Anlage schon bedeutend größer. Die Zellen *E* haben sich getheilt und liegen in radiären von dem Punkt *R* ausgehenden Strängen. Mit diesem Stadium beginnt eine eigenthümliche, durch die Verkürzung des Theiles *B* verursachte Umdrehung der ganzen Zellenmasse, wodurch schließlich der Punkt *R* an die Basis des Antennenschaftes verlegt wird. Hierdurch, sowie durch die immer zunehmende Größe der Zellenmasse *E*, ist das verdickte Ende des inneren Blattes (*D*) nach der Peripherie der Scheibe gedrängt worden. Die Anlage (*H*) der Hypodermis des zweiten Gliedes ist meistens einschichtig.

In Fig. 42 ist die Umdrehung noch weiter vorgeschritten, und die Differenzirung der Zellen in Stäbchenzellen (*St*) und Ganglienzellen (*G*) ist schon deutlich zu erkennen. Die Stäbchenzellen sind kleiner und mehr in die Länge gestreckt als die Ganglienzellen. Die Hypodermis-schicht (*H*) ist jetzt in ihrer ganzen Länge einschichtig, und das äußere Blatt ist sehr dünn.

Der Schaft der Antenne wird indessen länger und bildet eine oder zwei Schlingen. Die schematische Fig. 24 (Taf. XXXI) lässt die Lage des Schaftes *A* und des zweiten Gliedes *S* erkennen. Die scheibenförmigen Anlagen des zweiten Gliedes liegen in vertikalen Ebenen, die auf jeder Seite einen Winkel von 40—45° mit der Längsachse des Körpers bilden. Diese Lagerung findet regelmäßig statt. Bisweilen kommen durch den Druck gegen die Kopfhaut oder gegen die anderen, im Inneren des Kopfes gelegenen Organe verursachte Deformationen der Zellenmasse vor, wodurch die Scheibe eine etwas ovale Gestalt erhält, oder die Umdrehung auf einer Seite etwas verlangsamt wird.

Diese Unregelmäßigkeiten verschwinden mit dem Eintritt in das Puppenstadium.

In Fig. 13, welche nach einer Larve kurz vor der Verpuppung gezeichnet ist, hat das zweite Glied schon annähernd seine definitive Gestaltung erreicht. Die Umdrehung ist vollendet, die Zellenmasse, besonders deren vorderer Theil, hat noch weiter an Größe zugenommen, die Stäbchen und Ganglienzellen sind sehr deutlich differenzirt. Die Zellen *A*, welche den Chitinfortsatz absondern, sind erkennbar, und Nervenfasern (*N'*) stehen mit der Ganglienmasse in Verbindung. Das äußere Blatt zeigt eine Verdickung (*M*), die erste Anlage der Muskeln des ersten Antennengliedes, welche durch das mit dem Eintritt in das Puppenstadium sich vollziehende Hervortreten der Antenne, sowie durch eine Verkürzung des äußeren Blattes, in ihre definitive Stelle verlegt wird.

Fig. 14 stellt die Verhältnisse bei einer eben ausgeschlüpften Puppe dar. Hier sind die Stäbchenzellen stark in die Länge gezogen und 0,006—0,008 mm lang, während die Ganglienzellen nur 0,003 bis 0,005 mm messen; die Hypodermis des Antennenschaftes ist einschichtig und mit der Hypodermis des zweiten Gliedes von einer gemeinschaftlichen Chitinabsonderung bedeckt. Das äußere Blatt (*O*) ist sehr verkürzt, und die Anlage des Basalgliedes nimmt an Größe zu. Die Lage der ganzen Antenne ist ebenfalls verändert. Das Hervortreten hat stattgefunden, das zweite Glied sitzt der Stirn des Imaginalkopfes auf, und die Antenne ist nach der Seite und nach rückwärts umgeschlagen.

Während des Puppenstadiums (Fig. 15) verlängern sich die Stäbchenzellen (*St*) noch mehr und bilden die Stäbchen, indem gewöhnlich zwei mit einander verschmelzen. Diese treten mittels der Fasern mit den Ganglienzellen in Verbindung. Es erscheint wahrscheinlich, dass bisweilen ein Stäbchen aus einer Zelle gebildet wird, und an Macerationspräparaten kommen Stäbchen mit nur einem Kern vor (Taf. XXX, Fig. 5). Ob diese ursprünglich nur einen besessen haben, oder ob der andere gewaltsam losgelöst worden ist, bin ich nicht im Stande zu entscheiden. Die Chitinfortsätze werden gebildet, der Antennennerv (*N*) erreicht in kurzer Zeit seine definitive Größe, der Strang (*N'*) drängt durch die Ganglienmasse hindurch und setzt sich in die Faserschicht *F* fort. An der Basis des Antennenschaftes wird die Platte (*P*) gebildet, indem auf der äußeren Seite des Schaftes eine Cuticularabsonderung auftritt, welche durch eine Verengerung des Lumens des Schaftes in ihre definitive Lage gebracht wird. In der Fig. 15 ist dieser Vorgang halb vollendet. Die Chitinhülle (*C, C', C''*) wird ziemlich fest und trägt von nun an kurze Borsten, während das Basalglied allmählich seine

definitive Lage erreicht. In dem ganzen Organ findet während der letzten Hälfte des Puppenstadiums eine auffallende Größenzunahme statt: mit der Abstreifung der Puppenhaut hat das Organ seine Entwicklung vollendet.

Über die Entwicklung der Stäbchen möchte ich noch ein paar Worte hinzufügen. In den frühesten Stadien der Entwicklung sind, wie oben erwähnt, die Stäbchenzellen den Ganglienzellen scheinbar gleich. Später aber differenzieren sie sich, indem der Zellkörper zusammen mit dem Kerne in die Länge gezogen wird. Gleichzeitig nimmt der Zellkörper an Größe zu und erscheint von etwas körniger Beschaffenheit, besonders in der Nähe des Kernes, dessen Umrisse mehr oder minder undeutlich werden. Während der ersten zwei Tage des Puppenstadiums verschmelzen gewöhnlich zwei Zellen der Länge nach und bilden ein Stäbchen. Die Kerne behalten ihre gestreckte Gestalt bei, und die Stäbchen verlieren ihre körnige Beschaffenheit, werden fester und etwas stärker lichtbrechend.

In dem Imaginalantennenschlauch der Larve verläuft ein Nerv, während bei dem erwachsenen Thiere von dem Hauptantennennerv zwei Stränge entspringen und sich in den Schaft der Antenne verfolgen lassen. Die Theilung des Nerves findet während des Puppenstadiums statt, zu derselben Zeit, in der das außerordentlich große Wachstum des Hauptnervs sich vollzieht.

Über die Entwicklung des Tracheensystems der Antenne kann ich wenig mittheilen. Dieselbe ist sehr variabel. In den früheren Larvenstadien habe ich keine Tracheen in dem Antennenschlauch finden können. Sie erscheinen erst im späteren Larvenleben, und die Bildung der verschiedenen Stämme erfolgt nicht immer in derselben Reihenfolge. In den ganz jungen Tracheen ist nach meinen Untersuchungen noch kein Spiralfaden zu finden; sie bestehen aus der Peritonealhaut der Trachee, auf deren Innenfläche die Spirale entsteht.

In dem Lumen des Antennenschlauches findet man während der Larvalentwicklung längliche Zellen, die bisweilen Stränge von drei bis vier Zellen bilden. WEISMANN betrachtete diese Zellen als durch Wucherung des Neurilemms entstanden und als die Anlagen der Tracheen, Muskeln etc. im Innern der Imaginalantenne. Dass sie im Zusammenhang mit dem Nervenstamm entstehen, kann ich bestätigen. Es scheint mir aber viel wahrscheinlicher, dass sie zu dem Wachstum des Nerven in Beziehung stehen, als dass sie andere Organe des Innern der Antenne, Tracheen, Muskeln etc. bilden. Durch Beobachtung aber habe ich die Frage freilich nicht entscheiden können.

## II. Weibchen.

Die vorhergehende Beschreibung bezieht sich nur auf die Antenne des Männchens. Bei dem Weibchen ist die Antenne einfacher gebaut, und das Sinnesorgan viel kleiner und weniger complicirt als bei dem Männchen.

Der Schaft der weiblichen Antenne ist etwas kürzer als bei dem Männchen, besteht aber gleichfalls aus 14 Gliedern, von denen jedes mit wenigen 0,3—0,4 mm langen Haaren und außerdem mit kurzen Borsten besetzt ist. Das zweite Glied ist viel kleiner als das entsprechende beim Männchen, 0,4 mm lang und 0,13 mm breit. Seine Gestalt ist fast halbkugelförmig, und der Schaft sitzt der Mitte der Distalfläche auf (Taf. XXX, Fig. 16). Die ganze Chitinhülle ist mit sehr feinen Borsten, und hier und da mit längeren Haaren besetzt. Hinter dem zweiten Glied liegt ähnlich wie beim Männchen das Basalglied (Fig. 16 C) in Form eines Ringes und dient hier ebenfalls zum Ansatz von Muskeln (*M*), ist aber nicht im Kopfe verborgen, sondern ragt an der Stirnfläche hervor und lässt sich als Glied der Antenne deutlicher erkennen.

Der der Platte des Männchens entsprechende Theil des zweiten Gliedes ist eine um die Basis des Schaftes liegende, die Verbindung zwischen Schaft und zweitem Glied vermittelnde, kreisförmige Platte (Fig. 16 P) von Cuticularsubstanz mit einer Öffnung in ihrer Mitte. Hier ist es ganz deutlich erkennbar, dass die Platte nichts als die Gelenkhaut ist, und die Platte des Männchens ist ohne Zweifel der des Weibchens homolog, nur in höherem Grade entwickelt. Die Platte hat einen Durchmesser von 0,07 mm, ist am medianen Rand 0,005 mm stark, nimmt aber nach der Peripherie an Dicke zu, bis sie in einer Entfernung von 0,04 mm von der Basis des Schaftes eine Stärke von 0,008 mm erreicht, um sich dann 0,004—0,005 mm weiter unter allmählicher Verdünnung unter der Chitinhöhle fortzusetzen. In der Plattensubstanz eingebettet liegt ein die Basis des Schaftes umgebender Chitinring (Fig. 16 B, im Querschnitte gesehen). Da, wo die Platte am dicksten ist, beginnt die 0,004 mm dicke Chitinhülle des Gliedes, das, wie oben erwähnt wurde, eine halbkugelige Gestalt zeigt. Dicht unter der Hülle liegt wie gewöhnlich eine einschichtige Hypodermis.

Im Innenraum des Gliedes liegt ein mit Ganglienzellen und Stäbchen ausgestattetes Sinnesorgan, das dem des Männchens ähnlich, aber einfacher gebaut ist. Die nervösen Elemente füllen nicht das ganze Glied aus, sondern lassen nach vorn einen großen, im Leben Blutflüssigkeit enthaltenden Raum (Fig. 16 F) frei. Der Antennennerv entspringt wie bei dem Männchen am vorderen ventralen Theile des

Gehirns und ist in seiner Länge mit Ganglienzellen durchsetzt. Beim Eintritt in das zweite Glied misst er 0,06 mm im Durchmesser. Im unteren Theil des Gliedes breitet er sich trichterförmig nach allen Seiten aus und dringt direkt in die Ganglienzellschicht ein. Von seiner Mitte entspringen die zwei den Schaft versorgenden Nervenstränge (Fig. 16 *N''*).

Die Ganglienzellen und Stäbchen bilden einen in seiner Mitte durchbohrten kegelförmigen Kugelsektor, dessen Mittelpunkt oberhalb der Platte im Schaft liegt. Die Ganglienzellschicht (Fig. 16 *G*) ist ungefähr 0,02 mm dick und besteht aus Zellen, die dieselbe Größe und Beschaffenheit wie die des Männchens zeigen. Vor dieser Schicht liegen die Stäbchen (Fig. 16 *St*) ungefähr in den Radien der gedachten Kugel. Sie sind durchaus ähnlich denen des Männchens, von derselben Größe und stehen auch durch feine Fasern mit den Ganglienzellen in Verbindung. Ihre Endigungsweise ist jedoch eine andere als beim Männchen. Die Platte besitzt nämlich keine Fortsätze, sondern die Stäbchen enden mit ihren Spitzen in der Substanz der Platte selbst, und zwar zwischen dem Chitinring und der Basis des Schaftes. Auf der medianen und lateralen Fläche der Stäbchenschicht liegen längliche, minder differenzirte Zellen, Zwischenstufen zwischen Stäbchen und gewöhnlichen Hypodermiszellen darstellend.

Die zwei in den Antennenschaft verlaufenden Nervenstränge (Fig. 16 *N''*) sind von einem mit dem Innenraum des Schaftes communicirenden Blutraum umgeben.

Die Tracheen der Antenne entspringen aus dem Stamm im Seitentheil des Kopfes und geben Äste in mannigfaltiger Weise an die verschiedenen Theile ab; einer von diesen Ästen setzt sich durch die Platte in den Schaft fort und versorgt denselben mit Luft.

Die Entwicklung folgt im Allgemeinen dem schon beschriebenen Plan, ist jedoch wegen der minder complicirten Form des Organs vereinfacht. Die erste Anlage der Imaginalantenne in der Larve ist bei beiden Geschlechtern fast ganz ähnlich. Der zweiblättrige Schlauch wird auch bei dem Weibchen gebildet und die Falten an seiner Basis sind im Anfang ziemlich ähnlich. Die ersten Stadien der weiblichen Antenne sind denen der männlichen (Fig. 8 und 9) ähnlich, nur die Falte *E* ist nicht so tief. In Fig. 17, Taf. XXX ist ein späteres Stadium dargestellt. Die Anlage hat sich nach der Seite des Schaftes zu gewendet; die Umdrehung hat noch kaum begonnen; die Chitin absondernde Hypodermis (*H*) ist schon einschichtig. Die Stäbchen- und Ganglienzellen sind größer und mehr rund als die anderen Zellen, lassen aber noch keine Differenzirung in die beiden Derivate erkennen.

In dem Stadium Fig. 48 ist die Umdrehung weiter vorgeschritten, wenn auch nicht vollendet, und man sieht wie die Hypodermis (*H*) sich in eine Falte gelegt hat, durch die später der Blutraum (*F*) gebildet wird. In diesem Falle hat die Differenzirung der Zellen in Stäbchen und Ganglienzellen ebenfalls noch nicht stattgefunden.

Die weitere Entwicklung bis zum Puppenstadium habe ich nicht gezeichnet, da sie demselben Schema wie beim Männchen folgt. Die Zellen bilden die Stäbchen- und Ganglienzellen; das ganze Gebilde nimmt an Größe zu, und kurz vor der Verpuppung wird eine dünne weiche Chitinhaut von der Hypodermis abgesondert. Jetzt findet die Verpuppung statt, und die weiteren Veränderungen in dem Organ gehen rasch vor sich. Die Stäbchenzellen verlängern sich, verschmelzen mit einander zu Stäbchen, und diese treten durch die feinen Fasern mit den Ganglienzellen in Verbindung. Der Antennennerv schiebt den Ganglienzellen immer mehr Fasern zu, und von seiner Mitte aus verlaufen die zwei Stränge in den Antennenschaft. Die Tracheen verästeln sich in den verschiedenen Theilen und schicken einen Ast in den Schaft. Während des Puppenstadiums wird auch die Platte (*P*) gebildet in derselben Weise wie bei dem Männchen, nämlich durch Cuticularabsonderung an der Basis des Schaftes, welche nachher durch Verengerung des Lumens in seine definitive Lage kommt. Das Basalglied wird in der oben für das Männchen beschriebenen Weise gebildet. Jetzt hat das Organ das in der Fig. 49 (Taf. XXX) abgebildete Stadium erreicht. Hier erscheint die Chitinkapsel etwas größer als bei dem Imago, wofür ein doppelter Grund vorhanden ist. Erstens findet eine dem Männchen entsprechende Zunahme an Größe dieser Theile während des Puppenstadiums nicht statt, und zweitens ist das Glied sowohl wie die ganze Antenne durch die Quantität der Flüssigkeit im Körper etwas aufgetrieben. Mit dem Ausschlüpfen des Imago erreicht er seine definitive Gestalt und Größe.

### *Culex pipiens*.

#### I. Männchen.

Die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen an *Culex* sollen hier angeschlossen werden und eine Kritik der Arbeiten der früheren Autoren folgen.

