

Beiträge

zur

Morphologie und Histologie

der

tympanalen Sinnesapparate
der Orthopteren

von

Dr. Josef Schwabe.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Leipzig.)

==== Mit 5 Tafeln und 17 Textabbildungen. ====



STUTTGART.

E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele).

1906.

→→ Alle Rechte vorbehalten. ←←

Inhaltsübersicht.

	Pag.
I. Einleitung	1
II. Methodik und Material	3
III. Acridiidea	6
A. Morphologie der integumentalen Tympanalgebilde	6
a) Allgemeines	6
b) Lage und Aufbau der Tympanalgebilde	6
c) Trommelleinfassung und Trommellrahmen	9
d) Trommelfell	13
e) Trommelfellkörperchen	16
B. Muskeln, welche am Tympanalorgan inserieren	24
C. Stigmen und Tracheen des mittleren Körperabschnittes	27
a) Stigmen und Stigmenmuskeln	28
b) Tracheen und Tracheenblasen	32
D. Die Nerven der Tympanalregion	41
E. Das tympanale Nervenendorgan	44
a) Lage und Gestalt des Endorganes	44
b) Der innere Bau	49
1. Allgemeines	49
2. Anordnung und Lage der Endschläuche	52
3. Bau der Endschläuche	55
4. Der Fibrillenapparat der Sinneszelle	61
5. Die stiftförmigen Körperchen	64
6. Das bindegewebige Stützgerüst	69
7. Die hyaline Zwischensubstanz	72
F. Das Organ des rinnenförmigen Körperchens	73
IV. Locustodea	79
A. Allgemeines	79
B. Das Chitingerüst der Tympanalregion mit den Trommelfellen	80
C. Vom inneren Bau der Tibia	82
D. Die Nervenendapparate	86
a) Allgemeine Übersicht	86
b) Verlauf und Verzweigung der Sinnesnerven	88

— VI —

	Pag.
c) Das Subgenualorgan	90
d) Das Zwischenorgan	98
e) Die Crista acustica	102
f) Die stiftförmigen Körperchen	110
V. Gryllodea	117
A. Allgemeines	117
B. Trommelfelle und Trommellumgebung	118
C. Vom inneren Bau der Tibia	122
a) Die Tympanaltrachee	122
b) Die Nervenendapparate	126
1. Allgemeine Übersicht	126
2. Verlauf der Sinnesnerven	128
3. Das Subgenualorgan	130
4. Das Trachealorgan	133
5. Die stiftförmigen Körperchen	138
Literaturverzeichnis	142
Erklärung der Zeichen	144
Erklärung der Abbildungen	148

I. Einleitung.

In der Einleitung zu seiner ausgezeichneten Monographie über die tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren spricht V. Graber (1875) seine Verwunderung darüber aus, daß man sich mit den bis dahin gewonnenen Untersuchungsergebnissen dieser interessanten Organe zufrieden zu geben schien. Zwar hatten hervorragende Forscher wie Joh. Müller (1826), Siebold (1844), Leydig (1855) und Hensen (1866) versucht, das Wesen der „Gehörorgane“ zu ergründen, die Resultate ihrer Untersuchungen waren aber, entsprechend den mangelhaften technischen Hilfsmitteln der damaligen Zeit, ungemein dürftig. Auch die Arbeiten von Ranke (1875) und Schmidt (1875), welche fast gleichzeitig mit der Grabers und unabhängig von dieser erschienen, trugen herzlich wenig zur Aufklärung bei. Das Neue, was sie gebracht haben, hat sich größtenteils als Phantasieprodukt erwiesen, und das, was sie glaubten an den Befunden ihrer Vorarbeiter berichtigen zu müssen, war von diesen viel besser gesehen worden. Erst Graber ist es gelungen, durch äußerst sorgfältige und umfangreiche Untersuchungen, welche er in seiner Monographie niedergelegt hat, einen erheblichen Schritt vorwärts zu tun. Seine Studien sind vor allem vergleichend morphologischer Art, aber auch die Histologie der nervösen Organe wie auch ihrer Hilfsapparate hat er mit großem Fleiß und vorzüglichem Erfolge bearbeitet. Die Wichtigkeit seiner Befunde hat wohl allgemein die verdiente Wertschätzung gefunden. Graber selbst war sich aber vollkommen klar, daß er eigentlich nur eine breite Grundlage geschaffen hat, auf der spätere Untersucher weiter bauen konnten, denn er sagt, „daß seine Monographie sich den Zweck gesetzt habe, die fraglichen Gebilde erst in den Kreis der wissenschaftlichen Probleme einzuführen, indem darin zunächst ersichtlich gemacht wird, was es in dieser Richtung noch zu arbeiten gibt, bevor wir sagen dürfen, daß wir mit dem Wesen derselben nur einigermaßen vertraut sind.“

Inzwischen sind drei Dezennien verflossen. Wohl liegt uns eine sehr schätzenswerte Arbeit aus dem Jahre 1892 von Adelung über das Gehörorgan der Locustiden vor, auch die Grillen sind vor kurzem von Herbig (1902) neu bearbeitet worden, die Acridiideen dagegen, von denen eigentlich am wenigsten bekannt ist, und die auch von Graber recht stiefmütterlich behandelt sind, haben bis jetzt keinen neuen Bearbeiter gefunden. Wenn man nun ferner bedenkt, welche eminenten Fortschritte in neuerer Zeit in der Erkenntnis der Nerven-anatomie gemacht sind, und wie speziell seit Apathys epochemachenden Veröffentlichungen die bis dahin noch recht unsichere Auffassung von den eigentlichen leitenden Elementen des Nervensystems in engere und zuverlässigere Bahnen gelenkt ist, so mag es verwunderlich erscheinen, daß man es sich bisher hat entgehen lassen, ein solch günstiges Objekt wie das Tympanalorgan der Acridiideen zur Untersuchung heranzuziehen. Unsere

Kenntnis vom Bau der peripherischen Nervenendigungen der niederen Tiere bedarf wohl noch sehr der Vervollkommnung, und es gibt sicherlich neben dem Tympanalorgan der Locustiden in der ganzen Reihe der Arthropoden, ich möchte sagen der Evertebraten, kein Sinnesorgan, welches der Untersuchung so zugänglich wäre, und wenige, bei denen sich die nervösen Endorgane so häuften, wie eben bei dem fraglichen Acridierorgan. Gewiß haben sich viele Untersucher durch die vermeintliche Schwierigkeit der Chitinbehandlung zurückschrecken lassen, ein Faktor, der zwar nicht zu unterschätzen, der aber doch durch Geduld und zielbewußte Arbeit leicht zu überwinden ist.

Durch Herrn Professor Chun, in dessen zoologischem Institut ich vorliegende Arbeit angefertigt habe, wurde ich auf das Aussichtsreiche einer Neubearbeitung der Tympanalorgane aufmerksam gemacht. Wenn es mir nun gelungen sein sollte, wenigstens teilweise den gehegten Erwartungen gerecht zu werden, so verdanke ich dies wohl größtenteils der ständigen Hilfe der Herren Professoren Chun und zur Strassen. Besonders fühle ich mich Herrn Professor zur Strassen für den regen Anteil, welchen er an meiner Arbeit genommen hat, zu großem Danke verpflichtet.