Die Antenne des *Culex*-Männchens zeigt große Ähnlichkeit mit der von *Mochlonyx*. Sie besteht aus denselben Theilen, nämlich dem Schaft, dem großen becherförmigen zweiten Glied und dem ringförmigen Basalglied. Der Schaft besteht aus 14 Gliedern, die wie bei *Mochlonyx*

mit langen Haaren ausgestattet sind, von denen die zwei letzten zusammen eine Länge erreichen ungefähr gleich der der übrigen 12. Das Basalglied ist hier auch rudimentär, etwas in dem Vorderkopf eingesenkt und dient den Antennenmuskeln als Ansatzstelle.

Das zweite Glied ist ein verhältnismäßig großes, becherförmiges Organ, dessen Beziehung zu den anderen Gliedern und dessen Struktur im Allgemeinen dieselbe ist wie bei *Mochlonyx*, so dass ich keine besondere Abbildung zu geben brauche; ich will nur einige Punkte anführen, in denen die beiden Formen von einander abweichen. Das ganze Glied misst 0,17 mm in der Länge und 0,12 mm in der Breite, ist also kleiner als bei *Mochlonyx*. Die Höhlung des Bechers ist verhältnismäßig etwas tiefer und größer. Die Ganglienzellen liegen, statt in einer, in zwei durch Nervenstränge von einander getrennten Schichten. Demnach theilt sich der Nerv, welcher dem Nerv *N'* (Fig. 4) entspricht, in zwei Stränge, von denen einer zwischen den beiden Ganglienzellschichten, der andere zwischen der inneren Schicht und den Stäbchen verläuft<sup>1</sup>. Die Stäbchen sind etwas kürzer und schlanker als bei *Mochlonyx*. Ihre Länge schwankt von 0,02—0,025 mm. Sie erscheinen im vorderen Theile des Organs etwas kürzer als im hinteren. Ihre Kerne sind chromatinreicher als die der Ganglienzellen.

Über die Entwicklungsgeschichte des Organs bei *Culex* brauche ich nichts zu sagen, da sie mit der oben für *Mochlonyx* gegebenen sehr genau übereinstimmt.

## II. Weibchen.

Bei dem Weibchen von *Culex* ist der Schaft der Antenne 14gliedrig und mit kürzeren Haaren und Borsten besetzt. Das Basalglied tritt mehr als bei dem Männchen hervor, bildet aber gleichfalls einen Ring zum Ansatz der Antennenmuskeln. Das zweite Glied muss etwas näher besprochen werden. Es ist abweichend von dem des *Mochlonyx*-Weibchens gebaut und bildet gewissermaßen einen Übergang zwischen diesem und dem des Männchens.

Die Form des ganzen Gliedes ist die eines sehr dickwandigen, mit flacher Höhlung ausgestatteten Bechers (Taf. XXXI, Fig. 22): in dieser Höhlung sitzt der Schaft, dessen Basis eine von einer centralen Öffnung durchbohrte Scheibe (Fig. 22 *B*) bildet. In Zusammenhang mit dieser Scheibe liegt, ihren peripheren Theil bedeckend, die Gelenkhaut (*P*), welche wie beim Männchen mit radiären Verdickungen ausgestattet ist und der Platte entspricht. Das Bemerkenswerthe ist, dass hier die

<sup>1</sup>In Fig. 22, Taf. XXXI das *Culex*-Weibchen betreffend, ist diese Anordnung gleichfalls vorhanden.

Basis des Schaftes einen Theil des Bodens der Einsenkung bildet. Ich betrachte diesen Theil *B* als dem Schaft angehörig, weil er ohne Unterbrechung mit dem unteren Ende des Schaftes in direktem Zusammenhang steht und keinerlei Verschiedenheit von der Chitinbekleidung desselben erkennen lässt. Dabei ist die Begrenzung zwischen ihm und der Gelenkhaut oder Platte (*P*) sehr deutlich. Die letztere ist fast durchsichtig wie die Platte des Männchens und scheint eine von dem gemeinen Chitin verschiedene Konsistenz zu besitzen. Die Außenwand der Vertiefung bildet ein verdickter Theil (Fig. 22 *K*) der Chitinhülle des zweiten Gliedes mit einem ringförmig vorspringenden Rande (Fig. 22 *V*), der gegen den Schaft zu vorspringt und die Öffnung der Höhlung verkleinert. Nach außen von diesem Auswuchs bildet die Chitinhülle eine mit stumpfen Erhebungen besetzte Zone, welche feine Borsten trägt (Fig. 22 *L*). Der Rest der Oberfläche des Gliedes ist gleichfalls mit kurzen feinen Borsten bedeckt.

Dicht unter der Chitinhülle liegt wie gewöhnlich die einschichtige Hypodermis, an die sich sodann nach innen zu die Ganglienzellen anschließen, die hier wie bei dem Männchen in zwei durch Nervenstränge unvollkommen getrennte Schichten angeordnet sind. Von der inneren Ganglienzellenschicht durch eine Faserschicht getrennt verlaufen die Stäbchen, welche wenigstens mit der inneren Zellschicht durch feine Fasern in direkter Verbindung stehen. Die Stäbchen sind etwas länger als bei dem *Culex*-Männchen, ungefähr 0,03 mm, in der Gestalt jedoch mit ihnen übereinstimmend. Auf Längsschnitten liegen sie in radiärer Anordnung von der Gelenkhaut oder Platte ausstrahlend. Im Querschnitt sieht man, dass sie ähnlich wie beim *Mochlonyx*-Männchen im Umkreis des Organs durch sehr enge Zwischenräume getrennte Gruppen bilden (vgl. Fig. 4, Taf. XXX), welche den radiären Verdickungen der Gelenkhaut entsprechen. Auf der medianen und lateralen Seite der Stäbchenschicht stellen mehr oder minder modificirte Hypodermiszellen die Übergangsstadien zwischen Stäbchen und gewöhnlichen Hypodermiszellen dar. Zwei Nervenstränge und ein Tracheenstamm verlaufen durch den centralen Hohlraum in den Antennenschaft. Die Entwicklungsgeschichte folgt dem oben beschriebenen Plan und bedarf daher keiner besonderen Besprechung.

Diese Form bildet somit eine Zwischenform zwischen dem Organ der *Mochlonyx*-Weibchen (Fig. 16) und dem des Männchens (Fig. 1). Der Vergleich ist leicht durchzuführen. In der eben beschriebenen Form lässt sich die bei den Männchen viel weiter entwickelte Einsenkung auf der distalen Fläche des Gliedes erkennen, der bei den *Mochlonyx*-Weibchen überhaupt nicht vorhanden ist. Ferner lassen sich auf dem

Boden der Einsenkung die radiären Verdickungen deutlich verfolgen. Auch die Stäbchen sind in diesen entsprechenden Gruppen oder radiäre Schichten angeordnet. Bei dem *Mochlonyx*-Weibchen sind die radiären Verdickungen der Platte nur sehr gering entwickelt, und die Stäbchengruppen lassen sich auch nicht unterscheiden. Bei dem Männchen andererseits ist die radiäre Struktur der Platte noch deutlicher und wird am Rande der Platte durch eine den Verdickungen entsprechende Anzahl von Chitinfortsätzen vertreten, denen die Stäbchen in eben so vielen Gruppen oder radiären Schichten aufsitzen.

Es wird vielleicht rathsam sein, hier die Ergebnisse der älteren Arbeiten über *Culex* einer kurzen Kritik zu unterwerfen. Von diesen ist die von JOHNSTON ('55) die älteste. Um die historische Reihenfolge zu behalten, beginne ich auch mit ihr. In seiner Beschreibung des äußeren Baues der Kapsel, wie er das zweite Glied nennt, erwähnt er einen hornigen Ring, der der Vorderfläche des Gliedes aufliegt und dieses mit dem entsprechenden Glied der vorderen Antenne durch ein durchlohtes Querband verbindet. Auf der Vorderfläche habe ich diesen Ring nicht gefunden: ich kann mir auch nicht vorstellen, was JOHNSTON damit gemeint hat, es müsste denn sein, dass er das Basalglied gesehen, seine Stellung aber nicht richtig erkannt hatte. Der Theil zwischen dem zweiten Glied und dem Kopf, »the pedicle« von JOHNSTON, ist ein Ring, welcher in Wahrheit das Basalglied selbst darstellt. Ich glaube wenigstens aus seiner Abbildung (l. c. Fig. 2) schließen zu können, dass sich die Beschreibung JOHNSTON'S auf dieses Glied bezieht.

Die Beschreibung der äußeren Form des zweiten Gliedes ist sonst richtig. In Bezug auf die innere Struktur ist seine Darstellung sehr lückenhaft und zum Theil falsch, was wohl durch die Kleinheit des Objectes und die damals sehr ungenügenden Untersuchungsmethoden erklärlich ist. Zwischen den beiden Wänden der Kapsel, mit Ausnahme des hinteren Theiles, besteht nach JOHNSTON ein Raum, der mit einer kleine runde Körperchen enthaltenden Flüssigkeit erfüllt ist. JOHNSTON vergleicht diese Flüssigkeit mit der Endolympe in dem Ohr der höheren Wirbelthiere. Der große Nerv mit der sich verästelnden Trachee durchbohrt den Stiel der Kapsel und breitet sich an deren Basis aus. Ein Strang setzt sich weiter in den Schaft der Antenne fort. Die übrigen Stränge strahlen nach allen Seiten in den Kapselraum hinein und legen sich in kleinen Rinnen der Wandung derselben an. Dass die centrale Platte näher als andere Theile der Innenwand mit dem Boden der Kapsel verbunden ist, ist nicht ganz richtig, denn diese Verbindung erfolgt nur durch die dazwischen liegenden zelligen und faserigen Elemente. Die in dem Raum enthaltene Flüssigkeit ist selbst-

verständlich die Körperflüssigkeit und die runden Körperchen sind die Ganglienzellen, welche beim Zerquetschen oder Durchschneiden im frischen Zustande mit derselben theilweise ausfließen. JOHNSTON hat, wie es scheint, die Stäbchen und Zellen gar nicht als feste Gebilde erkannt. Die Rinnen in der Wand, worin die Nervenfilamente verlaufen sollen, sind nicht vorhanden, und die Nervenendigungen liegen nicht frei, sondern stehen mit den Zellen in Verbindung. Was JOHNSTON über die Funktion des Organs angebt, wird in dem physiologischen Theil dieser Arbeit Berücksichtigung finden.

In Bezug auf die Arbeiten von HURST ('90 a, b, c) will ich voraus bemerken, dass der Sinn einiger Stellen mir nicht ganz klar ist. Er sagt erstens, dass ein Theil des »telescoping« der Antenne in der Larve auch nach dem Ausschlüpfen der Puppe als Basalglied erhalten bleibt. Dass er mit dem »Basalglied« das zweite Glied meint, ist klar, denn er hat das eigentliche Basalglied überhaupt nicht erkannt. Es scheint mir ferner, dass der Vorgang, wodurch das zweite Glied in der Larve gebildet wird, kaum »telescoping« genannt werden kann. Derselbe beruht ursprünglich vielmehr auf einer Faltung der Wände des Hypodermis Schlauches und hat nichts mit einem Raummangel zu thun, denn er beginnt während das Ende des Schlauches frei in dem Kopfraum liegt.

Dass die Höhlung des Bechers bei dem Männchen der des Weibchens homolog ist, ist HURST entgangen. Derselbe spricht bei dem Männchen von einem »concave double disc«, dessen zwei Lamellen mit einander verwachsen sind, so dass die Höhlung obliterirt. Was er mit dieser konkaven Doppelscheibe meint, ist mir unerfindlich. In meinen Präparaten habe ich keine Spur derselben entdecken können. Ich sehe auch keinen Grund ein, wesshalb man die Höhlung des Gliedes bei beiden Geschlechtern nicht als homolog betrachten sollte. Vielmehr scheint mir diese Homologie klar aus der Entwicklungsgeschichte sich zu ergeben. Der Boden und die Wände werden in beiden Fällen durch dieselben Theile (die Gelenkhaut oder Platte und die Chitinhülle) gebildet; nur in so fern verschieden, als bei dem Männchen die Einsenkung tiefer ist. Dass bei dem *Culex*-Weibchen die Basis des Schaftes an der Bildung des Bodens der Höhlung Theil nimmt, ändert auch nichts.

In der ersten Arbeit behauptet HURST ('90 a), dass die Stäbchen in einer doppelten, vielleicht dreifachen Schicht liegen. Wie er zu dieser Annahme gekommen ist, ist erklärlich. In einem Schnitt, welcher nicht genau der Längsachse des Organs parallel ist, sondern ein wenig schräg verläuft, werden manchmal zwei oder drei Gruppen von

Stäbchen schräg geschnitten. Bei dem ersten Anblick eines solchen Schnittes kann man leicht zu der Ansicht gelangen, dass zwei oder drei über einander liegende Schichten von Stäbchen vorhanden seien. In Macerationspräparaten aber sieht man, dass die Stäbchen desselben Abschnittes dieselbe Länge besitzen, und bei gut gelungenen Präparaten, wo manchmal einige der Stäbchen mit den Chitinfortsätzen verbunden bleiben, ist sofort erkennbar, dass nur eine Stäbchenschicht vorhanden ist. Über die Endigungsweise der Stäbchen wird zunächst eben so wenig etwas erwähnt, wie über die Chitinfortsätze.

Der den Antennenschaft versorgende Nerv soll nach HURST's Untersuchung von dem großen, sich nach dem zweiten Glied begebenden Nerv ganz getrennt verlaufen und seinen Ursprung an einer anderen Stelle des Cerebralganglions nehmen. Auch diese Angabe kann ich nicht bestätigen. Nach meinen Präparaten entspringen zwei Nervenstränge (Fig. 4 etc.) aus der Mitte des großen »Nerventrichters«, wo sich eine Anhäufung von Ganglienzellen befindet, um sich sodann in den Schaft hinein fortzusetzen. Ich habe eine besondere Ursprungsstelle dieser Stränge an dem Cerebralganglion durchaus nicht finden können. Eben so wenig kann ich einen Ast des großen Nerven finden, der nach HURST nach der Innenfläche der Stäbchenschicht verlaufen und dort kleine, zwischen dieser und der Basis des Schaftes liegende Zellen versorgen soll.

HURST will die »Kontinuität der Ganglienzellen« im zweiten Gliede mit denen des Cerebralganglions, entweder durch ihren »gemeinsamen epidermalen Ursprung« oder durch von diesem Ganglion ausgehende Zellenwanderung erklären. Diese Kontinuität ist durch die im großen Antennennerv zerstreuten Ganglienzellen hergestellt, wie aber der gemeinsame epidermale Ursprung das erklären soll, ist mir unverständlich. Vielmehr scheint mir die Kontinuität durch fortgesetzte Theilung der Ganglienzellen des Cerebralganglions und des zweiten Antennengliedes, auch durch Theilung der Zellen, welche in der Larve in und um den Nerv zerstreut sind, zu Stande zu kommen.

In seiner zweiten Arbeit erwähnt HURST ('90 b) zum ersten Mal die Chitinfortsätze. Dabei behauptet er, dass die »end to end« liegenden Stäbchen oder Stäbchenzellen, wie er sie nennt, sich zwischen diesen Fortsätzen als feine Filamente verfolgen lassen und mit dem auf der Innenwand des Bechers liegenden Theil der Ganglienschicht in Verbindung treten. Auch soll ein Nervenstrang zwischen den Enden der Stäbchen in unmittelbarer Nähe des »Tympanum« (Platte) verlaufen. Hier hätte ein gutes Macerationspräparat genügt, ihn davon zu überzeugen, dass die Stäbchen nicht zwischen den Fortsätzen verlaufen

und mit ihren Spitzen in Verbindung mit Ganglienzellen treten, sondern, dass sie mittels ihrer Spitzen an den Chitinfortsätzen fest hängen. Von dem zwischen ihren Enden verlaufenden Nervenstrang finde ich keine Spur. Es ist mir übrigens nicht klar, wie die Stäbchen der peripherischen Schichten enden sollen, wenn die Stäbchenzellen »end to end« liegen. HURST behauptet, dass die Stäbchen zwischen den Fortsätzen der Platte enden, wenn sie aber »end to end« liegen, wäre dies nur für die innere Schicht möglich.

### *Corethra plumicornis.*

#### I. Männchen.

Bei *Corethra* besitzt das JOHNSTON'sche Organ im Allgemeinen große Ähnlichkeit mit dem von *Culex* und *Mochlonyx*, so daß eine kurze Beschreibung genügen dürfte.