Ursprünglich hatte ich die Absicht, meine Untersuchungen auf die Acridiideen zu beschränken, nachdem sich mir aber eine Fülle neuer Gesichtspunkte in der Auffassung der Endorgane geboten hatten, schien es mir angebracht, auch die Tympanalorgane unserer anderen heimischen Orthopteren in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, und ich hatte die Genugtuung, konstatieren zu können, daß im histologischen Sinne sämtliche Endorgane nach denselben Prinzipien gebaut sind, insofern ich bei den Locustiden und Grillen alle histologischen Details in derselben Form und Anordnung wiederfand, wie ich sie bei den Acridiideen gesehen hatte. Es ist daher begreiflich, daß meine Ausführungen über das Organ der Acridiideen einen erheblich größeren Raum einnehmen, was auch noch dadurch bedingt wird, daß ich genötigt war, der Morphologie dieses Organes und seiner Hilfsapparate ein weit eingehenderes Studium zu widmen.

II. Methodik und Material.

Durch die meisten entomotomischen Arbeiten zieht sich wie ein roter Faden die Klage über die Schwierigkeiten, welche das Chitin der Bearbeitung entgegensetzt. Ich selber hatte darunter verhältnismäßig wenig zu leiden, und da es mir gelungen ist, von tadellos konserviertem Material, welches für unsere Untersuchungen unbedingt notwendig ist, vollständige Schnittserien zu erzielen, so fühle ich mich veranlaßt, meine Präparationsmethoden eingehend mitzuteilen.

Wegen der Undurchlässigkeit des Chitins ist der vielfach geübte Gebrauch, ganze Tiere in die Konservierungsflüssigkeit zu bringen, durchaus verwerflich. Um den konservierenden Mitteln ungehinderten Eingang zu verschaffen, ist es vielmehr erforderlich, vorher sämtliche überflüssigen Teile zu entfernen. Bei den Acridiöden trennte ich das Abdomen im zweiten Abdominalsegment und den Thorax zwischen dem zweiten und dritten Beinpaare ab. Von dem so erhaltenen, das Tympanalorgan bergenden Mittelstück wurden dann Flügel- und Sprungbeine dicht am Körper abgeschnitten, ferner Darm und die sehr hinderlichen Geschlechtsorgane mit einer Pinzette herausgezogen und hierauf das Objekt in die bereitstehende Konservierungsflüssigkeit befördert. Das Tibialorgan der Locustiden und der Grillen ist sehr leicht zu isolieren, indem man einen Schnitt gleich oberhalb des Knies durch den Femur und einen anderen unter dem Organ durch die Tibia legt. Es ist wohl überflüssig zu betonen, daß diese vorbereitenden Manipulationen möglichst schnell ausgeführt werden müssen. Sehr störend ist die Luft, welche in den Tracheen zurückbleibt; aus den Tibiapräparaten läßt sie sich entfernen, indem man den Femurstumpf in der Konservierungsflüssigkeit mit einer Pinzette zusammenpreßt und das am anderen Ende heraustretende Bläschen mit einem Pinsel entfernt. Von einer ähnlichen Behandlung der Acridierpräparate ist abzuraten, da das Organ bei Verletzung der Tracheenblasen leicht gezerrt und verlagert wird. Hier genügt es auch, die auf der Konservierungsflüssigkeit schwimmenden Objekte mit Hilfe eines Wattebäuschchens unterzutauchen.

Speziell für Studien der vorliegenden Art halte ich es nun für sehr zweckmäßig, die Präparate so schnell wie möglich in Paraffin (58°) zu bringen. Dadurch wird einmal vermieden, daß bei längerem Verweilen im Alkohol histologische Feinheiten durch Zellschrumpfung verloren gehen, andererseits habe ich die Erfahrung gemacht, daß bei Objekten, welche längere Zeit im Alkohol gelegen haben, das Chitin sehr spröde wird und beim Schneiden wie Glas ausspringt. Aus diesem Grunde habe ich meine sämtlichen Präparate in Paraffin aufbewahrt, ein Teil derselben ist schon über ein Jahr alt und hat sich bis jetzt nicht im geringsten verändert, auch ihre Schneidbarkeit ist die gleiche geblieben.

Um unzerrissene Schnitte zu erhalten, sind zwei Punkte besonders zu beachten: Ein äußerst scharfes Messer und das vorsichtige Auffangen jedes einzelnen Schnittes mit dem

Pinsel. Larven und frisch gehautete Tiere bieten dem Messer überhaupt keine Schwierigkeiten; gegenteilige Erfahrungen können nach meiner Ansicht nur in der mangelhaften Technik des Bearbeiters ihren Grund haben.

Vielfach habe ich gelesen, auch Meyer und Lee empfehlen es in ihrer mikroskopischen Technik (Grundzüge der mikroskop. Technik, 1898, p. 260 und 391), daß die Präparate, um das Chitin aufzuweichen und dadurch schneidbarer zu machen, womöglich tagelang in Eau de Javelle, Eau de Labarraque oder gar in erwärmte Kalilauge gelegt wurden. Daß es nicht möglich ist, an so malträtierten Objekten histologische Feinheiten zu studieren, ist wohl klar; ich möchte von solchen Präparaten noch nicht einmal eine Beschreibung der Chitinteile geben, wenn sie auf Genauigkeit Anspruch machen soll.

Mehr Schwierigkeit als das Schneiden hat das Festhalten der Schnitte auf dem Objektträger verursacht. Konstant wurden anfänglich die Chitinleisten, auch wenn die Schnitte noch so schön geglättet waren, durch die Diffusionsströme fortgeschwemmt. Diese Kalamität fiel vollständig fort, als ich nach der Angabe Hesses (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 70, p. 349) die Schnitte mit Photoxylin überzog. Hesse empfiehlt eine 1₁—1₂prozentige Lösung von Photoxylin in absolutem Alkohol und Äther aa. In diese Lösung werden die Tafeln nach dem Auflösen des Paraffins und dem Überführen in absoluten Alkohol gebracht, und ich kann bestätigen, daß der Photoxylinüberzug den Färbungsprozeß nicht im geringsten stört. Das Wiederentfernen des Photoxylins vor dem Aufhellen in einer gleichteiligen Mischung von abs. Alkohol und Äther hat sich als unnötig erwiesen, weil es beim Differenzieren vollständig entfärbt wird. Auf solchem Wege lassen sich dünne Schnitte (bis zu 5 μ) ausgezeichnet festhalten. Bei dickeren Schnitten, besonders bei 10 μ und darüber, schwimmen die Chitinleisten gewöhnlich schon beim Auflösen des Paraffins fort. Diesem Übelstande kann man dadurch vorbeugen, daß man die trockenen Tafeln vor dem Einbringen in Xylol mit der Photoxylinlösung überzieht. Da der Äther selten wasserfrei ist, kommt es dann allerdings zuweilen vor, daß sich beim Einführen der so behandelten Tafeln in das Xylol eine weißliche Trübung bildet, die ein Auflösen des Paraffins verhindert. In diesem Falle hält man die Tafel einen Moment in absoluten Alkohol und bringt sie dann in Xylol zurück. Das Paraffin wird mit dem Photoxylinüberzug fast ebenso schnell gelöst wie ohne denselben. Unter Anwendung dieser einfachen Methoden habe ich vollständige, bis zu 20 μ dicke Schnittserien erhalten.