Die Form der ganzen Antenne ist dieselbe wie die von *Mochlonyx*. Das erste Glied ist ein zum Muskelansatz dienender Ring. Die centrale Platte des zweiten Gliedes besitzt dieselbe Struktur wie bei *Mochlonyx*, nur sind hier die Chitinfortsätze etwas länger. Der Nerv ist kürzer als bei *Mochlonyx*, weil das erste Glied kleiner ist, und in Folge dessen das zweite Glied näher am Kopfe liegt. Beim Eintritt des Nerven in die Ganglienmasse des Organs theilt dieser sich unvollkommen (aber deutlicher als bei *Mochlonyx*) in eine Anzahl (20 bis 25) Stränge, die durch Ganglienzellen von einander getrennt werden. Die Stränge verlaufen in einer zwischen Ganglienzellen und Stäbchen liegenden Faserschicht, bilden aber bisweilen auch einen zweiten kleineren Strang in der Ganglienzellschicht selbst. Die Stäbchen sind bei *Corethra* nicht alle von derselben Länge. Die im hinteren Theile des Gliedes sind 0,035 mm lang, die vorderen, die sich an das Ende des Chitinfortsatzes ansetzen, nur 0,02 mm. Sie liegen, den Fortsätzen entsprechend, in Gruppen, die im Querschnitt nur zwei Stäbchen aufweisen. Die Stäbchenkerne sind wie bei *Culex* chromatinreicher als die Kerne der Ganglienzellen.

#### II. Weibchen.

Von dem Weibchen brauche ich nur zu bemerken, dass der Bau des zweiten Antennengliedes und sogar der ganzen Antenne derselbe ist, wie bei *Mochlonyx* (Taf. XXX, Fig. 16).

Die Ontogenie des Organs ist mit einigen geringen Abweichungen die oben beschriebene. WEISMANN ('66) hat in seiner bekannten Arbeit die Entstehungsweise der Imaginalantenne im Larvenkopf genau beschrieben und dabei auch das »große, kugelige Basalglied« erwähnt.

Wie aus dieser Arbeit hervorgeht, und ich nach meinen Untersuchungen bestätigen kann, wächst die Antenne bis an das Cerebralganglion zurück, oder wird zurückgezogen, so dass sie in dem langen Stirnfortsatz gerade liegt. Die ringförmige Wucherung an der Basis des Antennenschlauches bildet eine Scheibe, welche mit der hinteren Öffnung nach innen schräg auf den Schlauch zu liegen kommt. Die radiäre Anordnung der Zellen in der Anlage des zweiten Gliedes hat WEISMANN bemerkt, aber als Sinnesorgan hat er das Organ nicht erkannt. WEISMANN behauptet, dass das äußere Blatt des Schlauches keinen Antheil an der Antennenbildung nimmt. Er hat dabei das kleine ringförmige Basalglied, welches durch den hinteren Theil dieses Blattes gebildet wird, übersehen. Die weitere Entwicklung bedarf keiner Darstellung, da sie dieselben Stadien durchläuft, wie bei *Mochlonyx*.

Andere Arten der Culiciden habe ich noch nicht untersucht, aber man darf aus der ziemlich konstanten Gestalt und Struktur des JOHNSTON'schen Organs bei den drei untersuchten Genera *Mochlonyx*, *Culex* und *Corethra* wohl vermuthen, dass bei den anderen Culiciden eine große Ähnlichkeit mit den oben beschriebenen Formen bestehen wird.

Bei den Chironomiden, von denen zwei Genera *Tanypus* und *Chironomus* untersucht worden sind, findet man auch bei dem Männchen die buschig behaarte und bei dem Weibchen die mit kurzen Haaren spärlich besetzte Antenne. Das zweite Glied ist auch bei ihnen verhältnismäßig sehr groß und enthält bei dem Männchen ein Sinnesorgan, dessen nähere Beschreibung beträchtliche Verschiedenheiten von dem der Culiciden zeigen wird, aber doch denselben Grundplan und dieselbe Funktion erkennen lässt.

### Tanypus.

Zwei nicht näher bestimmte Arten von *Tanypus* wurden untersucht und belehrten mich, dass das JOHNSTON'sche Organ bei beiden dieselbe Struktur besitzt und nur entsprechend der Körpergröße bei einer etwas mächtigere Dimensionen zeigte als bei der anderen. Ich habe die größere Art zur näheren Beschreibung gewählt.

#### I. Männchen.

Bei dem Männchen sind die Antennen ungefähr 5 mm lang und bestehen aus einem Schaft, einem großen zweiten Glied und einem ringförmigen, Muskeln enthaltenden Basalglied. Der Schaft setzt sich aus 14 Gliedern zusammen, von denen 12 kurz und mit langen Haaren besetzt sind. Das vorletzte Glied ist länger als alle anderen zusammen-

genommen und trägt gleichfalls lange Haare, während das Endglied kurz und spitzig ist und nur kurze Haare aufweist. Von dem zweiten Glied bis an die Spitze ist die Chitinhaut des Schaftes so zu sagen gespalten, so dass ein Theil dorsal, der andere ventral liegt. Diese Theile werden auf beiden Seiten durch dünne durchsichtige, mit feinen Borsten besetzte Membranen verbunden. Dadurch entsteht ein abgeplattetes Rohr, dessen dorsoventraler Durchmesser ungefähr zweimal so groß ist als der laterale. Nur auf den einander gegenüberliegenden Partien der Chitinhaut sitzen die langen Haare, und zwar meistens in zwei unregelmäßigen Querreihen auf jedem der 12 gleichen Glieder, jedoch so, dass sie sich nach den Seiten, sowie nach oben und unten richten, wobei der Schaft, durch eine Lupe gesehen, auf allen Seiten genau so wie bei den Culiciden behaart erscheint. Das Basalglied dient auch hier zum Ansatz der Muskeln und ist etwas in den Vorderkopf eingesenkt.

Das zweite Glied erreicht eine Größe von 0,23 mm und eine Länge von 0,17 mm. Es ist mehr kugelförmig als bei den Culiciden; auf der distalen Fläche findet sich nur eine sehr seichte Einsenkung, in welcher der Schaft sitzt (Taf. XXXI, Fig. 23). Die Einsenkung ist 0,04 mm tief. Ihr Boden wird wie bei den Culiciden von einer Platte (Fig. 23 *P*) gebildet, in deren Mitte der Schaft befestigt ist. Die Platte misst von einer Seite bis zur anderen 0,09 mm, und die Öffnung in der Mitte hat 0,02 mm Durchmesser. Am Mittelrand ist die Platte 0,04 mm dick. Nach außen zu verjüngt sie sich erst etwas, dann nimmt sie gegen den Seitenrand hin bis zu einer Dicke von 0,02 mm zu. Ihre beiden Flächen sind konkav, die vordere mehr als die hintere. Sie ist chitinöser Natur, jedoch fast vollkommen durchsichtig und hat wie bei *Culex* das Aussehen einer Gelenkhaut. Bei Alkoholpräparaten wird die Verbindung zwischen dem Schaft und der Platte sehr leicht gelöst, so dass der Schaft abfällt. Die Platte ist radiär verdickt, und ihre hintere und seitliche Fläche sind von festerer Konsistenz und größerem Lichtbrechungsvermögen, so dass sie auch in ihrem Aussehen dem Chitin mehr gleichen als die anderen Theile. Jeder der 70—90 Verdickungen entsprechend verlaufen als Fortsetzung der hinteren Fläche 0,07 mm lange steife Fortsätze (Fig. 23 *A*) schräg nach hinten gegen den Kopf hin. Auf allen Seiten ist die Platte von dem Schaft nach dem Seitenrand zu schräg nach hinten geneigt, durch die Verdickung des Seitentheiles aber kommt die Stelle des Übergangs der Platte in das Chitin des zweiten Gliedes (Fig. 23 *C'*) etwas höher als die Basis des Schaftes zu liegen. Hinter der Platte liegen Hypodermiszellen (Fig. 23 *H'*). Von dem Seitenrand der Platte ausgehend bildet die 0,006 mm dicke, mit

feinen Haaren oder Borsten besetzte Chitinhülle des zweiten Gliedes (Fig. 23 *C'*) zuerst die fast parallel zur Antennenachse verlaufende Seitenwandung der Einsenkung, schlägt sich dann um und bedeckt die nervösen Elemente des Gliedes. An dem hinteren verdickten Rand setzen die Antennenmuskeln an (Fig. 23 *M*).

In dem engen Zwischenraum zwischen der Hypodermis und den nervösen Theilen finden sich sehr feine, fast durchsichtige, wenig sich färbende Stäbchen, die einerseits in die Masse der Nervenfasern und Ganglienzellen sich verlieren, andererseits gegen die Chitinhülle sich in eine kleine runde Fläche ausbreiten, die dem Chitin wie eine Art Fuß ansitzt. Dieselben werden in der ganzen nach außen zu gelegenen Ganglienzellschicht gefunden und dienen wahrscheinlich als Stütze, um die nervösen Theile vor Umlagerung und vor dem Druck der Chitinhülle zu schützen. Zu äußerst unter diesen Theilen liegt eine Faserschicht (Fig. 23 *F*), die aus dem Antennennerv (*N*) ihren Ursprung nimmt und die darunterliegende Zellschicht bedeckt. Die Zellen der letzteren (Fig. 23 *G*) messen 0,004—0,005 mm und sind Ganglienzellen. Auf der inneren Seite dieser Lage folgt eine zweite Faserschicht, welche wie die Faserschicht bei *Mochlonyx* aus zwei sich kreuzenden Gruppen von Nervenfasern besteht. Eine dieser Gruppen ist die, welche von dem Antennennerv ihren Ursprung nimmt und wie die Fasern der äußeren Faserschicht von hinten nach vorn verläuft; die andere enthält die feinen Fasern, welche zwischen den beiden Zellschichten hinziehen. Die zunächstfolgende innere Zellschicht (Fig. 23 *G'*) besteht aus Zellen, die wenigstens theilweise mittels feiner Fasern mit den Stäbchen in Verbindung stehen. Diese sind etwas kleiner als die Zellen der äußeren Schicht. Die nächste Schicht ist die Stäbchenschicht. Die Stäbchen (Fig. 24) sind 0,04—0,05 mm lang, schlanker und meistens mit zwei kleineren Kernen ausgestattet wie bei *Mochlonyx*. Wie aus der Fig. 23 hervorgeht, sind sie mittels ihrer Spitzen an den Chitinfortsätzen der Platte befestigt, aber nicht wie bei *Mochlonyx* nur auf ihrer hinteren, oder der Lage der Fortsätze nach, inneren Seite, sondern größtentheils auf der vorderen bzw. äußeren Seite. Auf der äußeren Seite ist der Fortsatz von der Basis bis zur Spitze mit Stäbchen besetzt, nicht bloß auf ihr, denn an der Spitze biegt die Stäbchenschicht nach innen um, um auch hier eine geraume Strecke weit gegen die Basis hin sich fortzusetzen. Wo die Stäbchenschicht aufhört, folgt bis zur Ansatzstelle des Fortsatzes eine Lage weniger modificirter Zellen. Auf der inneren Seite des Fortsatzes lassen sich die Ganglienzellen nicht als zwei Schichten deutlich unterscheiden, wie denn auch hier natürlich keine Stützstäbchen vorhanden sind. Im Querschnitt liegen

die Stäbchen in einer der Anzahl der Fortsätze (70 bis 90) entsprechenden Menge Gruppen wie bei den Culiciden. Diese Gruppen enthalten im Querschnitt nur wenige Stäbchen und werden wie bei den Culiciden durch enge Zwischenräume getrennt, so eng, dass an der Basis der Stäbchen dieselben völlig verschwinden, und die Gruppen dann mit einander verschmelzen. Die Seitenkerne der Stäbchen liegen in jeder Gruppe auf der Seite der Stäbchen, welche nach dem Zwischenraum zu gewendet ist, so dass ein Querschnitt bei dieser Form sowie bei den Culiciden alternierende Schichten von Stäbchenkörpern und Kernen erkennen lässt.

Der große, mit Ganglienzellen durchsetzte Nerv (Fig. 23 *N*), dessen Durchmesser bei seinem Eintritt in das zweite Glied 0,07 mm beträgt, breitet sich nach allen Seiten in Form eines »Trichters« aus, dessen Fasern die Ganglienzellschichten versorgen. Aus der Mitte dieses Trichters entspringen die zwei Nervenstränge *N''*, die sich in den Antennenschaft hinein fortsetzen. Das Organ ist reichlich mit Tracheen versorgt, die in ähnlicher Weise wie bei *Mochlonyx* verlaufen. Ein Stamm *T* geht mit dem Nerv (*N''*) in den Schaft der Antenne über. In der Mitte des Gliedes hinter der Platte ist ein mehr oder minder großer, mit dem Innenraum des Schaftes in Verbindung stehender Raum, in dem der Schaftnerv und die Trachee liegen. Wie von vorn herein zu vermuthen, steht dieser Hohlraum mit den Räumen zwischen den Stäbchengruppen und mit dem Raum unter der Chitinhülle in Verbindung; er ist nichts Anderes als ein Blutraum.

## II. Weibchen.

In Bezug auf das Weibchen von *Tanypus* kann ich mich kurz fassen. Die weibliche Antenne besteht wie gewöhnlich aus Schaft, einem großen zweiten Glied und einem ringförmigen Basalglied. Der Schaft ist aus 44 ziemlich gleichen, spärlich behaarten Gliedern zusammengesetzt. Das Basalglied sitzt dem Kopfe auf und enthält die Antennenmuskeln.

Das zweite Glied ist ungefähr halb so groß wie bei dem Männchen, fast kugelförmig, mit einer flachen Vertiefung auf der distalen Fläche, in deren Mitte der Schaft fest sitzt. Die die Basis des Schaftes umgebende Platte ist am Seitenrand dicker als am Mittelrand und verbindet sich in der Mitte mit dem Schaft, an ihrer Peripherie mit der Chitinhülle des Gliedes. Die faserigen und zelligen Elemente des Inneren sind ähnlich wie bei dem *Mochlonyx*-Weibchen angeordnet (Taf. XXX, Fig. 46). Eine dünne Hypodermis bedeckt die Innenseite der Chitinhülle. Zwischen dieser und den Ganglienzellen liegen die

Stützstäbchen, was im Gegensatz zu den bei den Culiciden herrschenden Verhältnissen steht. Die Ganglienzellen sind nicht in zwei Schichten getrennt und stehen in der gewöhnlichen Weise durch feine Fasern mit den Stäbchen in Verbindung. Diese sind sehr schlank und in verhältnismäßig geringer Anzahl vorhanden, liegen wie bei *Mochlonyx* und enden an der Platte oder treten in dieselbe ein. Der in das zweite Glied eintretende Nerv breitet sich als »Trichter« aus und verbindet sich mit der Ganglienschicht. Von seiner Mitte entspringen die zwei Stränge, die zusammen mit einer Trachee in den Antennenschaft verlaufen.

Die Entwicklungsgeschichte bei *Tanypus* habe ich nicht untersucht, weil mir zur Zeit keine Jugendstadien zur Verfügung standen. Sie wird aber vermuthlich von dem Verhalten von *Chironomus*, bei dem die Struktur unseres Gebildes in dem Imago ganz die gleiche ist, nicht wesentlich abweichen.

#### Chironomus.

Bei dem Männchen ist der Antennenschaft 14gliedrig, mit sehr langem Endglied, Struktur und Behaarung sind dieselben wie bei *Tanypus*. Das Basalglied ist ringförmig und enthält die Muskeln. In Bezug auf das zweite Glied gilt die für *Tanypus* gegebene Beschreibung mit Ausnahme der Messungen, die selbstverständlich nach der Größe der Art etwas verschieden sind.

Das *Chironomus*-Weibchen besitzt Antennen mit einem aus sechs ziemlich gleichen, spärlich behaarten Gliedern bestehenden Schaft, mit fast kugeligem zweiten Glied und ringförmigem Basalglied. Die Struktur des zweiten Gliedes lässt keinen erheblichen Unterschied von *Tanypus* erkennen, bedarf also keiner weiteren Beschreibung.