Konserviert wurde in starken Gemischen von Flemming und Hermann (Konservierungszeit 24 Stunden und 12—24 Stunden wässern). Ferner habe ich mit ausgezeichnetem Erfolge auf den Rat des Herrn Professor Chun Formolgemische angewandt und zwar Formal-Chrom-Essigsäure sowie Formol-Alkohol-Essigsäure in der von Meyer und Lee p. 53 angegebenen Zusammenstellung. Besonders das Formol-Chromsäuregemisch fixiert die Zellformen besser als Flemming. Da von Meyer und Lee keine Konservierungszeit angegeben ist, will ich bemerken, daß für meine Präparate 6—8 Stunden die günstigste Zeit war. Präparate, welche länger als 8 Stunden in Formol lagen, bekamen auf Schnitten ein glasiges, homogenes Aussehen, sie erschienen, wie auch Meyer und Lee angeben, wie osmiert. Formol-Alkohol eignet sich sehr gut zur heißen Konservierung (ich habe damit z. B. Corethralarven ganz vorzüglich erhalten), während das Chromgemisch nicht erwärmt werden darf, da das Formaldehyd dann sofort seine stark reduzierende Wirkung ausübt und die gelbe Chrom-

säure in das grüne Chromhydrat verwandelt, eine Umsetzung, die nach einiger Zeit auch in der kalten Lösung stattfindet. Eine einfache wässrige Formollösung, mit der ich in drei- und vierprozentiger Form und verschiedenen Konservierungszeiten (4, 8, 12, 24 Stunden) Probepräparate gemacht habe, erwies sich als unbrauchbar, denn die Zellen sahen immer wie zerissen aus.

Was die Dicke der Schnitte betrifft, so dienten mir für die histologischen Studien fast ausschließlich 5 μ Serien; dünnere Schnitte sind bei der beträchtlichen Größe der Zellen un Zweckmäßig. Nur da, wo es darauf ankam, recht diffizile Sachen, wie z. B. die Zahl der Rippen in der Stiftwand mit Sicherheit zu eruieren, wurde auch 3 μ geschnitten. Für Übersichtsbilder wurde eine Schnittdicke von 10—20 μ gewählt.

Zum Färben habe ich für Schnitte bis zu 10 μ ausschließlich Eisen-Hämatoxylin nach M. Heidenhain angewandt. Mit keiner anderen Färbemethode war ich im stande, so elektiv zu färben, und was die Hauptsache ist, ich erzielte mit ihr eine solch intensive, spezifische Färbung der nervösen Elemente, daß es mir z. B. bei Flemming-Präparaten gelang, die Neurofibrillen vollständig optisch zu isolieren. Für dicke Schnitte und Totalpräparate hat mir Ehrlichs alkoholische Hämatoxylinlösung sehr gute Dienste getan.

Mein Material habe ich in der näheren Umgebung Leipzigs gesammelt. Es war mein Bestreben, von jeder hier vorkommenden Spezies wenigstens einen Vertreter zur Untersuchung zu haben, und es standen mir so zur Verfügung von den Acridiideen *Oedipoda coeruleus*, *Mecosthetus grossus*, *Chrysochraon brachypterus*, *Gomphocerus rufus* und *antennatus*, *Stenobothrus parallelus*, *variabilis* und *viridulus* und *Psophus stridulus*. Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. phil. G. Neumann aus Seyffhennersdorf war ich ferner in der Lage, Präparate von *Acridium aegypticum* untersuchen zu können, die er während seines Aufenthaltes in Ville franche in Flemmingscher, sowie in Hermannscher Lösung und in Formol-Chromsäure ausgezeichnet konserviert hat. Ich sage ihm hierfür auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank. Von den Locustiden habe ich *Locusta viridissima* und *cantans*, *Decticus verrucivorus*, *Platyceis Roeselii* und *Xiphidium dorsale*, von den Grillen *Gryllus domesticus* und *campestris* gesammelt.

III. Acridiodea.

A. Morphologie der integumentalen Tympanalgebilde.

a) Allgemeines.

Wie ich schon eingangs erwähnt habe, nehmen in der Graberschen Monographie die vergleichend-morphologischen Studien, besonders der integumentalen Tympanalgebilde einen breiten Raum ein. Ein befriedigender Ausbau meines Themas auch nach dieser Richtung hin war für mich schon aus dem Grunde nicht ausführbar, weil ich nicht solch umfangreiches Material zur Verfügung hatte wie Graber. Andererseits erkannte ich bald aus meinen eingehenden Untersuchungen, die ich bei allen mir zugänglichen Repräsentanten durchgeführt habe, daß bei unseren heimischen Acridiideen die Differenzierung weder der integumentalen, noch der nervösen Teile soweit geht, daß es sich verlohnen würde, ihr eine besondere Beschreibung zu widmen. Es mag für den Systematiker von Wert sein, z. B. mit Brunner v. Wattenwyl (1874 p. 286) zwischen einem Tympanum apertum, fornicatum und clausum zu unterscheiden, für uns aber, die wir in das Wesen des Tympanalorganes eindringen wollen, erscheint es als ganz nebensächlich, ob das Trommelfell von der schützenden Integumentfalte etwas mehr oder weniger weit überragt wird, und genau so verhält es sich mit den übrigen Differenzierungen, nur daß diese im allgemeinen noch weit geringfügiger sind. Ich habe daher diese Seite ganz vernachlässigt; dennoch werde ich nicht verfehlen, irgendwie bemerkenswerte Unterschiede, die mir im Verlaufe meiner Untersuchungen aufgefallen sind, zu erwähnen.

Da nun naturgemäß die Größe der Organteile, sowie ihre Lage zueinander und auch ihre Form bei den verschiedenen Spezies immerhin gewisse, wenn auch noch so unwesentliche Differenzen aufweist, und es mir andererseits daran lag, die Beschreibung auch mit Hilfe möglichst genauer Maße recht eingehend zu gestalten, ohne mich, wie gesagt, allzusehr bei vergleichenden Details aufhalten zu müssen, habe ich es für zweckmäßig gehalten, hierfür die der Untersuchung günstigste Form herauszugreifen. Als solche bot sich mir der in der Umgebung Leipzigs äußerst gemeine *Mecosthetus grossus*, neben *Psophus stridulus* und *Oedipoda coeruleascens* die größte der hiesigen Acridiideen. *Mecosthetus grossus* hat neben den Vorzügen seiner leichten Beschaffbarkeit und seiner Größe ein fast offenes und daher leicht übersichtliches Tympanum.

b) Lage und Aufbau der integumentalen Tympanalgebilde.

Zu beiden Seiten des Körpers liegt im ersten Abdominalringe das aus Trommelfell und Trommelfelleinfassung bestehende „Ohr“ der Acridier. Um dasselbe recht übersichtlich zu erhalten, ist es notwendig, die Flügel, durch die es selbst bei kurzflügeligen Formen, wie

Chrysochraon brachypterus, zum größten Teil bedeckt wird, und ferner die Sprungbeine, welche gleichfalls von dem ruhenden Tiere darüber gelegt werden, zu entfernen. Es tritt dann, am besten unter der binokulären Lupe, ein Übersichtsbild zu Tage, wie es Fig. 1 (Taf. I) wiedergibt. Der teilweise rückgebildete erste Hinterleibsring (Fig. 1 AbdR₁) schiebt sich gewissermaßen keilförmig zwischen den schräg von vorn und oben nach hinten und unten gerichteten Metathorax (em₃) und den in der Transversalebene liegenden 2. Hinterleibsring (AbdR₂). Sein Sternit, sowie der untere Teil des Tergiten, scheint verloren gegangen zu sein; diese Partien haben sich mit den angrenzenden Stücken des Metathorax zu einem untrennbaren Ganzen vereinigt und bilden gemeinsam mit ihnen das Hüftgelenk des Sprungbeines, welches fast die ganze untere Region zwischen Mesothorax und den 2. Abdominalring einnimmt. Die Grenze zwischen Metathorax und dem 1. Abdominalring markiert sich an der übrigen Seiten- und Rückenpartie noch recht deutlich, eine gelenkige Verbindung besteht aber nicht mehr. Das Abdominalsegment ist hier durch eine starre Vereinigung dem Thorax angegliedert, so daß es ebenso wie dieser aus der aktiven Atembewegung ausgeschaltet ist. Dagegen findet sich zwischen dem 1. und 2. Abdominalsegment eine sehr breite Gelenkhaut.