Ehe ich nun aber auf die Entwicklungsgeschichte des zweiten Gliedes eingehe, muss ich kurz die Entwicklung des Kopfes und der Antenne von *Chironomus*, welche in engerem Zusammenhang mit einander stehen, beschreiben. Die Antenne entsteht wie bei *Corethra* als doppelwandiger Schlauch, welcher fast gerade auf das Cerebralganglion hin läuft. Am vorderen Ende des Schlauches sind beide Blätter der Wand dünn, am hinteren Ende wird das innere Blatt sehr dick. Auf der dorsalen Seite liegt das äußere Blatt dem inneren nicht dicht an, sondern setzt sich nach der dorsalen Hypodermis des Kopfes zu fort, mit welcher es in Verbindung steht, und bildet auf diese Weise eine Art Schlinge, in welche der Antennenschlauch eben so suspendirt ist wie der Darm in dem Mesenterium. Am hinteren Ende des Schlauches ist diese Anordnung durch eine Verdickung und Faltung des äußeren

Blattes auf der lateralen, und in geringerem Grade auch auf der dorsalen Seite der Antennenanlage verändert. Aus dieser Verdickung entsteht durch Umlagerung der Zellen in Ommatidien, und durch Pigmentbildung das Imaginalauge. Das äußere Blatt geht schließlich auf der dorsalen Seite in die Hypodermis des Kopfes über. In diesen beiden Schlingen liegen die Antennenanlagen dicht über einander in der Medianlinie des Kopfes. Die Öffnung, durch welche der Antennennerv hindurchtritt, ist Anfangs nach hinten gerichtet, wird aber allmählich durch die Wucherung des basalen Endes des Antennenschlauches nach der Seite zu geschoben.

Die Antennenschläuche werden sehr lang und erreichen fast das Cerebralganglion, ehe die Anlage des zweiten Gliedes sich von den anderen Theilen des Schlauches differenzirt. Die Entstehung des zweiten Gliedes und seine ganze Entwicklung zeigt trotz der verschiedenen Form des Imaginalgliedes große Ähnlichkeit mit der von *Mochlonyx*. Erst bilden sich die Falten, wie ich dies für *Mochlonyx* in Fig. 9 abgebildet habe, nur in etwas verschiedenem Verhältnis zu einander. In Fig. 25 (Taf. XXXI) ist ein frühes Stadium der Bildung des zweiten Gliedes bei dem Männchen dargestellt. Hier lässt sich das einschichtige äußere Blatt *O* erkennen, darunterliegend die zwei Falten *D* und *E*. *E* wird zur Stäbchen- und Ganglienzellenschicht, und zwar sind die Zellen schon in Reihen angeordnet und mit einem Nervenstrang *N'* in Verbindung, was hier viel früher als bei *Mochlonyx* stattfindet. Die Schicht *H* bleibt viel dicker als die entsprechende Schicht bei *Mochlonyx*, weil sie nicht nur die Hypodermis zu bilden hat, sondern auch die Stützstäbchen. Der Theil *B* ist schon einschichtig geworden und fängt an sich zu verkürzen, wodurch dieselbe Umdrehung der Theile *D* und *E* wie bei *Mochlonyx* hervorgebracht wird. Die Zellen des ganzen Schlauches sind kleiner als bei *Mochlonyx*, aber sonst von ähnlicher Beschaffenheit, mit undeutlicher Begrenzung und verhältnismäßig großem Kerne.

Die Fig. 26 (Taf. XXXI) zeigt ein späteres Larvenstadium. Hier ist die ganze Anlage viel größer geworden, besonders der Theil (*St*, *G*, *G'*), welcher die Stäbchen und Ganglienzellen bildet. Durch weitere Verkürzung des Blattes *B* ist die Umdrehung halb vollendet. Die Anlage der Hypodermis und der Stützstäbchen (*H*) ist dünner und länger geworden und ihre Zellen sind mit ihren Längsachsen fast senkrecht gegen die Ganglienzellen gerichtet. Die zwei Ganglienzellenschichten (*G*, *G'*) sind schon unterscheidbar. Ihre Zellen sind rund geworden, besitzen aber noch in beiden Schichten die gleiche Größe. Die Stäbchen (*St*) haben sich schon verlängert und liegen auf beiden Seiten der Medianlinie (*R*), der Falte, wo später der Chitinfortsatz abgesondert

wird. Der Nerv  $N'$  nimmt an Größe zu und tritt immer weiter mit den Ganglienzellschichten in Verbindung. Auf der Oberfläche der Antennenanlage sondert sich schon eine sehr dünne Chitinschicht ab.

Weitere Entwicklungsstadien habe ich nicht gezeichnet, weil sie eigentlich nichts Neues enthalten. Wie aus den zwei abgebildeten Stadien (Fig. 25 u. 26) leicht erkennbar, ist der Plan der Entwicklung derselbe wie bei *Mochlonyx*. Die Umdrehung vollendet sich durch die Schrumpfung des Blattes  $B$ ; die Nervenfasern treten zwischen die Ganglienzellschichten ein und auf die Oberfläche der äußeren Schicht; die Anlage des Basalgliedes wird in dem äußeren Blatt ( $O$ ) gebildet. Bei dem Ausschlüpfen der Puppe kommen die Antennen, die schon annähernd die definitive Form besitzen, auf die Oberfläche des Kopfes zu liegen. Gleichzeitig vollendet sich die innere Entwicklung. Die Chitinhülle wird dicker, die Stützstäbchen werden durch einen Theil der Zellen  $H$  (Fig. 26) gebildet, und die Zellen der äußeren Ganglienzellschicht nehmen an Größe zu. Die Verbindung mittels feiner Fasern zwischen den durch Verschmelzung der Stäbchenzellen sich bildenden Stäbchen und den Ganglienzellen entsteht, und die Platte und die Chitinfortsätze werden abgesondert. In Folge der Umdrehung, welche bei *Chironomus* nicht so weit geht, als bei *Culex* und *Mochlonyx*, liegen die nervösen Elemente in einer langen, sich nach hinten biegenden Falte (Fig. 23), zwischen deren Blättern die Chitinfortsätze erscheinen. Das innere Blatt der Falte wird nicht so dick wie das äußere, und die Zellen seiner vorderen Hälfte werden überhaupt nicht in Stäbchen und Ganglienzellen geschieden. Während des Puppenstadiums nimmt der Nerv  $N$  sehr an Größe zu, und der Nerv  $N'$  des Antennenschaftes theilt sich in zwei Stränge. Mit dem Ausschlüpfen des Imago und der Erhärtung der Chitinschicht ist die Entwicklung zum Abschluss gelangt.

Bei dem Weibchen ist, wie man schon aus der Ähnlichkeit des Imaginalorgans schließen kann, die Entwicklung fast dieselbe wie bei *Mochlonyx*. Die Stützstäbchen werden wie bei dem Männchen gebildet. Die anderen nervösen Theile entstehen aus einer Falte genau in der oben beschriebenen Weise.

Es lassen sich zwischen dem Männchen der Culiciden und Chironomiden gewisse Unterschiede erkennen, während bei dem Weibchen Gestalt und Bau des Organs fast dieselben bleiben. Diese Unterschiede erscheinen vielleicht am deutlichsten dann, wenn wir versuchen, die bei dem Männchen vorkommenden Formen auf das einfachere Organ des Weibchens zurückzuführen.

Bei dem Weibchen sind die Stäbchen in geringerer Anzahl als bei dem Männchen vorhanden und einfach an der centralen Platte oder in deren Substanz befestigt. Diese Platte ist chitinöser Natur, aber nicht so hart wie die Chitinhülle des Gliedes. Meiner Meinung nach ist sie als die Gelenkhaut zwischen dem zweiten und dritten Gliede zu betrachten. Sie liegt entweder auf der ebenen distalen Fläche des Gliedes oder auf dem Boden einer seichten Einsenkung, in deren Mitte der Antennenschaft sitzt. Die Entwicklungsgeschichte ist, wie gesagt, in allen Hauptpunkten dieselbe und lässt sich in folgenden Worten kurz beschreiben:

Die erste Anlage des JOHNSTON'schen Organs ist eine Faltung rings um die Basis des Antennenschlauches. Die Zellen dieser Falte differenzieren sich in die Stäbchen- und Ganglienzellen; durch Verkürzung eines Theiles der Schlauchwandung wird die Falte umgedreht, so dass sie dicht an die Basis des späteren Antennenschaftes zu liegen kommt; die Oberfläche wird von einer einschichtigen, chitinabsondernden Hypodermis überzogen (Fig. 17 u. 18).

Das complicirtere Organ des Männchens lässt sich leicht auf diese einfachere Form zurückführen. Dieses Organ ist bei dem Männchen zu einem bestimmten Zweck modificirt, während es bei dem Weibchen eine allgemeinere Bedeutung besitzt. Seine Funktion erfordert eine viel größere Anzahl empfindender Stäbchen als bei dem Weibchen und eine entsprechend große Anzahl Ganglienzellen. Dadurch wird das Organ erheblich größer. Aber durch die Zunahme der Stäbchenzahl ist noch eine weitere Modifikation bedingt. Die vielen Stäbchen nämlich endigen nicht mehr einfach an der Gelenkhaut, sondern treten mit Fortsätzen derselben (Fig. 1 u. 2) in Verbindung, welche begreiflicherweise für die Befestigung der Stäbchen eine größere Fläche darbieten. Diese Fortsätze entstehen als Absonderungen in einem Abschnitt, der ursprünglich der Oberfläche der Hypodermis zugehört, aber durch die in den früheren Entwicklungsstadien stattfindende Faltung zwischen zwei Zellenschichten zu liegen kam. Die Verschiedenheit in der Anordnung der Stäbchen bei Culiciden und Chironomiden, welche die abweichende Gestalt des ganzen Organs bedingt, wird durch die verschiedene Entwicklung dieser beiden Schichten erzeugt. Bei den Culiciden entwickeln sich vorwiegend die Zellen der späteren hinteren Schicht zu Stäbchen und Ganglienzellen, während die Zellen der vorderen Schicht nur geringen Antheil an der Bildung dieser Elemente nehmen. Durch diese überwiegende Entwicklung der hinteren Schicht der Falte wird diese einseitig, und die größere hintere Schicht biegt sich nach vorn um (Fig. 12, 13 u. 14). Die Grenzlinie zwischen den

beiden Schichten der Falte muss diese Biegung gleichfalls mitmachen. In dieser Grenzlinie werden die sog. Chitinfortsätze (Fig. 14 u. 15A) der Platte oder Gelenkhaut abgesondert.

Bei den Chironomiden andererseits ist der Entwicklungsvorgang in gewissem Sinne umgekehrt. Die Anlage der Stäbchen und Ganglienzellen entsteht gleichfalls als Falte in dem basalen Theil der Wandung des Antennenschlauches (Fig. 25 E). Diese Falte liegt kurz nach ihrer Entstehung so, dass eine Schicht derselben als äußere, die andere als innere erscheint (Fig. 26). Durch die stattfindende Umdrehung wird nun das vordere Ende der Falte, nämlich die Stelle ihres Überganges in die definitive Hypodermis nach innen gegen den Antennenschaft hin gezogen. Hier nehmen beide Schichten der Falte an der Bildung der Stäbchen und der Ganglienzellen Theil, die äußere Schicht aber in viel größerem Maße als die innere, so dass im Laufe der Entwicklung die Falte sich nicht nach vorn biegt, sondern mit ihrem freien Ende nach hinten gerichtet bleibt (Taf. XXXI, Fig. 23). Die Stäbchen legen sich auf beiden Seiten der Grenzlinie zwischen den beiden Schichten, hauptsächlich aber, wie gesagt, auf der äußeren Seite, und die Chitinfortsätze (Fig. 23 A) werden hier ebenfalls zwischen den beiden Schichten der Falte als lange, sich nach hinten zu biegende Fortsätze der Platte abgesondert. Auf diese Weise erklärt sich also in beiden Fällen die verschiedene Gestaltung des Organs. Mit der freien, nach hinten liegenden Seite, resp. dem Ende der Falte, tritt der Nerv in Verbindung und setzt sich zwischen die Ganglienzellschichten fort.

Das Vorkommen von Stützstäbchen bei den Chironomiden, das im Gegensatz steht zu dem Mangel derselben bei den Culiciden, lässt sich mit vieler Wahrscheinlichkeit aus der größeren Länge der Chitinfortsätze bei den ersteren erklären. Bei den Culiciden nämlich ist der Fortsatz im Verhältnis zu dem der Chironomiden sehr kurz und dick, so dass er die Last der Stäbchen und Zellen ohne Deformierung tragen kann. Bei den Chironomiden dagegen ist er sehr lang und schlank, und stark mit Stäbchen belastet. Es scheint mir, dass gerade hier die Stützstäbchen nöthig sind, um zu großen Druck der Theile gegen einander und eine dadurch erfolgende Deformation des ganzen Organs zu vermeiden. Vielleicht steht dies auch mit der großen Feinheit der Stäbchen selbst in Zusammenhang, denn auch bei dem Weibchen der Chironomiden sind die Stützstäbchen vorhanden, wenngleich in geringerer Anzahl als bei dem Männchen. Die Anordnung der Ganglienzellen in zwei Schichten bei den Chironomiden und bei *Culex*, sowie den entsprechenden doppelten Verlauf der Nervenfasern erwähne ich hier als eine (dem Verhalten von *Culex*

gegentüber) charakteristische Thatsache. Wahrscheinlich deutet sie auf Verschiedenheiten in der centripetalen Leitung hin, deren Gründe zu erörtern, nicht der Zweck dieser Arbeit sein kann.

Die verschiedenen Formen des JOHNSTON'schen Organs bei den Culiciden und Chironomiden lassen sich also, wenigstens so weit ich sie bis jetzt untersucht habe, auf eine gemeinschaftliche Form zurückführen, und zwar auf die Form des Organs, welche sich bei dem Weibchen von *Mochlonyx* (Taf. XXX, Fig. 16) oder *Chironomus* findet. Ich will hier die Ergebnisse dieser Untersuchung in Form einer allgemeinen Beschreibung zusammenfassen:

Das große zweite Glied der Antenne, das dem ringförmigen, reichlich mit Muskeln ausgestatteten Basalglied aufsitzt, enthält ein hochentwickeltes Sinnesorgan, das JOHNSTON'sche Organ. Die nervösen Endelemente bilden sich aus Hypodermiszellen zu Stäbchen und Ganglienzellen um; ihre erste Anlage in der Larve ist eine ringförmige Falte in der Nähe des hinteren Endes des Antennenschlauches. Die Stäbchen werden durch Verlängerung und gewöhnlich auch durch Verschmelzung von Hypodermiszellen gebildet und endigen entweder einfach an der Gelenkhaut zwischen dem zweiten und dritten Gliede (Weibchen), welche in Form einer kreisförmigen, gewöhnlich radiär verdickten Platte den Boden der Einsenkung auf der distalen Fläche des zweiten Gliedes bildet (wenn eine solche Einsenkung vorhanden ist) und den Antennenschaft in ihrer Mitte trägt, oder die Stäbchen endigen an Chitinfortsätzen dieser Gelenkhaut (Männchen), welche sich entweder nach vorn (Culiciden) oder nach hinten (Chironomiden) biegen und die Stäbchen hauptsächlich auf der hinteren Seite (Culiciden) oder auf der vorderen (äußeren) Seite (Chironomiden) tragen. Die Verbindung mit dem Cerebralganglion wird in allen Fällen durch einen sehr großen Nerv hergestellt, welcher nach allen Seiten hin mit den Ganglienzellschichten in Verbindung steht und aus seiner Mitte zwei Stränge abgiebt, die den Antennenschaft versorgen.

Wie ich am Anfang dieser Arbeit erwähnte, wurde ich durch die hohe Entwicklung des JOHNSTON'schen Organs bei den Culiciden und Chironomiden und seinem ziemlich konstanten Typus veranlasst, ein homologes Organ auch bei solchen Insekten zu suchen, deren Antennen

eine mehr gleichmäßige Bildung zeigen, jedenfalls der Anschwellung des zweiten Gliedes entbehren, die den Culiciden und Chironomiden so eigenthümlich ist. Die Ergebnisse dieser weiteren Untersuchungen haben meine Vermuthung vollauf bestätigt, indem ich zunächst bei anderen Dipteren gleichfalls im zweiten Glied der Antenne ein Sinnesorgan fand, welches große Ähnlichkeit mit der einfachen Form des *Mochlonyx*-Weibchens erkennen ließ. Durch diese Resultate angespornt, bin ich sodann zu anderen Insektenordnungen übergegangen, und zwar gleichfalls mit positiven Ergebnissen. Obwohl dieser Theil meiner Untersuchung bis jetzt noch nicht zum Abschluss gekommen ist, dürfte es doch am Platze sein, einige wenige Formen aus verschiedenen Ordnungen vorläufig herauszugreifen und an diesen die auffallende Übereinstimmung im Bau des betreffenden Organs darzulegen. Bei einer späteren Gelegenheit hoffe ich Genaueres über die Verbreitung und die Struktur desselben veröffentlichen zu können.

#### *Pachyrhina pratensis* (Diptera).

Dieses Insekt, wie die oben beschriebenen zu der Unterordnung der Nematoceren gehörig, besitzt 5 mm lange, 14gliederige, schlanke, geknickte Antennen. Das Basalglied ist fast 1 mm lang und enthält Muskeln. Das zweite Glied ist, abgesehen vom Endglied, das kleinste und liegt gerade vor der Knickung der Antenne. Sein hinteres Ende ist cylindrisch, sein vorderes kugelig aufgetrieben. Seine distale Fläche wird durch die Gelenkhaut gebildet, welche mit dem ersten Glied des langen Schaftes in Verbindung steht. Die Glieder des Schaftes sind mit Ausnahme des kleinen zugespitzten Endgliedes alle gleich geformt. An der etwas verdickten Basis eines jeden Gliedes sitzen wenige 0,5 mm lange Haare. Die Oberfläche der Schaftglieder ist dicht mit kurzen durchsichtigen borstenartigen Gebilden besetzt, welche auf ihrem freien Ende je einen kleinen Knopf tragen.

Das zweite Glied enthält auch hier das JOHNSTON'sche Organ, und zwar in seinem vorderen mehr oder minder kugeligen Theil. Die Fig. 27 (Taf. XXXI) ist nach einem Längsschnitt der Antenne gezeichnet. Eine Vergleichung mit der Fig. 16 (Taf. XXX) zeigt den Grad der Ähnlichkeit mit dem Verhalten bei *Mochlonyx*. Die distale Fläche wird durch die Gelenkhaut *P* gebildet, welche sich am Seitenrande mit dem Chitin (*C'*) des zweiten Gliedes, und an dem Mittelrand mit dem Chitin (*C''*) des ersten Schaftgliedes verbindet. In der Mitte bleibt eine Öffnung, durch welche der Nerv (*N''*) und die Trachee (*T*) in den Schaft treten. In der Gelenkhaut ist ein Chitinring (*B* im Querschnitt gesehen) eingelagert, der sich auch bei *Mochlonyx* findet. Die Seitenflächen des

Gliedes werden durch die 0,04 mm dicke Chitinhülle (*C'*) gebildet, auf deren ganzen Oberfläche kurze feine Borsten sich finden. Dicht unter der Chitinhülle ist die einschichtige, aus kleinen Zellen bestehende Hypodermis (*H*). Der sonstige Inhalt des Gliedes besteht fast ausschließlich aus Nervelementen. Der Antennennerv (*N*) giebt nach seinem Eintritt in das zweite Glied Nervenstränge (*N'*) nach allen Seiten ab und setzt sich dann weiter in den Schaft fort (*N''*). Diese Stränge verlaufen schräg nach der Seitenfläche des Gliedes und treten in eine Ganglienzellenmasse ein (*St.G*). Die einzelnen Zellen sind länglich, mit der Längsachse der Antennenachse annähernd parallel. Sie sind mit deutlichen Kernen ausgestattet und lassen manchmal am proximalen Ende den Übergang in eine Faser des Nerven (*N'*) deutlich erkennen. Das peripherische Ende verjüngt sich in einen langen, allmählich dünner werdenden Fortsatz, welcher nach der distalen Fläche des Gliedes verläuft, um in der Gelenkhaut zwischen dem Ring *B* und der Basis des Schaftes zu endigen. Auf der Oberfläche der einzelnen Ausläufer liegen je ein oder zwei kleine Kerne. Die Fortsätze oder, wie ich sie nennen will, die Stäbchen, haben nicht alle gleiche Länge, da die Zellen, aus denen sie entspringen, verschieden weit entfernt von der Gelenkhaut liegen. Die Länge der längsten Stäbchen mit ihren Zellen (von dem Eintritt der Nervenfasern in die Zelle bis zur Gelenkhaut gerechnet) ist ungefähr 0,08 mm. Diese Endorgane bilden einen hohlen Cylinder, oder richtiger gesagt, einen abgestumpften hohlen Kegel um den centralen Raum und den Schaftnerv. Die Stäbchen liegen übrigens nicht gleichmäßig im ganzen Umkreis des Kegels vertheilt, sondern in kleine Gruppen geschieden. Dies lässt sich besonders gut erkennen in einem Längsschnitt, dessen Schnittebene die Tangentialebene des Kegels ist. In einem solchen Schnitt sieht man, dass die Zellen ziemlich gleichmäßig geordnet sind, dass aber die Stäbchen bald nach ihrem Ursprung aus den Zellen in Gruppen zusammen-treten. Jede Gruppe endet in einen besonderen kleinen Porus in der Gelenkhaut, welcher nach außen geschlossen zu sein scheint. Diese gruppenweise Anordnung erinnert an die Stäbchengruppen der Culiciden und Chironomiden. Die Entwicklungsgeschichte habe ich nicht untersucht, allein ich glaube, dass die Zellen und Stäbchen (*St.G*) auch hier als modificirte Hypodermiszellen ihren Ursprung nehmen.

#### *Vespa vulgaris* (Hymenoptera).

Die Antenne ist 6—7 mm lang, 13gliedrig, etwas keulenförmig und in der Nähe der Basis stark geknickt. Das Basalglied ist wenig über 4 mm lang und enthält verschiedene Muskeln. Es ist mit dem

zweiten Glied durch eine Gelenkhaut verbunden, welche eine vielseitige Bewegung gestattet. Das zweite Glied ist das kürzeste von allen und hat fast cylindrische Gestalt (Taf. XXXI, Fig. 28). Es liegt gerade vor der Knickung der Antenne. Die anderen 12 Glieder bilden einen langen »Schaft«, dessen stark chitinige Oberfläche mit kleinen Poren besetzt ist. Auch bei dieser Form ist es das kleine zweite Glied, welches das in allen wesentlichen Beziehungen mit *Pachyrhina* übereinstimmende JOHNSTON'SCHE Organ enthält (Fig. 28). Das betreffende Glied hat, wie gesagt, eine nahezu cylindrische Gestalt, ist jedoch auf der dorsalen Seite der Antenne (der äußeren Seite der Knickung und der rechten der Abbildung Fig. 28) etwas länger (0,25 mm) als auf der anderen (0,18 mm). Der Durchmesser des Querschnittes misst 0,25 mm. Das Glied ist an beiden Enden offen; die hintere Öffnung erscheint aber durch eine hauptsächlich auf der dorsalen Seite der Antenne ausgebildete Umbiegung der Chitinhülle nach innen zu etwas verengt. Das hintere Ende des dritten Gliedes (*C''*) passt genau in das vordere Ende des zweiten, und beide sind durch einen Gelenkhautring (*P*) verbunden. Dieser ist auf der äußeren Fläche der Antenne schwach ausgebildet, wölbt sich aber nach innen und hinten vor. Die Dicke der Chitinhülle ist an verschiedenen Stellen des Gliedes verschieden. Sie beträgt am vorderen Ende 0,03 mm, in der Mitte aber nur 0,015 mm. Die Oberfläche ist mit kurzen Borsten besetzt. Der große Antennennerv (*N*) giebt im vorderen Theil des Basalgliedes Stränge nach allen Seiten ab (*N'*), welche in das zweite Glied eintreten und sich hier mit Sinneszellen (*St.G*) verbinden. Diese Zellen besitzen deutliche Kerne, sind länglich und von verschiedener Größe, die größten sind ungefähr 0,03 mm lang und 0,01—0,015 mm breit. Sie liegen wie bei *Pachyrhina* mit der Längsachse der Antennenachse parallel. Ihr vorderes Ende ist in einen langen Ausläufer ausgezogen, welcher, einen oder zwei Kerne auf seiner Oberfläche tragend, sich als Stäbchen nach der Gelenkhaut (*P*) zu fortsetzt und in dieselbe eintritt, in ihr auch fast bis an die Oberfläche verfolgt werden kann (*K*). Die Länge der längsten Stäbchen mit den Zellen ist auf der dorsalen Seite der Antenne 0,2 mm, auf der ventralen 0,15 mm. Die Anordnung dieser Endorgane um den centralen Raum des Gliedes ist dieselbe wie bei *Pachyrhina*. Die Zellen sind ziemlich gleichmäßig angeordnet und liegen dicht an einander; hier und da sind auch kleine chromatinreiche Kerne zwischen sie eingestreut. Die Stäbchen selbst sind in Gruppen getrennt, von denen jede in einen Porus (*K*) der Gelenkhaut eintritt. Die Übereinstimmung dieses Organs mit den oben beschriebenen ist ohne Weiteres klar.

**Melolontha vulgaris (Coleoptera).**

Die Antenne ist zehngliedrig und mit einer aus sieben Gliedern bestehenden Blätterkeule ausgestattet. Das Basalglied ist groß und enthält viele Muskeln. Das zweite Glied ist wie das dritte Glied lang und annähernd cylindrisch (Taf. XXXI, Fig. 29); die Länge desselben beträgt 0,65 mm, seine Dicke 0,25 mm im hinteren, 0,33 mm im vorderen Theil. Die Chitinhülle ist 0,04 mm dick, auf der äußeren Fläche fast glatt und innen wie gewöhnlich von einer Hypodermis überzogen. Nach vorn ist das Glied weit offen, am hinteren Ende aber wird die Öffnung durch die Gelenkhaut etwas verengt. Das dritte Glied sitzt dem vorderen Ende wie bei *Vespa* auf, so dass hier auch die Gelenkhaut (*P*) bis auf einen nach innen etwas hervortretenden Ring reducirt ist. Die Anordnung der Nervenendigungen ist wesentlich dieselbe wie bei *Pachyrhina* und *Vespa*. Von dem Antennennerv (*N*) treten nach allen Seiten Stränge in die hintere Hälfte des zweiten Gliedes ein, welche nach vorn verlaufend, in die Zellenmasse (*St.G*) eindringen. Die ziemlich großen Zellen gehen in lange Ausläufer über, welche gruppenweise in Poren der Gelenkhaut endigen. Die Zellen sind in geringerer Anzahl als bei *Vespa* vorhanden und liegen in verschiedener Höhe, so dass die Masse derselben im Längsschnitt (Fig. 29 *St.G*) lang und bandförmig und nicht viel breiter erscheint als der Nerv *N'*. Innerhalb dieses Nerven wie zwischen den Stäbchenzellen erkennt man noch kleinere längliche chromatinreiche Kerne.

**Epinephele janira (Lepidoptera).**

Die Antenne ist vielgliedrig mit keulenförmigem Ende. Das Basalglied ist groß, annähernd kugelig und enthält Muskeln zur Bewegung der Antenne. Mit dem Basalglied ist das zweite Glied durch eine Gelenkhaut verbunden, welche eine ausgiebige Bewegung gestattet. Das zweite Glied ist kurz gedrunken (0,45 mm lang und 0,3 mm breit) und nach vorn und hinten weit offen (Fig. 30). Auf dem vorderen Ende sitzt das dritte Glied, genau in die Öffnung passend und durch einen Gelenkhautring (*P*) damit verbunden. Die Außenfläche der 0,01 mm dicken Chitinhülle ist mit Schuppen und Haaren, welche in der Fig. 30 nicht eingezeichnet sind, bedeckt. Der Antennennerv (*N*) giebt wie bei den oben beschriebenen Formen beim Eintritt in das zweite Glied nach allen Seiten hin Stränge (*N'*) ab, welche nach der Peripherie verlaufen, nach vorn sich umbiegen, und schließlich in große längliche Zellen (*St.G*) mit blassen Kernen und einem oder mehreren deutlichen Kernkörperchen übergehen. Die Zellen bilden einen der Peripherie an-

liegenden Ring von geringer Höhe. Die Richtung der einzelnen Elemente des Ringes ist wie bei *Vespa* u. A. der Längsachse der Antenne parallel. Die Zellen verzweigen sich vorn in Ausläufer (Stäbchen), welche in der Gelenkhaut endigen. Die Länge der einzelnen Zellen mit ihren Ausläufern beträgt durchschnittlich 0,4 mm, wovon ungefähr die eine Hälfte auf die Zelle, die andere auf das Stäbchen entfällt. Auch hier finden sich zwischen den Zellen und Stäbchen unregelmäßig zerstreut kleine chromatinreiche Kerne. Eine Trennung der Stäbchen in Gruppen lässt sich nicht erkennen, sie endigen vielmehr gleichmäßig vertheilt in der Gelenkhaut.

Im Ganzen habe ich bis jetzt 24 Genera auf das Vorhandensein des JOHNSTON'Schen Organs untersucht. Dieselben sind:

*Orthoptera* . . . . *Locusta*, *Stenobothrus*.

*Odonata* . . . . . *Libellula*.

*Rhynchota* . . . . *Aphis*, *Strachia*.

*Nemoptera* . . . . *Sialis*.

*Panorpata* . . . . *Panorpa*.

*Trichoptera* . . . *Phryganea*.

*Coleoptera* . . . . *Melolontha*.

*Lepidoptera* . . . *Epinephele*.

*Hymenoptera* . . *Formica*, *Vespa*, *Bombus*.

*Diptera* . . . . . { *Musca*, *Sarcophaga*, *Helophilus*, *Syrphus*, *Tabanus*, *Pachyrhina*, *Tanyptus*, *Chironomus*, *Cerethra*, *Mochlonyx*, *Culex*.

Als Hauptergebnis dieser Untersuchungen kann ich anführen, dass mit Ausnahme der beiden Orthopterengattungen alle das JOHNSTON'Sche Organ mehr oder minder modificirt aufweisen. Bei den untersuchten *Orthopteren*, *Locusta* und *Stenobothrus* habe ich im zweiten Antennenglied ein Sinnesorgan mit großen Zellen und langen faserartigen Ausläufern, aber mit anderer Anordnung der Theile beobachtet. Eine weitere Untersuchung ist nothwendig, um eine genaue Beschreibung zu ermöglichen und seine Beziehung zu dem bei den anderen Ordnungen vorkommenden Organ festzulegen.

Das allgemeine anatomische Ergebnis meiner Untersuchung lässt sich folgenderweise zusammenfassen.

Bei wenigstens neun verschiedenen Insektenordnungen ist ein Sinnesorgan (das JOHNSTON'Sche Organ) vorhanden, welches überall an derselben Stelle, nämlich im zweiten Antennenglied, gefunden wird. Bei den Culici-

den und Chironomiden ist dieses Organ in Beziehung zum Geschlechtsleben getreten und erscheint in Folge dessen bei dem Männchen weiter ausgebildet, während es bei dem Weibchen die einfachere allgemeine Gestalt behält.

### Funktion des Johnston'schen Organs.

Ehe ich meine eigenen Ansichten über die Funktion des JOHNSTON'schen Organs begründe, will ich auf das zurückkommen, was von den früheren Autoren über die Bedeutung desselben angegeben worden ist.

JOHNSTON ('55), der Erste, der das Organ von *Culex* als Sinnesorgan erkannte, betrachtete es, wie schon aus dem Titel seiner Arbeit hervorgeht, als Gehörorgan. Seine Hypothese über die Funktion beruht auf der Annahme, dass die Schallschwingungen der Luft auf die langen Haare übertragen und durch den Schaft bis zu der »Kapsel« geleitet werden, wo sie durch das »intracapsular fluid« auf die ausgebreiteten Nervenenden einen Reiz ausüben sollen. Das Insekt soll Intensität, Tonhöhe und Richtung des Schalles wahrnehmen können. Der Grund für die höhere Entwicklung des Organs bei dem Männchen liegt in der Thatsache, dass das Männchen das Weibchen in der Dämmerung oder Nacht aufsucht; da es nicht sehen kann, so ist ihm ein hochentwickelter Gehörsinn nothwendig.

Diese Hypothese stützt A. M. MAYER ('74) durch bestätigende Versuche an lebenden Männchen (*Culex*), welche beweisen, dass gewisse Haare der Antenne in sehr starke Mitschwingung gerathen, wenn man eine Stimmgabel, welche denselben Ton wie das Weibchen erzeugt, in ihrer Nähe tönen lässt, während andere Haare bei anderen Tönen mitschwingen. Aus seinen Versuchen schließt MAYER, dass das Insekt ein Gehörorgan besitzt, welches die Töne der mittleren und höheren Oktaven des Klaviers empfindet. Er behauptet weiter, dass das Insekt durch die verschiedene Größe der Schwingung der Haare an beiden Antennen die Richtung der Schallquelle wahrnehmen, und so seinen Weg zum Weibchen finden könne. Nach MAYER findet wahrscheinlich keine Analyse der Töne statt, es hat vielmehr die Stimmung der Haare auf verschiedene Töne ihren Grund in der Verschiedenheit der von dem Weibchen erzeugten Töne.