Gleich oberhalb des Hüftgelenkes, ungefähr in der Mitte der Seitenansicht, fällt uns nun in der Seitenplatte des 1. Hinterleibsringes eine scharf umschriebene Vertiefung auf, die fast die ganze Breite des Segmentes einnimmt, und die nach innen durch eine dünne hell-schimmernde Membran abgeschlossen wird. Wir haben hier das Trommelfell mit seiner Einfassung vor uns.

Die äußere Form dieses Gebildes ist seiner leichten Zugänglichkeit und Übersichtlichkeit wegen schon von den ältesten Beobachtern ziemlich genau geschildert worden.

De Geer (1804 p. 305), welcher nach Graber als der Entdecker des Acridierohres zu betrachten ist, sah es als ein schallverstärkendes Organ an, welches den Zirptönen als Resonanzboden dient. Er beschreibt es aber recht anschaulich bei *Pachytilus migratorius* L. in folgender Weise: „Auf jeder Seite des 1. Ringes am Hinterleibe liegt eine große, ziemlich tiefe, eiförmige Öffnung, die zum Teile durch eine ungleiche, platte, an den Rändern behaarte Lamelle verschlossen wird. Auf dem Grunde dieser Öffnung befindet sich ein weißes, gespanntes und wie ein Spiegel glänzendes Häutchen, welches die ganze Höhlung einnimmt.“

Weniger verständlich ist die Beschreibung von Joh. Müller (1826, p. 437). Nach ihm liegt „im hintersten Teil der Brust auf dem Rücken, auf beiden Seiten über dem Ursprunge des letzten Fußpaares eine Aushöhlung der äußeren Bedeckungen, wo diese unterbrochen und durch eine feine Membran geschlossen sind.“

Burmeister (1832, p. 512) schildert das Gebilde, welches er ebenso wie de Geer für ein Stimmorgan hält, als „eine halbmondförmige, im Grunde von einer zarten Haut geschlossenen Grube, welche bald ganz frei ist, bald durch eine vom vorderen Rande ausgehende dreieckige Platte zur Hälfte bedeckt wird.“

Nach v. Siebold (1844, p. 60) „besitzt die Rückenhälfte des ersten Abdominalsegmentes an beiden Seiten einen eiförmigen Ausschnitt, in welchem eine eigentümliche Haut wie ein Trommelfell ausgespannt ist. Der Ausschnitt ist von einem hornigen Ringe eingefasst, der nach den verschiedenen Gattungen und Arten der Acridioiden die trommelfellförmige Haut von oben her bald mehr oder bald weniger überwölbt.“

Leydig 1855, p. 400 verlegt das Gehörorgan in den hinteren Teil des Thorax und beschreibt es kurz als einen festen Ring, in welchem eine irisierende Membran eingespannt ist.

Ein sehr klares Übersichtsbild gibt uns dagegen V. Graber (1875, p. 76). Ich teile es ausführlich mit, da ich seine Einteilung und Bezeichnung nach Möglichkeit beibehalten werde. Er beschreibt einerseits eine mexikanische Heuschrecke *Rhomalea centurio*, welche mit völlig offenen Trommelfellen ausgerüstet ist, und ferner *Acridium tartaricum* als Typus jener Formen, bei denen sich das Trommelfell tiefer in die Körperflanken einsenkt, und zu denen auch unser *Mecosthetus grossus* zählt. Er führt aus: „Bei *Acridium tartaricum* zeigt die Seitenplatte des 1. Hinterleibsringes in ihrem untersten durch das Hüftgelenk begrenzten Abschnitt einen eigentümlichen, nahezu hufeisenförmigen Ausschnitt. Am zugespitzten Rande dieses Ausschnitts unterscheidet sich die obere gebogene Partie als obere Trommelleiste, die beiden Schenkel derselben dagegen als vordere und hintere Trommelleiste, die aber kontinuierlich in die erstgenannte Randpartie übergehen. Die untere Seite des hufeisenförmigen Ausschnitts erhält ihren Abschluß durch einen beilförmigen Fortsatz des Epimerums, der zwischen den Enden der vorderen und hinteren Tympanalleiste einen Querbalken herstellt, der zweckmäßig als untere Trommelleiste bezeichnet werden mag. Der hufeisenförmige Ausschnitt ist die äußere Öffnung einer taschenartig in die Körperseite sich einsenkenden Grube (Trommelfelltasche), deren ganz ebener Boden vom Trommelfell gebildet wird.“

Diese Beschreibung ist ohne Einschränkung auf *Mecosthetus grossus* zu übertragen. Wir erkennen (Taf. I, Fig. 1) den nahezu hufeisenförmigen Ausschnitt des ersten Abdominalsegmentes, welcher vorn und unten durch den beilförmigen Fortsatz (uTL) der Pleura des Metathorax em. zu einer von vorn und oben nach hinten und unten gerichteten elliptischen Öffnung geschlossen ist. Die Öffnung führt in die Trommelfelltasche (Taf. I, Fig. 2 u. 3 TT), welche sich von vorn und unten nach hinten und oben zu vertieft. Die vordere Tympanalleiste (Taf. I, Fig. 1 und 4 vTL) beginnt als niedriger Wulst neben dem vorderen Ende des beilförmigen Fortsatzes, dessen erhöhte Kante die untere Tympanalleiste (Fig. 1 und 4 uTL) bildet, hebt sich darauf nach oben zu allmählich heraus und geht gleichmäßig in die weit überhängende obere Tympanalleiste (Taf. I, Fig. 1 und 2 oTL) über. Diese setzt sich dann in derselben Weise in die wieder allmählich abfallende hintere Tympanalleiste (Taf. I, Fig. 1 und 3 hTL) fort, welche neben dem hinteren Ende des beilförmigen Fortsatzes endet. Wir sehen aber ferner, daß das Trommelfell nicht den ganzen Boden der Trommelfelltasche einnimmt, sondern daß zwischen der vorderen und unteren Trommelleiste und dem Trommelfell ein ungefähr dreieckiger Raum bleibt (Fig. 1 und 4 StF), in welchem eine kleine elliptische, nur wenig nach hinten und unten geneigte Vertiefung, das erste Abdominalstigma (a₁) sichtbar wird. Nach Graber bezeichnen wir diesen Raum kurz als tympanales Stigmenfeld.

Die Trommelleinfassung wird durch die Integumentpartie dargestellt, welche den Rand des Trommelfelles mit dem Leistenring verbindet. Zu ihr gehört das Stigmenfeld. Dieser vordere Abschnitt der Einfassung liegt mit dem Trommelfell in einer Ebene und zieht sich auch nach unten zwischen der unteren Tympanalleiste und dem Trommelfell als ein schmaler Streifen hin. Im übrigen senkt sich die Einfassung mit dem Trommelfell in das Körperinnere und bildet so innen mit dem Trommelfell und außen mit der äußeren Decke eine mehr oder weniger scharf ausgeprägte Kante. Ihren Übergang in das Trommel-

fell bezeichnen wir als Trommelfellrahmen Taf. I, Fig. 2 und 3 R₁, die äußere Kante ist die schon beschriebene Tympanal- oder Trommelleiste.