In seinen drei Arbeiten über *Culex* hat HURST ('90a, b, c) die Struktur des Organs etwas genauer als JOHNSTON untersucht, giebt aber über dessen Funktion nichts Neues an. Er nimmt die Hypothese von JOHNSTON und MAYER an nur in so weit mit einigen geringen Modifikationen, um sie in Einklang mit den Ergebnissen seiner anatomischen Untersuchung zu bringen. Der Reiz soll auf die Nervenendigungen

(»rod cells«) durch die zwischen ihren Spitzen liegenden Fortsätze des »Tympanum« übertragen werden.

Meiner Meinung nach ist die Hypothese von JOHNSTON und MAYER, die, so weit ich weiß, die einzige über die Funktion des JOHNSTON'schen Organs geblieben, im Allgemeinen richtig. Auch ich bin davon überzeugt, dass dieses Organ bei *Culex* und natürlich bei den anderen Culiciden und Chironomiden als Gehörorgan funktioniert. Es scheint mir aber, dass die Behauptung von JOHNSTON, dass das Insekt die Tonhöhe, die Intensität und die Richtung der Schallquelle mittels dieses Organs wahrnehmen könne, kaum berechtigt ist; ich möchte auch nicht mit HURST behaupten, dass dieses nur zur Empfindung eines aus bestimmter Richtung kommenden Tones von ganz bestimmter Tonhöhe, nämlich des Tones des Weibchens diene. Meine Ansicht ist vielmehr die folgende: der ganze Antennenschaft mit seinen langen Haaren scheint mir bei dem Männchen als ein Apparat, welcher in hohem Grade gegen Luftschwingungen empfindlich ist; seine Verbindung mit der Platte oder dem »Tympanum« des zweiten Gliedes ist aber eine solche, dass eine Übertragung dieser Schwingungen auf die Platte sehr leicht denkbar ist. Mit der Platte werden die Chitinfortsätze gleichfalls mitschwingen, und es werden hierdurch die darauf sitzenden Stäbchen gereizt werden. Was für eine Empfindung durch diesen Reiz verursacht wird, ist meiner Überzeugung nach unmöglich mit Bestimmtheit zu sagen. Die Empfindung beruht nicht nur auf dem physikalischen Bau eines Sinnesorgans, sondern auch und hauptsächlich auf der centralen Verbindung und der Anordnung der Elemente im Gehirn, und ehe wir diese verstehen, haben wir eigentlich kein Recht, von Gehör, Geschmack oder einer anderen Sinneswahrnehmung bei Thieren, wo die nervösen Apparate von den unserigen so erheblich verschieden sind, zu reden. Trotzdem fasse ich das JOHNSTON'sche Organ als Gehörorgan auf, da es im höchsten Grade wahrscheinlich ist, dass es zur Empfindung von Schallschwingungen dient, nur muss nicht dabei vergessen werden, dass dieses Gehör durchaus verschieden von unserem Hören sein kann und wahrscheinlich auch ist. Wie gesagt, scheint mir der große Schaft zur Aufnahme von Luftschwingungen besonders geeignet. Dass aber der einzige Zweck des Organs die Empfindung des von dem Weibchen erzeugten Tons sei, kann ich keineswegs zugeben. Durch die Versuche von MAYER wird nachgewiesen, dass verschiedene Haare bei verschiedenen Tönen mitschwingen. Ferner habe ich durch eigene Beobachtung bemerkt, dass *Culex* und die anderen Mücken, die gegen Abend in Schwärmen umherschweben, sehr empfindlich gegen Schallschwingungen sind, und zwar nicht allein gegen die höheren, sondern auch

gegen tiefe Töne. Wenn man in der Nähe eines Schwarmes einen tiefen Ton singt, geräth der ganze Schwarm augenblicklich in Verwirrung, welche ein paar Sekunden andauert. Man kann ja denken, dass bei den Mücken nur ein Theil der Obertöne des gesungenen Tones empfunden wird. Jedenfalls aber ist der Oberton, der dem von dem Weibchen erzeugten Tone gleicht, unter den angenommenen Verhältnissen so schwach, dass er meines Erachtens kaum wahrnehmbar sein möchte.

Schwache Geräusche haben dieselbe Wirkung, natürlich in geringerem Grade. Gleiches habe ich beim Pfeifen einer Lokomotive beobachtet, auch wenn diese noch ein oder zwei Kilometer entfernt war. Wenn man mit einem Boot in die Nähe eines Mückenschwarmes kommt, wird der ganze Schwarm durch ein plötzliches Geräusch, z. B. durch das Einschlagen der Ruder, in wilden Tanz versetzt und fliegt häufig fort oder löst sich auf. Da man aber mit großer Vorsicht auch bei ziemlich rascher Bewegung bis in unmittelbare Nähe gelangen kann, ohne dass die Mücken irgendwie reagiren, so folgt, dass die Störung durch den Schall und nicht etwa durch einen Gesichtseindruck verursacht wird. Aus diesen Beobachtungen lässt sich natürlich nichts über die Lage der Gehörorgane schließen; es wird dadurch nur bewiesen, dass die Mücken sehr empfindlich gegen Schall sind. Aber weil gerade bei diesen Insekten ein Organ vorkommt, welches zur Aufnahme von Luftschwingungen besonders eingerichtet erscheint, ist die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenhanges mit jenem Verhalten sehr groß. Ich glaube also, dass unsere Insekten nicht nur den Ton des Weibchens, sondern auch andere Töne und Geräusche mittels dieser antennalen Organe wahrnehmen können.

Die überwiegende Entwicklung dieses Organs bei dem Männchen andererseits lässt ohne Zweifel erkennen, dass irgend eine Beziehung zu der geschlechtlichen Funktion vorliegt. Die Hypothese, dass das Organ bei der Aufsuchung des Weibchens in der Dämmerung oder dunkeln Nacht behilflich sei, scheint mir sehr annehmbar, zumal ja nach der Entwicklung des betreffenden Organs zu schließen auch andere Sinnesperceptionen bei den männlichen Insekten vorwalten. Wenn dies aber der Fall ist, dann muss das männliche Insekt in irgend einer Weise den Ton des Weibchens von anderen Tönen und eben so die Richtung, aus welcher derselbe kommt, unterscheiden können. Wie man sich dies vorstellen kann, lässt sich aus den Versuchen von MAYER ersehen. Wenn ein Ton von derselben Höhe wie der des Weibchens erzeugt wird, geräth ein Theil der Haare in sehr starke, andere in schwächere Mitschwingung. Dieselben Haare, die hier stark mitschwingen, können auch durch andere Töne in Bewegung gesetzt wer-

den, aber nur in geringem Grade. Hiermit ist also eine Möglichkeit der Unterscheidung der Töne durch die Stärke der erzeugten Mitschwingung gegeben. Eine Empfindung der Tonhöhe im menschlichen Sinne braucht deshalb keineswegs stattzuhaben. Andere Töne sowie auch Geräusche können eine allgemeine Mitschwingung des Schaftes oder eine schwache Mitschwingung einiger oder aller Haare hervorrufen; sobald aber ein Ton, welcher der Höhe nach annähernd mit dem Ton des Weibchens übereinstimmt, erzeugt wird, so wird die Mitschwingung in hohem Grade verstärkt. Die dadurch erzeugte Empfindung erregt wahrscheinlich den Geschlechtstrieb des Männchens, worauf dann die Aufsuchung der Schallquelle, d. h. des Weibchens, beginnt.

Wenn aber diese Empfindung bei der Aufsuchung des Weibchens von Nutzen sein soll, dann muss das Männchen auch unterscheiden können, in welcher Richtung die Schallquelle liegt. Die Möglichkeit einer solchen Unterscheidung wird gleichfalls durch die Versuche von MAYER erwiesen. Wenn die Luftschwingung in der Richtung der Längsachse eines Haares kommt, findet keine Mitschwingung statt, und wenn die Richtung der Luftschwingung einen rechten Winkel mit dem Haare bildet, erreicht die Mitschwingung ein Maximum. Von dieser Thatsache ausgehend ist es leicht einzusehen, wie durch eine Bewegung der Antenne die Empfindung schwächer oder stärker werden kann, je nachdem der Winkel zwischen der Schallrichtung und der Längsachse der Haare kleiner oder größer wird. Wenn z. B. die Haare einer Antenne durch den Ton des Weibchens in stärkere Schwingung gerathen als die der anderen, so kann man sich denken, dass das Insekt die Antennen so lange bewegt, bis die Schwingung beider Antennen gleich groß ist, und dann geradeaus fliegt. Allerdings kann nicht verschwiegen werden, dass Schwingungen, die von entgegengesetzten Seiten kommen, durchaus die gleiche Wirkung auf die Haare der beiden Antennen haben müssen. Es könnte daher eintreten, dass das Männchen zunächst anstatt sich dem Weibchen zu nähern, sich von demselben entfernte. Andererseits ist aber auch möglich, dass die von hinten kommenden Schallwellen durch den Körper so weit gedämpft werden, dass eine Unterscheidung derselben von den von vorn kommenden immerhin möglich wäre.

Wenn diese Hypothese die richtige ist, so muss unser Organ also als ein Gehörorgan aufgefasst werden, welches geeignet ist, Schallschwingungen aufzunehmen, und den Ton des Weibchens von anderen Tönen zu unterscheiden. In Folge der Zusammenwirkung beider Antennen kann das Insekt die Richtung einer Schallquelle erkennen und seinen Flug danach richten.

Ob die Unterscheidung der Tonhöhe deutlich ist, ist mir sehr zweifelhaft. Ich glaube jedenfalls, dass die bei *Culex* und *Corethra* vorkommenden Verschiedenheiten in der Länge der Stäbchen nicht damit in Zusammenhang stehen. Bei den erwähnten Insekten sitzen die längeren Stäbchen auf der Basis der Fortsätze, die kürzeren auf ihren Spitzen. Durch eine Schwingung der Platte wird der Fortsatz in seiner ganzen Länge in Schwingungen versetzt, und es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass eine jede Schwingung sämtliche darauf befestigte Stäbchen reizen muss.

Es entsteht nun noch die Frage, was für eine Empfindung diese Schallschwingungen erzeugen. Wie gesagt, wissen wir eigentlich nichts darüber, so dass wir uns auf Vermuthungen beschränken müssen. Es ist wohl bekannt, dass wir die Schwingungen einer Stimmgabel durch die Körperhaut, z. B. mit dem Finger empfinden und rasche Schwingungen ziemlich deutlich von langsamen unterscheiden können. Auf diese Weise bilden wir uns aber keine Vorstellung über die Tonhöhe; wir haben davon nur die Empfindung rascher oder langsamer folgender Druckwirkungen. Wir können uns zunächst eine Vorstellung durch die Stärke dieser Eindrücke über die relative Intensität der Schwingung bilden. Es scheint mir nun sehr wahrscheinlich, dass die durch das JOHNSTON'sche Organ erzeugte Empfindung ihrer Natur nach eine solche Tastempfindung ist. Den Antennenschaft mit seinen Haaren und Fortsätzen kann man gewissermaßen mit einer Stimmgabel vergleichen, deren Schwingungen auf die Stäbchen einen Reiz ausüben. Die Unterscheidung des Tons des Weibchens würde in diesem Fall auf die viel größere Intensität dieses Reizes zurückzuführen sein.

Die Empfindung von Schallschwingungen ist also meiner Meinung nach die Hauptfunktion des JOHNSTON'schen Organs; ist sie aber auch seine einzige Funktion? Kann die Antenne mit ihrem langen Schaft und ihren kräftigen Haaren nicht auch als empfindliches Tastorgan dienen? Ist es nicht leicht denkbar, wenn Luftschwingungen nach den Endorganen in dem zweiten Glied übertragen werden, dass dann auch eine Berührung der Haare mit einem festen Gegenstand eine Art Schwingung oder eine gröbere Bewegung der Haare und dadurch des Schaftes und der Platte hervorrufen kann, in Folge deren die Stäbchen gereizt werden? Ich glaube diese Fragen mit Ja beantworten zu müssen, denn ich sehe keinen Grund ein, warum bei einer Berührung der Antenne mit einem festen Gegenstand eine mehr oder minder heftige Erschütterung oder Bewegung der Platte und eine Reizung der Stäbchen nicht stattfinden sollte.

Wenn aber dieses Organ auch zum Tasten dient, wie wird die

Tastempfindung von der Gehörempfindung unterschieden, oder ist eine solche Unterscheidung der beiden Empfindungen ausgeschlossen? Nach meiner Ansicht ist hier keine feste Grenze zwischen der Tast- und Gehörempfindung zu ziehen, da die sog. Gehörempfindung wahrscheinlich nichts als eine etwas modifizierte Tastempfindung ist. Dass Schallschwingungen und mechanische Berührung durch Tasten graduell verschiedene Empfindungen auslösen, ist ja selbstverständlich. Das eigentliche Wesen der Empfindung aber wird dadurch nicht verändert. Der Schallreiz besteht aus einer mehr oder minder langen Reihe rasch auf einander folgender einzelnen Reize, während der Tasteindruck entweder einem einzigen Stoß oder einer Reihe ganz unregelmäßig auf einander folgender Stöße seinen Ursprung verdankt. Die durch diese Stöße erzeugte Bewegung der Antenne ist eine viel größere als die durch Luftschwingung hervorgerufene. Bei Berührung eines festen Gegenstandes kommt übrigens noch ein weiterer Faktor ins Spiel, welcher wahrscheinlich am meisten zu der Unterscheidung beiträgt. Die Antenne erleidet nämlich einen Widerstand gegen ihre Bewegung, was bei Luftschwingungen nicht oder nur in sehr geringem Grade der Fall ist. Ohne diesen Widerstand wäre eine Unterscheidung zwischen Schallreizen und Tastreizen überhaupt unmöglich, da ja ein scharfes plötzliches Geräusch einige unregelmäßige stoßartige Schwingungen erzeugen kann, welche auf das JOHNSTON'sche Organ annähernd dieselbe Wirkung, wie die plötzliche Berührung der Antenne mit einem festen Gegenstand ausüben kann, nur dass dieselben nicht den gleichen Widerstand gegen die Bewegung der Antenne bieten.

Die große Entwicklung der Taster bei *Culex* macht es übrigens wahrscheinlich, dass auch sie als Tastorgane funktionieren können. Bei anderen Gattungen, wo die Taster viel kürzer sind, wird diese Funktion hauptsächlich von den Antennen ausgeübt werden. Diese Tastfunktion betrachte ich jedoch gewissermaßen wegen des geringen Grades der Beweglichkeit der Antenne als Nebenfunktion. Die Glieder des Schaftes sind nur wenig auf einander beweglich, und der Bewegungswinkel der ganzen Antenne ist verhältnismäßig gering.

Bei dem JOHNSTON'schen Organ des Männchens der Culiciden und Chironomiden sind nach den angeführten Beobachtungen über den Bau des Organs im Allgemeinen die Stäbchen diejenigen Elemente, welche die Wahrnehmung der Schallschwingungen vermitteln, d. h. welche im Stande sind, auf eine Anzahl schnell auf einander folgender Reize getrennt zu reagieren. Die Gestalt und Struktur dieses Organs bei den Chironomiden-Männchen lässt sich vielleicht als Zeichen eines höheren Grades von Empfindlichkeit deuten. Die Stäbchen sind

feiner und in größerer Anzahl vorhanden als bei den Culiciden, und auch die Fortsätze der Platte sind länger.

In Bezug auf das kleinere und einfacher gebaute Organ bei dem Weibchen der Culiciden und Chironomiden muss ich einige Bemerkungen hinzufügen. Bei dem Weibchen lässt die geringe Anzahl der empfindenden Elemente und überhaupt die einfache Struktur des Organs, sowie der Antenne erkennen, dass die Empfindlichkeit nicht so fein ist wie beim Männchen. Die langen Haare, welche bei dem Männchen die Schwingungen der von dem Weibchen erzeugten Töne aufzunehmen haben, fallen hier weg und werden durch wenige kürzere Haare vertreten; die Stäbchen endigen in der Platte selbst, nicht an Fortsätzen derselben. Das Organ ist wahrscheinlich als allgemeines Gehör- und Tastorgan zu betrachten. Jedenfalls wird der Schaft mit seinen wenigen Haaren auch hier durch Luftschwingungen in Mitschwingung versetzt und übt in Folge dessen einen Reiz auf die Stäbchen aus. Die Schwingung wird wahrscheinlich für alle innerhalb der Empfindungsgrenzen des Organs liegende Töne annähernd gleich sein. Ob das Weibchen die Richtung des Schalles erkennen kann, lässt sich nicht sicher bestimmen. Als Tastorgan lässt sich die Antenne des Weibchens eben so gut wie die des Männchens betrachten, zumal bei ihr die Beweglichkeit etwas größer als bei letzterem ist.

In Bezug auf die Funktion des JOHNSTON'schen Organs bei denjenigen Insekten, bei denen dasselbe beim Männchen keine überwiegende Entwicklung zeigt, möchte ich noch ein paar Bemerkungen anfügen. Die früheren Angaben über Gehörorgane bei den Insekten sind mit Ausnahme der Arbeiten über die Gehörorgane der Orthopteren ('76) und die Chordotonalorgane ('81) sehr wenig übereinstimmend. Die verschiedensten Organe, ja sogar einige, die überhaupt nicht existiren, sind als Gehörorgane beschrieben worden. Einige Autoren haben die Vermuthung ausgesprochen, dass das Gehörorgan seinen Sitz in den Antennen habe, haben aber entweder keine bestimmten Organe beschrieben, oder aber solche, welche in die Kategorie der sog. Geruchsorgane der Antennen gehören.

Auch die Frage, ob die Insekten sämmtlich oder doch größtentheils einen Gehörsinn besitzen, ist noch keineswegs definitiv entschieden. Die Laute, welche verschiedene Insekten erzeugen, machen es allerdings wahrscheinlich, dass bei derartigen Insekten auch ein Gehörsinn vorhanden ist. Direkte Versuche an lebenden Insekten haben aber bis jetzt vielfach negative oder zum mindesten sehr zweifelhafte Resultate ergeben. FOREL ('88) glaubt, dass die meisten Insekten überhaupt keinen Gehörsinn besitzen, während LUBBOCK ('83) es als wahrschein-

lich betrachtet, dass Ameisen Töne hören können, welche außerhalb der Grenzen unseres Gehörvermögens gelegen sind und dass manche andere Insekten Gehörorgane auf verschiedenen Körpertheilen besitzen ('89). Wie oben angeführt wurde, zeigen meine eigenen Beobachtungen, dass die Mücken sehr empfindlich für Schallschwingungen sind. Versuche mit anderen Insekten habe ich bis jetzt nicht angestellt.

Unter solchen Umständen könnte es vielleicht gewagt sein, wenn ich aus der wahrscheinlichen Funktion des JOHNSTON'schen Organs bei den Culiciden und Chironomiden schließen wollte, dass das Organ auch bei den anderen untersuchten Insekten ausschließlich als Gehörorgan funktionire. Ich glaube vielmehr, dass das Organ, obwohl es bei den erwähnten Familien hauptsächlich als Gehörorgan dient, damit doch nicht seiner ursprünglichen Funktion genügt. Die Lage des Organs im zweiten Antennenglied an der Basis der beweglichen Theile der Antenne, und die Endigungsweise der Nerven Elemente in der Gelenkhaut deuten auf eine Funktion hin, welche den ganzen Antennenschaft in Anspruch nimmt. Diese Funktion ist jedenfalls zunächst als eine Empfindung von Tastbewegungen zu denken. Man kann sich leicht vorstellen, dass die durch das Betasten verschiedener Gegenstände verursachte Erschütterung des Antennenschaftes bis zur Gelenkhaut des zweiten Gliedes übertragen wird und hier einen Reiz auf die Stäbchen ausübt. Vielleicht kann das Insekt bei solchen Tastbewegungen sich über die Beschaffenheit der Gegenstände bis zu einem bestimmten Grade orientiren genau in derselben Weise, wie etwa blinde Menschen mittels eines in der Hand gehaltenen Stockes die Beschaffenheit des Bodens erkennen können.

Meiner Ansicht nach hat das JOHNSTON'sche Organ auch ursprünglich einer solchen Funktion gedient; es übt dieselbe, sogar bei vielen oder den meisten Insekten noch jetzt aus. Dabei aber glaube ich gezeigt zu haben, dass bei einer weiteren Entwicklung der Antenne und der Nerven Elemente des Organs, wie sie bei den Culiciden und Chironomiden stattgefunden hat, mit dieser Tastfunktion auch eine Gehörfunktion verbunden werden kann, indem Erschütterungen der feinen Antennentheile nicht nur durch Berührung fester Gegenstände, sondern auch durch Schallschwingungen erzeugt werden können. Die dadurch verursachte Gehörempfindung ist im Grunde eine modificirte Tastempfindung, was heut zu Tage ja auch von Manchen in Bezug auf den Gehörsinn der höheren Wirbelthiere und des Menschen angenommen wird.

Diese Hypothese von der Funktion des JOHNSTON'schen Organs bedarf natürlich einer weiteren Bestätigung durch Beobachtung und Experiment, sowie durch weitere anatomische Untersuchungen. Ich erlaube mir aber sie auszusprechen in der Hoffnung, dadurch vielleicht einiges Licht auf die schwierige Frage der Sinnesempfindungen bei den Insekten werfen zu können.

### Zusammenfassung.

1) Bei der Mehrzahl der Insektenordnungen findet sich im zweiten Antennenglied ein Sinnesorgan von hoher Entwicklung, das JOHNSTON'sche Organ. Dieses Organ besteht im Wesentlichen aus Ganglienzellen, welche sich in lange stäbchenartige Ausläufer fortsetzen oder durch Fasern in Verbindung mit »Stäbchen« stehen. Die Stäbchen endigen zuweilen in Poren der Gelenkhaut zwischen dem zweiten und dritten Glied, oder an chitinösen Fortsätzen des peripherischen Randes derselben.

2) Bei den Männchen der Culiciden und Chironomiden erfährt das JOHNSTON'sche Organ eine mächtige Entwicklung, während es bei den Weibchen eine einfachere, dem allgemeinen Typus näher stehende Gestalt behält. Diese überwiegende Entwicklung bei den Männchen deutet auf eine Beziehung zum Geschlechtsleben hin.

3) Die erste Anlage des JOHNSTON'schen Organs in der Larve ist bei Culiciden und Chironomiden eine ringförmige Falte in der Nähe der Basis des in den Kopf eingestülpten hypodermalen Antennenschlauches. Aus dieser Falte entstehen die Ganglienzellen und Stäbchen, die letzteren gewöhnlich durch Verschmelzung von Zellen.

4) Die Funktion des JOHNSTON'schen Organs ist im Allgemeinen ursprünglich die Empfindung von Tastreizen; es kann aber auch bei weiterer Entwicklung zur Empfindung von Schallschwingungen dienen. Die dadurch verursachte »Gehörempfindung« ist als eine modificirte Tastempfindung zu betrachten. Wenn dasselbe Organ als Tastorgan und als Gehörorgan dient, wie wahrscheinlich bei Culiciden und Chironomiden, dann wird das Insekt zwischen Tastreizen und Schallreizen durch den bei den ersteren vorhandenen Widerstand gegen freie Bewegung der Antenne unterscheiden können.

5) Bei den Männchen der Culiciden und Chironomiden hat das Organ zusammen mit der ganzen Antenne die weitere Aufgabe, den Ton, welchen das Weibchen erzeugt, von anderen zu unterscheiden und die Erkennung seiner Richtung zu ermöglichen. Die Unterscheidung dieses Tons geschieht wahrscheinlich durch die Stärke des dadurch erzeugten Reizes auf die Antennen, welche diesem Zweck besonders angepasst sind, während die Erkennung der Richtung der Schallquelle durch den Zusammenhang beider Antennen ermöglicht wird.

Leipzig, im Mai 1894.

### Nachtrag.

Seit diese Arbeit dem Verleger übergeben worden ist, ist es mir gelungen durch weitere Untersuchung die Gegenwart eines Gebildes in dem »Stäbchen« des JOHNSTON'schen Organs von *Musca* zu konstatiren, welches ähnlich ist mit dem Stift des GRABER'schen Chordotonalorgans. Der Stift ist ziemlich lang und schlank, und der Scolopophor zeigt keine Anschwellung in dessen Gegend. Näheres darüber werde ich bei einer späteren Gelegenheit mittheilen.

In wie weit eine entsprechende Struktur dieses Organs sich bei anderen Insekten erkennen lassen wird, kann nur weitere Untersuchung entscheiden. LEYDIG<sup>1</sup> hat Stifte im zweiten Gliede der Antenne eines Weichkäfers (*Telephorus fuscus*) gesehen, welche wahrscheinlich dem JOHNSTON'schen Organ gehörten. GRABER (Lit.-Verz. '81) erwähnt Organe, in welchen er die Stifte nicht erkennen konnte, welche er aber in dieselbe Kategorie mit den stifteführenden stellt.

Das Verhältniß des JOHNSTON'schen Organs der Culiciden und Chironomiden zu den anderen Formen mit gewöhnlichen Stiften ist mir allerdings bis jetzt nicht klar. Eine gründliche Untersuchung der Ordnung der Dipteren dürfte vielleicht eine Erklärung ergeben.

In Bezug auf die Funktion des Organs wird meine Ansicht keineswegs durch diesen neuen Fund verändert.

Neapel, August 1894.

<sup>1</sup> LEYDIG, Tafeln zur vergleichenden Anatomie. Taf. X, Fig. 5.

### Litteraturverzeichnis.

- '94. C. M. CHILD, Beiträge zur Kenntnis der antennalen Sinnesorgane der Insekten. Zool. Anz. Nr. 439.
- '88. A. FOREL, Sensations des Insectes. Recueil Zool. Suisse. T. IV. Oüie. p. 222
- '76. V. GRABER, Über die Tympanalsinnesorgane der Orthopteren. Denkschr. d. k. Akad. zu Wien. Nat. wiss. Theil.
- '81. V. GRABER, Die Chordotonalsinnesorgane und das Gehör der Insekten. Arch. für mikr. Anat. Bd. XX u. XXI.
- '90a. C. H. HURST, The Pupal Stage of *Culex*. Inaug.-Diss. Leipzig.
- '90b. C. H. HURST, On the Life History and Development of a Gnat. Transactions of the Manchester Microsc. Soc. (1890.)
- '90c. C. H. HURST, The Postembryonic Development of a Gnat (*Culex*). Proceedings of the Liverpool Biol. Soc. Vol. IV.
- '55. CHRISTOPHER JOHNSTON, Auditory Apparatus of the *Culex* Mosquito. Journal of Microsc. Science. Old Series. Vol. III.
- '66. H. LANDOIS, Die Ton- und Stimmapparate der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XVII.
- '83. Sir JOHN LUBBOCK, Ameisen, Bienen und Wespen.
- '89. Sir JOHN LUBBOCK, On the Senses, Instincts and Intelligence of Animals. Internat. Sci. Ser.
- '74. A. M. MAYER, Researches in Acoustics, Paper. No. 5. Am. Journal of Science. Series III. Vol. VIII.
- '66. A. WEISMANN, Die Metamorphose der *Corethra plumicornis*. Diese Zeitschr. Bd. XVI.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XXX.

#### *Mochlonyx culiciformis.*

Fig. 1. Erstes und zweites Antennenglied des erwachsenen Männchens von *Mochlonyx culiciformis*. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *M*, Antennenmuskeln im ersten Gliede; *O*, vordere Kopfhaut; *C*, Chitinhülle des ersten Gliedes; *G'*, hinterer Theil der Ganglienzellschicht; *N'*, Nervenstrang, der die Ganglienzellschicht durchsetzt; *W*, Übergangsstadien zwischen Stäbchen und Hypodermiszellen; *St*, Stäbchenschicht; *K*, Basalkerne der Stäbchen; *F*, Faserschicht; *G*, Ganglienzellschicht; *H*, einschichtige Hypodermis; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *A*, Chitinfortsatz der Platte; *P*, die Platte; *H'*, Hypodermismasse hinter der Platte; *C''*, Chitinhülle des ersten Schaftgliedes (dritten Antennengliedes); *N''*, Nervenstränge des Antennenschaftes; *M'* Kopfmuskeln; *T*, Trachee.

Fig. 2. Ein Theil der Platte mit Fortsätzen perspektivisch gezeichnet. Vergrößerung 400. *A*, Chitinfortsätze; *P*, Platte mit radiären Verdickungen; *C'*, Chitinhülle des ersten Schaftgliedes.

Fig. 3. Ein Schnitt durch die Peripherie der Platte, welcher die Basis der Fortsätze zeigt. Vergrößerung 400. *A*, Querschnitt eines Fortsatzes; *C'*, Chitinhülle des zweiten Antennengliedes; *P*, peripherische Theile der Platte.

Fig. 4. Ein Sektor aus einem ungefähr durch den Punkt *A* Fig. 1 geführten Querschnitt des zweiten Antennengliedes des Männchens. Vergrößerung 400. *A*, Chitinfortsatz im Querschnitt gesehen; *C'* Chitinhülle des zweiten Antennengliedes; *V*, radiäre Zwischenräume zwischen den Stäbchengruppen; *St*, Stäbchen; *K*, Basalkerne der Stäbchen; *F*, Faserschicht; *G*, Ganglienzellschicht; *H*, Hypodermis des zweiten Gliedes.

Fig. 5. Stäbchen. Vergrößerung 400. *G*, Ganglienzellen des Stäbchens; *F*, Faser; *K*, Basalkern; *St*, Stäbchenkörper.

Fig. 6. Querschnitte von Stäbchen. Vergrößerung 4000. *a*, durch die Basis eines Stäbchens; *b*, durch den oberen Kern. *St*, Stäbchenkörper; *K*, Stäbchenkern.

Fig. 7. Tracheensystem des Männchens, schematisch. Vergrößerung 200. *A*, Haupttracheenstamm im Seitentheil des Kopfes; *B*, *C*, in die Antenne eintretende Stämme; *D*, die Äste, die in den Hauptantennennerv eintreten; *E*, Äste, die in den centralen Hohlraum eintreten; *F*, Äste, die zwischen der Ganglienzellschicht und Hypodermis verlaufen; *G*, Trachee des Antennenschaftes.

Fig. 8. Erste Anlage der Imaginalantenne in der Larve. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Antennennerv; *O*, äußeres Blatt des Antennenschlauches; *S*, inneres Blatt; *L*, Kopfhaut der Larve.

Fig. 9. Zweites Larvalstadium der Imaginalantenne, Längsschnitt. Vergrößerung 400. *E*, Falte des inneren Blattes, welche die erste Anlage des zweiten Gliedes darstellt (Stäbchen-Ganglienzellenfalte); *D*, Falte, welche die Hypodermis des zweiten Gliedes bildet (Hypodermisfalte); *R*, Stelle des späteren Chitinfortsatzes; *B*, Verbindungsblatt zwischen Schaft und zweitem Glied, welches später durch Verkürzung verschwindet; *O*, äußeres Blatt; *S*, Antennenschaft; *N*, Antennennerv.

Fig. 10. Drittes Larvalstadium der Imaginalantenne des Männchens. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *D*, Hypodermisfalte; *E*, Stäbchen-Ganglienzellenfalte; *H*, Hypodermis des zweiten Gliedes; *O*, äußeres Blatt; *R*, Stelle des Chitinfortsatzes; *B*, Verbindungsblatt; *S*, Antennenschaft; *N*, Antennennerv.

Fig. 11. Viertes Larvalstadium der Imaginalantenne des Männchens. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *D*, Hypodermisfalte; *E*, Stäbchen- und Ganglienzellen-

masse; *H*, Hypodermis des zweiten Gliedes; *O*, äußeres Blatt; *R*, Stelle des Chitinfortsatzes; *B*, sich verkürzendes Verbindungsblatt; *S*, Antennenschaft.

Fig. 12. Fünftes Larvalstadium der Imaginalantenne des Männchens. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *D*, Ende der Hypodermisfalte; *St*, Stäbchenzellen; *G*, Ganglienzellen; *H*, Hypodermis; *O*, äußeres Blatt; *R*, Stelle des Chitinfortsatzes; *B*, sich verkürzendes Verbindungsblatt; *S*, Antennenschaft.

Fig. 13. Sechstes Larvalstadium der Imaginalantenne des Männchens. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *N'*, Nervenstrang, welcher das zweite Glied versorgt; *St*, Stäbchenzellen; *G*, Ganglienzellen; *H*, Hypodermis; *O*, äußeres Blatt; *R*, Stelle des Chitinfortsatzes; *S*, Antennenschaft; *M*, Anlage der Muskeln des ersten Antennengliedes.

Fig. 14. Erstes Puppenstadium der Imaginalantenne des Männchens. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *N'*, Nervenstrang, welcher das zweite Glied versorgt; *O*, äußeres Blatt; *St*, Stäbchenzellen; *F*, Faserschicht; *G*, Ganglienzellen; *H*, Hypodermis mit dünner, weicher Chitinschicht; *M*, Muskeln des zweiten Gliedes; *A*, Zellen, welche den Chitinfortsatz absondern; *S*, Antennenschaft; *T*, Trachee.