Das fast ebene Feld, welches das Trommelfell mit dem Stigmenfelde bildet, dringt von der unteren Tympanalleiste aus schräg nach oben und hinten in den Körper in einem Winkel zur Körperoberfläche, der bei *Mecosthetus grossus* 45° beträgt, bei den einzelnen Spezies aber sehr ungleich ist. Es läßt sich für die Stellung des Trommelfelles als Regel anführen, daß der Neigungswinkel um so kleiner ist, je offener die Trommelfelle liegen. Graber bezeichnet p. 80 (1875) einige exotische Formen (*Tropidacris*, *Pocilocera*, *Rhomalea* u. s. w.), bei denen die Tympana genau in die Lateralebene fallen und zugleich völlig unbedeckt sind. Andererseits ist die Neigung am auffallendsten (ca. 50°) bei den Arten, in deren fast geschlossene Trommelfelltasche nur noch ein ganz schmaler Spalt führt (*Stenobothrus viridulus*, *Gomphocerus antennatus* und *rufus*).

Von der Stellung des Trommelfelles hängt die Ausbildung seiner Einfassung ab. Bei den mit offenem Trommelfell ausgestatteten Formen stellt sie nur einen schmalen Ring dar, der sich nicht sehr von seiner Umgebung absetzt, und dessen breiteste Partie das Stigmenfeld bildet (Graber 1875, p. 76). Je weiter nun das Trommelfell nach innen dringt, um so mehr erhält die obere und hintere Partie der Einfassung die Form eines Gewölbes, welches die Trommelfelltasche überdacht. Für die Arten, welche dieselbe Trommelfellstellung besitzen wie *Mecosthetus grossus* (zu ihnen gehört auch *Oedipoda coeruleascens* Taf. I, Fig. 2 und 3), gibt Graber eine recht anschauliche Beschreibung dieser Verhältnisse, der wir in unseren Fig. 1, 2 und 3 leicht folgen können. „Wir bemerken.“ sagt er (p. 77), „wie die Lateralplatte nach innen gewölbartig sich einstülpt, um dann, nachdem sie den tiefsten Punkt erreicht hat, als Trommelfell sich wieder schief nach außen zu wenden. Die Einfassung überwölbt etwa ein Viertel des in der Tiefe der Trommelfelltasche gelegenen Tympanums, um sich dann nach hinten zu immer steiler und steiler aufzurichten, ja sogar ein wenig nach hinten sich umzustülpen, so daß an dieser Stelle das Tympanum dem Auge ganz offen liegt.“

c) Trommelfelleinfassung und Trommelfellrahmen.

Betrachten wir die Tympanalgegend einer lebenden Acridiidee unter der Lupe, so sind wir erstaunt über die Beweglichkeit dieser Teile, die besonders bei der Atmung zu Tage tritt. Wir mußten von vornherein annehmen, daß infolge der festen Angliederung des 1. Abdominalsegmentes an den Thorax die Tympanalgebilde möglichst fixiert seien, und nun sehen wir, daß nicht allein die ganze Partie oberhalb des Ohres von der oberen Tympanalleiste bis zur Rückenkaute hinauf und unter dem Ohre von der Kuppe der unteren Tympanalleiste bis zum Hüftgelenk des Sprungbeines weich und beweglich ist, sondern daß auch das Trommelfell und seine Einfassung an den Atembewegungen teilnehmen. Die weichen Integumentteile oberhalb und unterhalb des Ohres, sowie das Trommelfell, werden bei der Inspiration nach innen gesogen, bei der Expiration wieder nach außen getrieben. Mit der Ausdehnung des Abdomens wird der 1. Abdominalring sichtbar nach hinten und oben gehoben und sinkt bei der Expiration wieder in seine Ruhelage zurück. Am Ohre macht sich diese Lageverschiebung in der Weise bemerkbar, daß die ganze hintere obere Trommelfelleinfassung sich uhrfederartig mit dem Heben und Senken des Hinterleibes be-

wegt. Fast gar nicht in die Atembewegung mit eingezogen ist das Stigmenfeld, da sich dieses, wie wir wissen, fest an das Epimerum anschließt. Das Trommelfell unterliegt also bei der Atmung einer zweifachen Bewegung: Einmal wird es mitsamt seiner Einfassung durch die Tätigkeit der Atmungsmuskeln, welche den 1. Abdominalring in Bewegung setzen, auf und ab bewegt, und ferner wird das Trommelfell allein durch die saugende und drückende Wirkung der Atmungsluft rhythmisch nach innen und außen getrieben. Außerdem ist das Tier im stande, sehr ausgiebige willkürliche Bewegungen des Hinterleibes zu machen, die besonders in dem Gelenk zwischen den ersten beiden Abdominalsegmenten zum Ausdruck kommen, und jede dieser Bewegungen hat eine Zerrung und Lageveränderung des Tympanalorganes zur Folge. Man kann also wohl sagen, daß der 1. Abdominalring mit dem zwischen ihm und dem 2. Ring befindlichen Gelenk der beweglichste Teil am Rumpfe des Acridiers ist. Um nun zu begreifen, daß das Tympanalorgan trotz der Zerrung, denen es ausgesetzt ist, keine Knickungen erleidet, müssen wir die Trommelfelleinfassung einer näheren Betrachtung unterziehen und werden dann finden, daß unserer obigen Schilderung noch einige wichtige Details beizufügen sind.

Die Einfassung besteht aus einem viel härteren, wenn auch meistens nicht dickeren Chitin als seine Umgebung und ist dadurch zu einem elastischen Ringe geworden, der infolge seiner ungleichmäßigen Ausbildung und Stellung auf Druck und Zug an seinen verschiedenen Partien ungleich reagiert.

Das Stigmenfeld (Taf. I, Fig. 1, 4 und 5 StF), sein vorderer Abschnitt, ist ein dickes, starres Chitinstück, welches fest mit dem solide gebauten Epimerum verbunden ist. Es ist wohl ein wenig nach innen und außen zu bewegen, aber kaum von oben nach unten. Von außen betrachtet (Taf. I, Fig. 4), hat es ungefähr die Form eines Dreiecks, in dessen Mitte das quergestellte Stigma (a_1) liegt. Unterhalb des Stigmas bildet das Feld eine nach hinten und unten verlaufende, allmählich schmaler und tiefer werdende Rinne, welche sich im unteren Winkel zu einem Loch (m) schließt. Das Loch führt in einen kräftigen, dornförmigen Chitinzapfen (Taf. I, Fig. 5 StFZ), welcher stark nach innen und unten vorspringt. Die Fortsetzung des Stigmenfeldes nach unten markiert sich in der Außenansicht (Fig. 4) als schmale Rinne (uTE) zwischen Trommelfell und der anliegenden Tympanalleiste (uTL). Diese untere Trommelfelleinfassung schließt auch mit dem Ende der Tympanalleiste ab. Zwischen ihr und dem unteren Ende der hinteren Einfassung (Fig. 4 und 5 hTE) liegt eine gefaltete Integumentpartie, die aber doch so starr ist, daß ein Auseinanderweichen der Einfassungsenden nicht stattfinden kann; nur an macerierten Präparaten gelingt es, durch seitlichen Zug die Falten zu glätten.

Der Übergang des Stigmenfeldes in den oberen Teil der Einfassung ist recht schmal (Fig. 5), und es ist begreiflich, daß gerade diese Stelle sowie die schwache untere Einfassung bei den federnden Bewegungen der oberen und hinteren Einfassung, am meisten in Mitleidenschaft gezogen werden.

Der besonders stark in das Körperinnere vordringende obere und hintere Abschnitt der Trommelfelleinfassung ist in schöner und gleichmäßiger Rundung muldenförmig gebogen und erhält dadurch die früher erwähnte Gewölbeform (Taf. I, Fig. 5 oTE und hTE). Die Wölbung verleiht diesem Chitinbogen eine erhöhte Federkraft und schützt ihn außerdem gegen Druck von oben und hinten.

Das Tympanalorgan ist aber nicht allein Läsionen ausgesetzt, die in dorso-ventraler Richtung einwirken, sondern es besteht auch nicht minder die Gefahr, daß die Einfassung bei ihrer exponierten Lage schon durch die heftig andrängenden Tympanalblasen geknickt wird. Zur Verhinderung solcher Eventualitäten ist eine Einrichtung angebracht, die zuerst von Graber beobachtet und von ihm als Trommelfellrahmen bezeichnet wurde. Er schreibt hierüber folgendes (1875, p. 77): „Am oberen und hinteren Rande des Trommelfelles zeigt sich eine ganz schmale, schwärzlich braune Linie, der eigentliche Trommelfellrahmen. . . Die Membran des Trommelfelles geht nicht unmittelbar in das Trommelfellgewölbe über, dasselbe erscheint vielmehr von diesem durch den oben angedeuteten schmalen Rahmen scharf abgesetzt. Dieser Rahmen erscheint als ein nach innen gerichteter, leistenartig verdickter Saum des Trommelfelles, der sich an Querschnitten als ein kleines, nach innen gekehrtes Knötchen zu erkennen gibt.“ Zu dieser Beschreibung gibt Graber in seiner Fig. 102 (Taf. 9) einen nach meinem Dafürhalten unmöglichen Schnitt wieder.

Betrachten wir nun die von den Tracheenblasen frei präparierte Innenseite des Tympanalorganes (Fig. 5) mit der binokulären Lupe, so sehen wir, daß, anscheinend an der Stelle, wo das Trommelfell in die Einfassung übergeht, und zwar soweit die obere und hintere Einfassung reicht, eine schmale Chitinleiste schirmförmig nach innen vorspringt. Ich bezeichne diese von Graber als Trommelfellrahmen beschriebene, eigenartig modifizierte Partie der Einfassung als innere Tympanalleiste (Taf. 1, Fig. 2, 3 und 5 (TL)). Die sonst überall gleich hohe Leiste bei *Mecosthetus grossus* (56 μ) verliert sich allmählich beim Übergang der oberen Einfassung ins Stigmenfeld sowie in der untersten Partie der hinteren Einfassung. Am vorderen und unteren Rande des Trommelfelles fehlt das Gebilde ganz.

Die in Rede stehende Schirmleiste habe ich bei sämtlichen von mir untersuchten Acridiideen gut ausgebildet gefunden, am schönsten bei einigen *Stenobothrus*-Arten, besonders aber bei *Psophus stridulus*. Nach einem Schnitt von *Psophus stridulus* durch die Übergangspartie der oberen Einfassung in das Trommelfell habe ich nebenstehende Textfig. 1 gezeichnet. Sie ist mit dem Prisma entworfen, also in keiner Weise schematisiert, und gibt uns ein typisches Bild von der Stellung und Stärke der Leiste sowie von der Bildung, welche ich als den eigentlichen Rahmen anpreche. Nach Grabers Vorstellung, wenn ich

diese noch einmal wiederholen darf, geht die Wölbung der Einfassung direkt in das Trommelfell über, indem hier einfach das Chitin entsprechend dünn wird; der Übergang soll durch eine leistenartige Verdickung, die sich auf dem Schnitt als Knötchen zu erkennen gibt, markiert sein. Unsere Figur lehrt uns dagegen, daß sich die Einfassung in einer schönen Rundung dem Trommelfell zuwendet und sich dann annähernd T-förmig gabelt. Der innere freistehende, am Ende abgerundete Fortsatz, welcher bei *Psophus stridulus* etwas gebogen, bei den andern Acridiern meistens ganz grade ist, ist ein Querschnitt unserer Leiste. Er-



Textfig. 1.

gäuzen wir also an der Hand dieses Querschnittes das Bild, welches wir von der Partie gewonnen haben, so erkennen wir, daß die Leiste in ungefähr rechtem Winkel zum inneren Rande der Einfassung steht, während der Rahmen in der gleichen Weise leistenartig nach außen vorspringt. Wir werden uns jetzt vorstellen können, daß die innere Tympanalleiste, unterstützt von dem Rahmen, einem von innen oder außen auf sie einwirkenden Druck ausgezeichneten Widerstand entgegenzusetzen im stande ist.

An der vorderen und unteren Trommelfelleinfassung fehlt, wie wir oben erfahren haben, die Leiste, es ist jedoch erklärlich, daß diese oberflächlich gelegenen Partien durch Knickung nicht mehr gefährdet sind als das übrige Integument und daher auch keiner Versteifung bedürfen.

Der Trommelfellrahmen umfaßt das ganze Trommelfell bis auf die faltige Integumentpartie, die den Einfassungsring unterbricht. An dieser Stelle kann man natürlich nicht von einer Rahmenbildung sprechen, da das Trommelfell hier kontinuierlich in das äußere Integument übergeht. In irgend einem Querschnitt, welcher durch den oberen oder hinteren Teil der Einfassung gelegt ist (Taf. I, Fig. 2 und 3 R und Textfig. 1), zeigt sich der Rahmen als ein vom Rande der Einfassung nach außen vorspringender, zugespitzter und am Ende hakig gekrümmter Zahn, von dem das Trommelfell in einem ungefähr rechten Winkel ausgeht. Die leichte Hakenbildung zeigt uns an, daß die Kante, welche der Rahmen mit dem Trommelfell bildet, abgerundet ist.

Nach der vorderen Einfassung zu wird auch dieser äußere Reifen allmählich niedriger, so daß er vorn und unten zu fehlen scheint. Man wird jedoch bei Betrachtung der Außenansicht (Taf. I, Fig. 4) finden, und Schnitte (Taf. I, Fig. 3 rechts) bestätigen es zur Evidenz, daß sich das Stigmenfeld sowie die untere Einfassung neben dem Trommelfell nach innen zu rinnenartig vertiefen, wodurch sich hier ebenfalls von der Einfassung eine Randpartie absetzt, die das Trommelfell nach außen heraushebt und daher als Fortsetzung des Rahmens anzusehen ist. Nur am Stigma finden wir eine kurze Strecke, wo das Trommelfell mit dem Stigmenfelde genau in einer Ebene liegt: das hier ungemein zarte Trommelfell geht aus der äußeren Kante der grade abgestutzten, dicken Stigmenplatte hervor (Taf. I, Fig. 3 links).

Überblicken wir nun noch einmal die beschriebenen Verhältnisse, so müssen wir zu der Auffassung kommen, daß durch die zirkulär verlaufende, nach außen gerichtete Chitinleiste, die entsprechend der unregelmäßig geformten Trommelfelleinfassung und ebensowohl zur Verhütung der mehr oder weniger großen Gefahr der Knickung des Trommelfellrandes ungleich stark ausgebildet ist, das völlig ebene Trommelfell aus dem Niveau des Randes der Einfassung nach außen herausgehoben wird, und daß sie daher als Trommelfellrahmen im engeren Sinne aufzufassen ist.