Fig. 15. Zweites Puppenstadium der Imaginalantenne des Männchens. Dorsoventraler Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *M*, Muskeln des ersten Gliedes; *C*, Chitinhülle des ersten Gliedes; *N'*, Nervenstrang, welcher die Ganglienzellenschicht durchsetzt; *St*, Stäbchen; *K*, Basalkerne der Stäbchen; *F*, Faserschicht; *G*, Ganglienzellen; *H*, Hypodermis des zweiten Gliedes; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *A*, Chitinfortsatz; *P*, Platte; *C''*, Chitinhülle des ersten Schaftgliedes; *N''*, einer der Nervenstränge des Antennenschaftes (der andere ist nicht in der Ebene des Schnittes).

Fig. 16. Erstes und zweites Antennenglied des erwachsenen Weibchens. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *O*, vordere Kopfhaut; *M*, Muskeln des ersten Gliedes; *C*, Chitinhülle des ersten Gliedes; *G*, Ganglienzellen; *K*, Basalkerne der Stäbchen; *St*, Stäbchen; *F*, Blutraum; *H*, Hypodermis; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *P*, Platte; *B*, Chitinring; *C''*, Chitinhülle des ersten Schaftgliedes; *N''*, Nervenstränge des Schaftes.

Fig. 17. Larvalstadium der Imaginalantenne des Weibchens. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *H*, Hypodermis; *E*, Stäbchen-Ganglienzellenfalte; *O*, äußeres Blatt; *R*, Stelle, welche der des Chitinfortsatzes beim Männchen entspricht; *S*, Antennenschaft; *N*, Antennennerv.

Fig. 18. Späteres Larvalstadium der Imaginalantenne des Weibchens. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *O*, äußeres Blatt; *E*, Stäbchen-Ganglienzellenfalte; *H*, Hypodermis; *F*, Anlage des Blutraumes; *R*, Stelle, welche der des Chitinfortsatzes beim Männchen entspricht; *S*, Antennenschaft; *N*, Antennennerv.

Fig. 19. Puppenstadium der Imaginalantenne des Weibchens. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *M*, Muskeln des ersten Gliedes; *C*, Chitinhülle des ersten Gliedes; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *H*, Hypodermis; *G*, Ganglienzellenschicht; *K*, Basalkerne der Stäbchen; *St*, Stäbchen; *P*, Platte; *C''*, Chitinhülle des ersten Schaftgliedes; *T*, Trachee; *N''*, Nervenstränge des Antennenschaftes.

Fig. 20. Vordertheil eines Larvenkopfes, welcher die Anlage der Imaginalantenne in einem frühen Stadium zeigt. Schematisch. Vergrößerung 50. *O*, Auge; *N*, Antennennerv; *A*, Anlage der Imaginalantenne; *L*, Larvalantenne; *G*, Cerebralganglion; *M*, Muskel.

#### Tafel XXXI.

Fig. 21. Vordertheil des Larvenkopfes von dem *Mochlonyx*-Männchen, welches ein späteres Stadium der Antennenanlage zeigt. Schematisch. Vergrößerung

50. *O*, Auge; *A*, Antennenschaft; *S*, scheibenförmiges zweites Glied; *L*, Larvalantenne; *N*, Antennennerv; *G*, Cerebralganglion; *M*, Muskel.

Fig. 22. Erstes und zweites Antennenglied des Weibchens von *Culex*. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *M*, Muskeln des ersten Gliedes; *C*, Chitinhülle des ersten Gliedes; *N'*, Nervenstrang, welcher das zweite Glied versorgt; *G*, äußere und innere Ganglienzellschicht; *H*, Hypodermis; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *St*, Stäbchen; *L*, *K*, *V*, verdickte Theile der Chitinhülle des zweiten Gliedes; *P*, Platte; *B*, Basis des Schaftes; *C''*, Chitinhülle des ersten Schaftgliedes; *N''*, Nervenstränge des Schaftes; *T*, Trachee.

Fig. 23. Erstes und zweites Glied des Männchens von *Tanytus*. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *N'*, Nervenstrang des zweiten Gliedes; *M*, Muskeln des ersten Gliedes; *C*, Chitinhülle des ersten Gliedes; *St*, Stäbchen; *G'*, innere Ganglienzellschicht; *F'*, innere Faserschicht; *G*, äußere Ganglienzellschicht; *F*, äußere Faserschicht; *S*, Stützgebilde; *H*, Hypodermis; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *P*, Platte; *A'*, Fortsetzung des Chitinfortsatzes auf der hinteren Seite der Platte; *H'*, hinter der Platte liegende Hypodermiszellen; *A*, Chitinfortsatz; *G''*, Fortsetzung der inneren Ganglienzellschicht auf die innere Seite des Fortsatzes; *C''*, Chitinhülle des ersten Schaftgliedes; *N''*, Nervenstränge des Schaftes.

Fig. 24. Stäbchen von *Tanytus* isolirt. Vergrößerung 1000. *G*, Ganglienzelle; *K*, Basalkern des Stäbchens; *St*, Stäbchenkörper.

Fig. 25. Larvalstadium der Imaginalantenne von *Chironomus*-Männchen. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *N'*, Nervenstrang des zweiten Gliedes; *D*, Übergang des inneren in das äußere Blatt; *H*, Anlage der Hypodermis und Stützgebilde des zweiten Gliedes; *O*, äußeres Blatt; *E*, Stäbchen-Ganglienzellenfalte; *R*, Stelle des Chitinfortsatzes; *B*, Verbindungsblatt; *S*, Antennenschaft; *N''*, Antennenschaftsnerv.

Fig. 26. Späteres Larvenstadium der Imaginalantenne von *Chironomus*-Männchen. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *N'*, Nervenstrang des zweiten Gliedes; *St*, Stäbchen; *G'*, innere Ganglienzellschicht; *G*, äußere Ganglienzellschicht; *H*, Anlage der Hypodermis und Stützgebilde; *O*, äußeres Blatt; *R*, Stelle des Chitinfortsatzes; *B*, Verbindungsblatt; *S*, Antennenschaft; *Z*, runde Zellen auf der Innenfläche des Schaftes; *N''*, Antennenschaftsnerv.

Fig. 27. Zweites Antennenglied von *Pachyrhina pratensis*. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *N'*, Strang des zweiten Gliedes; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *H*, Hypodermis; *St.G*, Stäbchenzellen mit Stäbchen; *P*, Gelenkhaut (Platte); *B*, Chitinring; *K*, Ende der Zellenausläufer (Stäbchen) in Poren der Gelenkhaut; *C''*, Chitinhülle des dritten Antennengliedes; *N''*, Antennenschaftsnerv; *T*, Trachee.

Fig. 28. Zweites Antennenglied von *Vespa vulgaris*. Längsschnitt. Vergrößerung 160. *N*, Hauptantennennerv; *M*, Muskeln des ersten Gliedes; *N'*, Nervenstrang des zweiten Gliedes; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *St.G*, Stäbchenzellen mit Stäbchen; *H*, Hypodermis; *K*, Enden der Stäbchen in Poren der Gelenkhaut; *P*, Gelenkhaut; *C''*, Chitinhülle des dritten Antennengliedes; *T*, Trachee; *N''*, Antennenschaftsnerv.

Fig. 29. Zweites Antennenglied von *Melolontha vulgaris*. Längsschnitt. Vergrößerung 120. *N*, Hauptantennennerv; *C*, Chitinhülle des ersten Gliedes; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *N'*, Nervenstrang des zweiten Gliedes; *H*, Hypodermis; *St.G*, Stäbchenzellen und Stäbchen; *P*, Gelenkhaut; *K*, Enden der Stäbchen in Poren der Gelenkhaut; *N''*, Antennenschaftsnerv; *T*, Trachee.

Fig. 30. Zweites Antennenglied von *Epinephela janira*. Längsschnitt. Vergrößerung 400. *N*, Hauptantennennerv; *N'*, Nervenstrang des zweiten Gliedes; *C*, Chitinhülle des ersten Gliedes; *St.G*, Stäbchenzellen und Stäbchen; *H*, Hypodermis; *C'*, Chitinhülle des zweiten Gliedes; *P*, Gelenkhaut; *C''*, Chitinhülle des dritten Gliedes; *T*, Trachee; *N''*, Antennenschaftsnerv.

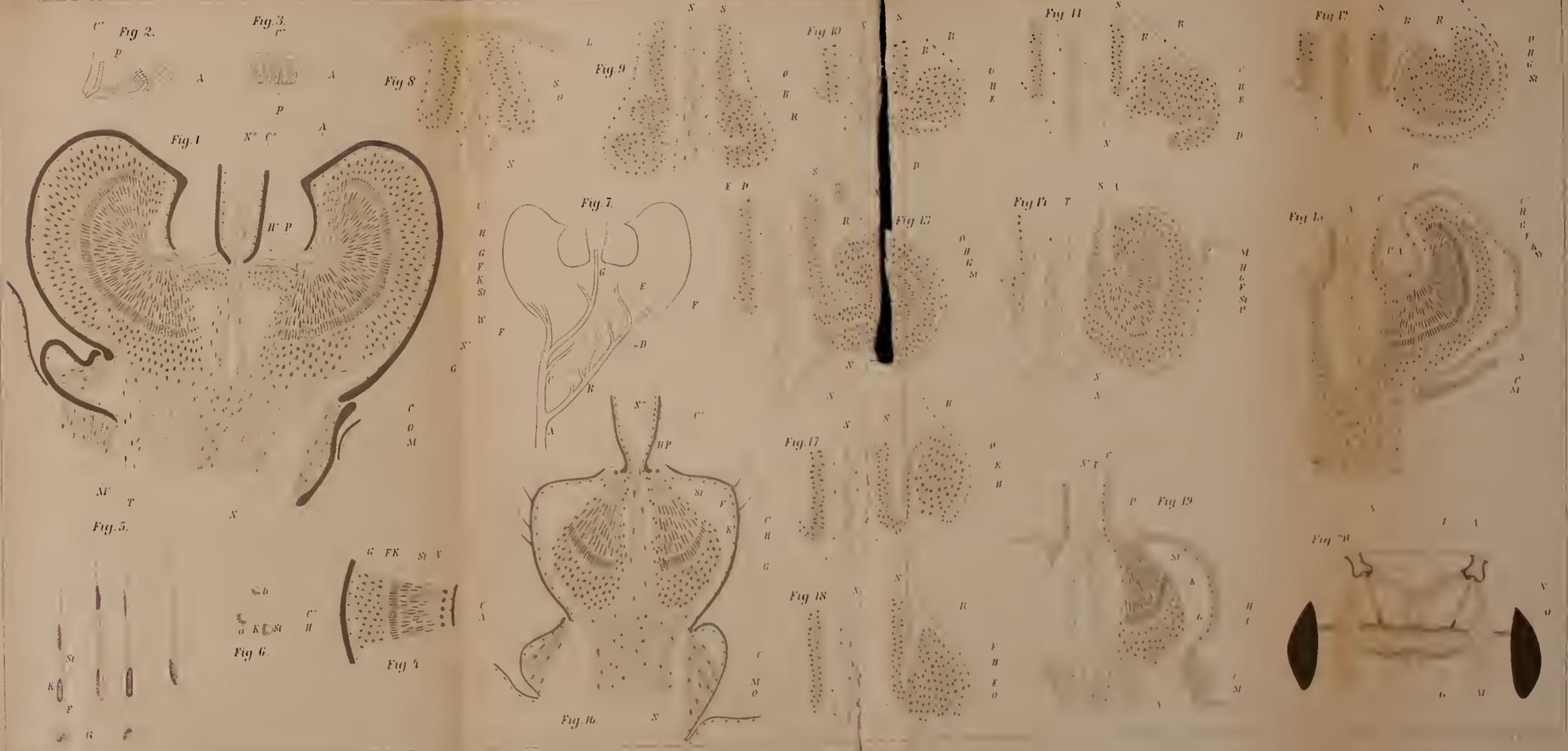




Fig. 21.



Fig. 28.  
N'' T



Fig. 22.

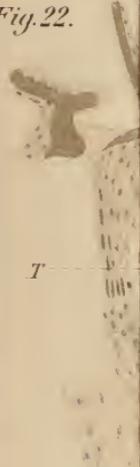


Fig. 29.

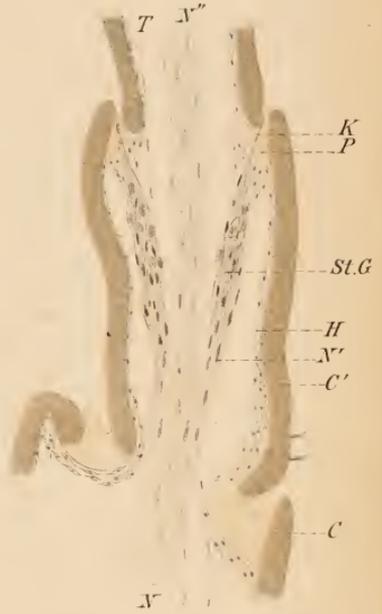
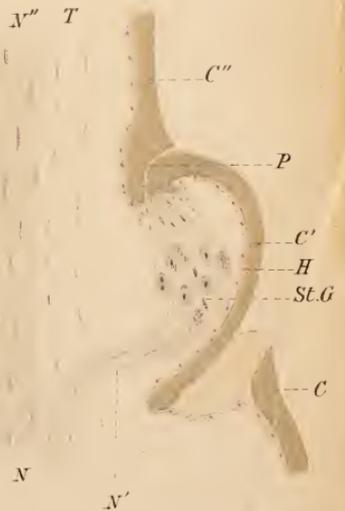
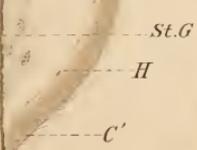
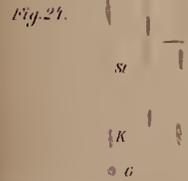
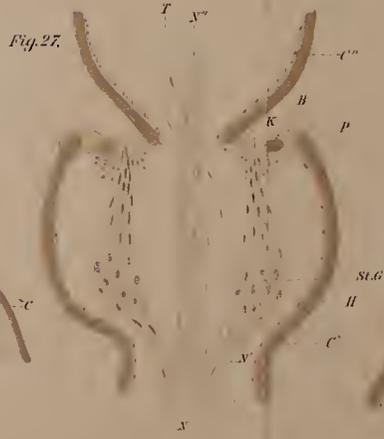
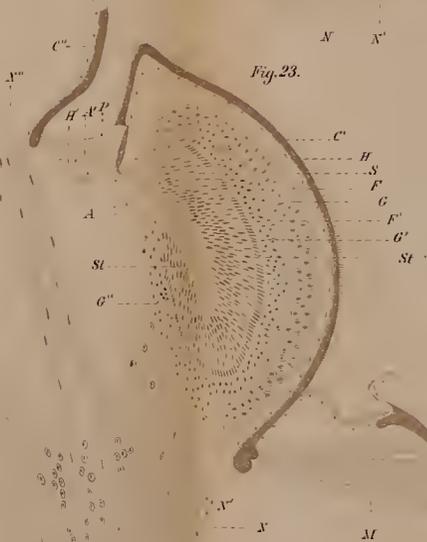
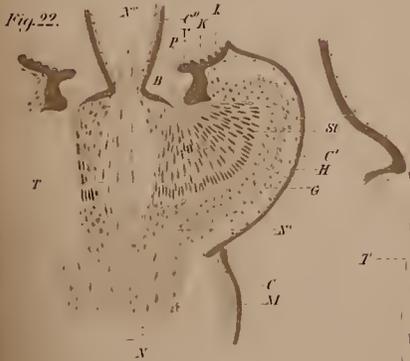
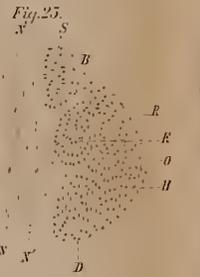
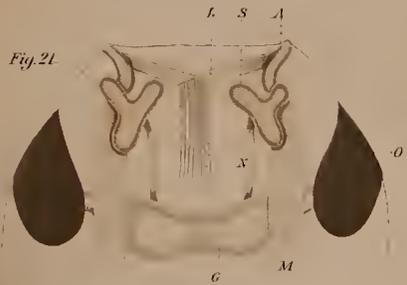


Fig. 30.

Fig. 24.







# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [58](#)

Autor(en)/Author(s): Child C.M.

Artikel/Article: [Ein bisher wenig beachtetes antennales Sinnesorgan der Insekten, mit besonderer Berücksichtigung der Culiciden und Chironomiden. 475-528](#)