Die Ansicht Grabers von der Bildung und Stellung eines Rahmens habe ich schon teilweise skizziert. Er fügt dieser Beschreibung noch hinzu (p. 78), „daß der Trommelfellrahmen keinen kontinuierlichen Ring bildet, sondern am unteren Rande des Trommelfelles unterbrochen ist. Ein teilweiser Ersatz für den hier fehlenden Rahmenteil wird durch die untere äußere Trommelleiste geboten, die sich aber schon dadurch als kein integrierendes Segment des streng so zu nennenden Tympanalrahmens erweist, als sie nicht nach innen, sondern nach außen gewendet ist.“ Wir sehen, daß hier Graber den Überblick verloren hat, denn einerseits ist es recht gezwungen, die untere Tympanalleiste, bekanntlich ein Fortsatz

des Metathorax, für das fehlende Rahmenstück heranzuziehen, und andererseits hat er die vordere Trommelfellpartie ganz außer acht gelassen.

d) Trommelfell.

Wir haben oben erfahren, wieviel Faktoren in Frage kommen, die das Tympanalorgan konstant in Bewegung halten und somit auch dem Trommelfell eine ständig wechselnde Form geben müssen.

Die Elastizität der Trommelfelle ist schon Siebold aufgefallen (1844, p. 57), ebenso gibt Graber an (1875, p. 79), daß es an den rhythmischen Bewegungen der Tracheenblasen teilnimmt, wobei die Exkursionsweite der Membran 1 mm betragen soll. Durch künstlichen Zug will er dieselbe bei großen Formen auf 2 mm gebracht haben. Ich habe mich selber unter der Lupe überzeugt, daß das Trommelfell ein äußerst elastisches, fast gummiartig dehnbares und zähes Gebilde ist, denn ich mußte einen relativ recht kräftigen Druck anwenden, wenn ich die weit nach innen ausweichende Membran mit der zugeschärften Nadel durchstoßen wollte. Das Trommelfell konservierter Präparate ist dagegen sehr hinfällig.

Hierzu kommt nun noch eine sehr auffällige individuelle Formverschiedenheit des Tympanums; ich habe konstatieren können, daß bei meinen sämtlichen Präparaten, die ich von *Mecosthetus gr.* angefertigt habe, die Form der Trommelfelle von der schönsten Ellipse bis zum fast zugespitzten Oval (Taf. II, Fig. 7) schwankte, was natürlich auch eine entsprechende Verschiebung der Größenverhältnisse zur Folge hat. Es ist daher ein mißlich Ding, eine absolut genaue, mit Zahlen belegte Beschreibung von der Gestalt und Größe des Trommelfelles geben zu wollen.

Am besten beobachtet man die Form des Trommelfelles am lebenden, möglichst ruhigen Tiere unter der binokulären Lupe, und ich habe mir hier die Gewißheit verschafft, daß die Norm bei *Mecosthetus grossus* den in Fig. 4 und 5 wiedergegebenen Präparaten entspricht.

Das Trommelfell von *Mec. gr.* hat demnach die Gestalt einer ovalen Fläche, welche sich von vorn nach hinten in einem Winkel von 45° in den Körper einsenkt. Das Oval steht in dieser Ebene von vorn und oben nach hinten und unten geneigt, so daß sein Längendurchmesser mit der Horizontalebene einen Winkel von ca. 65° bildet. Die Spitze des Ovals liegt unten genau an der Stelle, wo die untere und hintere Einfassung aneinander stoßen, das breite Ende wird demgemäß vom oberen Rahmenteil umfaßt. Die durchschnittliche Höhe des Trommelfelles beträgt bei *Mec. gr.* ♂ 1500 μ , beim ♀ 1620 μ , die Breite beim ♂ 963 μ , beim ♀ 1080 μ .

Fassen wir nun die äußere Fläche des Trommelfelles näher ins Auge (Taf. I, Fig. 4), so fällt uns zunächst ungefähr in der Mitte eine annähernd parallel zum Längendurchmesser verlaufende starre, prominente Falte auf (riK), an deren oberen Ende das Trommelfell ein Loch aufweist (Ö). Gleich oberhalb des Loches, welches in einen blind geschlossenen, nach innen gerichteten Chitinkörper führt, ist eine dunkler gefärbte Partie mit verschwommenen Grenzen sichtbar (BP), und in einiger Entfernung von diesen Formen, mehr nach hinten und oben zu, eine kleine zirkumskripte gelbbraune Erhebung (biK). Wir haben hier die sogenannten Trommelfellkörperchen vor uns, die wir in der beschriebenen Reihenfolge

nach Graber als rinnenförmiges, zapfenförmiges, stielförmiges und birnförmiges Körperchen bezeichnen. Ihre genauere Beschreibung werden wir in einem besonderen Kapitel abhandeln.

Uns interessiert zunächst, daß die Trommelfellpartie, welche vor und unterhalb dieser Körperchen liegt, eine etwas andere Beschaffenheit besitzt als die übrige Fläche, und teilen hiernach mit Graber das Trommelfell in ein vorderes und hinteres Tympanalfeld ein (Taf. I, Fig. 4 und 5 vTF und hTF).

Das vordere Tympanalfeld ist durch eine sehr dicke Cuticula (11 μ) ausgezeichnet, welche schon bei schwacher Vergrößerung sichtbare und in dicht aneinander liegenden Längsreihen geordnete Stacheln trägt. Obwohl die Dicke der Cuticula vom vorderen nach dem hinteren Tympanalfelde gleichmäßig abnimmt, ein eigentlicher Absatz zwischen den beiden Feldern also nicht besteht, so tritt oberhalb und unterhalb des rinnenförmigen Körperchens doch dadurch sehr deutlich eine Grenzlinie hervor, daß die Stacheln plötzlich aufzuhören scheinen. Die ziemlich grade untere Grenze läuft vom unteren Ende des rinnenförmigen Trommelfellkörperchens bis zum hinteren Ende der unteren Einfassung, und die obere tritt von dem Loch des zapfenförmigen Körperchens schräg nach vorn und oben an das Stigmenfeld; dazwischen liegt das rinnenförmige Körperchen. Graber spricht (1875, p. 78) von derben Rippen oder Falten, die das vordere Tympanumfeld durchziehen. Von solchen Bildungen kann keine Rede sein, wie wir uns an stark vergrößerten Querschnitten (Taf. III, Fig. 12–16) überzeugen können; auch sind die Dornenreihen nicht annähernd so stark ausgeprägt, wie es Graber in seiner Fig. 124 (Taf. 10) gezeichnet hat. Ebenso wenig ist es angebracht, daß Graber auf Grund dieser Befunde das vordere Tympanumfeld, wenn ich seine Bemerkung, daß es „eine unmittelbare Fortsetzung des umgebenden Integumentes“ sei, richtig verstehe, gewissermaßen vom übrigen Trommelfell abgliedern will, denn nach meiner Anschauung ist das vordere Tympanalfeld nicht mehr und nicht weniger als ein Teil des Integumentes zu betrachten als das hintere. Auf derselben Seite sagt Graber ja auch sehr richtig, daß „das Trommelfell keine aparte Bildung, sondern ein modifizierter Integumentabschnitt sei“; für unsere morphologische Beschreibung ist es aber notwendig, wenn wir die Begriffe nicht gar zu sehr verwaschen wollen, daran festzuhalten, daß die weiche Membran, die wir als Trommelfell bezeichnen, durch ihren starren Rahmen vom übrigen Integument scharf abgesetzt und als ein einheitliches Organ anzusehen ist.

Auch das hintere Tympanumfeld ist mit Ausnahme weniger Partien, auf die ich später bei den Trommelfellkörperchen hinweisen werde, in derselben Weise wie das vordere mit reihenförmig angeordneten Dörnchen besetzt, die allerdings erst durch stärkste Vergrößerungen sichtbar zu machen sind. Seine Cuticula wird nach dem oberen und hinteren Rande zu ganz außerordentlich dünn.

Am Trommelfell lebender Acridiideen besitzen stets bestimmte Bezirke eine gewisse Färbung. Bei *Mec. gr.* ist das vordere Tympanumfeld gelbbraun. Das rinnenförmige Trommelfellkörperchen hebt sich braunschwarz ab, und die darüber liegende Fußplatte des stielförmigen Körperchens und das birnförmige Körperchen hat wieder eine gelbbraune Farbe. Ferner zieht sich eine grauweiß gezeichnete Partie vom unteren Ende des rinnenförmigen Körperchens bis zu der dunkel gefärbten Stelle, die den Ursprung des nach innen vorspringenden stielförmigen Körperchens anzeigt, im Halbkreis um das birnförmige Körperchen herum. In Fig. 1 sind diese gefärbten Zonen angedeutet, in den Zeichnungen 4 und 5 habe ich auf

eine Wiedergabe der Pigmentierung verzichtet, weil hierdurch die Übersichtlichkeit der Bilder beeinträchtigt wäre. Zwischen den pigmentierten Stellen und dem ganzen hinteren, oberen und zum Teil vorderen Rahmen bleibt eine ziemlich schmale, halbmondförmige Zone übrig, welche absolut farblos und vollständig durchsichtig ist.

Wir können uns nun an Trommelfellpräparaten, von denen wir die Matrix entfernt haben (unter der binok. Lupe ist sie bei etwas älteren Alkoholexemplaren leicht abzuschaben), überzeugen, daß die Cuticula, mit Ausnahme des schwarzen, rinnenförmigen Körperchens und eines kleinen Bezirkes an der Basis des stiel förmigen Körperchens, keine Spur einer Färbung aufweist. Das Pigment befindet sich daher fast ausschließlich in der Matrix und je dicker die Matrix, um so dunkler ist die Färbung. Andererseits steht aber auch in ziemlich demselben Verhältnis zur Dicke der Matrix die Dicke des Chitins. Am stärksten ist das vordere Tympanalfeld, dessen 11 μ dicke Hypodermis eine Cuticula von 11 μ aufsitzt. Die Matrix der um das birnförmige Körperchen liegenden Kreiszone ist schon bedeutend schwächer (3 μ), die Zellen sind aber auf Querschnitten noch deutlich zu erkennen. Auch hier ist die Cuticula entgegen Grabers Angaben (p. 79) um das vielfache dicker (5 μ) als die ungemein dünne der ganz durchsichtigen halbmondförmigen Zone. Dieser Abschnitt ist so dünn, daß man auf Querschnitten selbst mit den stärksten Vergrößerungen die Cuticula von der Matrix nicht mehr zu trennen vermag. Die großen scheibenförmigen Kerne der letzteren sind aber in Flächenpräparaten sehr gut kenntlich zu machen. Das Trommelfell ist hier im ganzen 0,5 μ dick.

Auf dem rinnenförmigen Körperchen und in dessen näherer Umgebung findet man bei fast allen Spezies Sinneshaare, die allerdings häufig außerordentlich klein sind. In den Totalpräparaten erkennt man sie in der Aufsicht nur an ihren kleinen, kreisförmigen Poren. Eine recht ansehnliche Länge erreichen die Haare bei den *Stenobothrus*-Arten, bei denen sie auch vereinzelt auf dem vorderen Tympanalfelde vorkommen. Zahlreiche Sinneshaare sah ich bei *Aeridium aegypticum* sowohl auf dem vorderen Tympanalfelde als auch hinter dem rinnenförmigen Körperchen fast bis zum birnförmigen Körperchen hin.

Die Matrix des Trommelfelles besteht wie die des ganzen Integumentes und der Tracheen aus einer einschichtigen Epithellage, die auch innen von einer zarten Cuticula überzogen wird (Taf. III, Fig. 12—16 BaM.). Diese innere Deckmembran hat Graber zuerst bei der Feldgrille und später auch bei den anderen Orthopterenfamilien konstatiert. Er bezeichnet sie (1875, p. 33, 34 und 36) als „strukturlose Glashaut oder Membrana basilaris“, denn er ist der Ansicht, daß „die Membran der Matrixzellen zu der zusammenhängenden deutlich doppelt konturierten, aber äußerst dünnen und gewöhnlich fein gestreiften Membran verschmelzen, die bei behutsamer Behandlung wohl auch in einzelnen Stücken von der Epithellage losgelöst werden kann.“ Ich glaube nicht, daß es sich um eine wahre Basilmembran handelt, denn ich habe keine Zellmembran wahrnehmen können, ich halte sie vielmehr für eine ebensolche chitinige Abscheidung wie die äußere Cuticula. Hierfür spricht auch ihre feingestreifte Struktur, die ich ebenfalls beobachtet habe. Die Membran ist am vorderen Tympanalfelde verhältnismäßig sehr stark ausgebildet, doch beträgt ihre Dicke auch hier nur den Bruchteil eines Mikron. Sie sitzt ziemlich locker auf der Matrix und hat sich auf Schnitten meistens von ihr gelöst (Taf. III, Fig. 12 und 13). Zwischen beiden finden sich wandernde Fettzellen (Fig. 13 wFZ) und außerdem ein feinver-

zweigtes Netz integumentaler Nerven. Am hinteren Tympanumfelde ist die Membran so dünn, daß sie überhaupt nicht mehr nachweisbar ist.

e) Trommelfellkörperchen.

Die von Graber so bezeichneten Trommelfellkörperchen sind zu definieren als typisch gebaute, bei den einzelnen Spezies mehr oder weniger variable Trommelfellgebilde, die sich teils als starre Faltungen und Ausbuchtungen, teils als einfache, charakteristisch geformte Verdickungen der Cuticula zeigen, und die, einige aberrante Formen ausgenommen, immer in gleicher Zahl und in annähernd konstantem Lageverhältnis gefunden werden.

Bemühen wir uns nun, diese komplizierten Gebilde einer verständlichen Beschreibung zu unterziehen, indem wir zugleich die Befunde der früheren Forscher eingehend erörtern, so werden wir finden, daß die Ergebnisse ihrer Untersuchungen, auch die Grabers, noch weit entfernt sind, die tatsächlichen Verhältnisse so wiederzugeben, wie ich sie gefunden habe. Die gedrängte Lage dieser kleinen Chitinstücke, die sich teilweise fest zusammen und übereinander schieben, und die dicke pigmentierte Hypodermis, welche hier sehr schwer zu entfernen ist, macht in Totopräparaten das Erkennen ihrer Form fast unmöglich. Mir ist dies erst durch Rekonstruktion sorgfältig angefertigter Schnittserien gelungen, und mit Hilfe der hierdurch erzielten Resultate habe ich auch unter der binok. Lupe die Körperchen erkennen und frei präparieren können.

Die erste Angabe bezüglich unserer Gebilde finden wir bei Siebold (1844, p. 60), welcher sich folgendermaßen ausspricht: „Auf der äußeren Fläche des Trommelfelles fällt ein in einem stumpfen Winkel gebogener, dunkelbraun gefärbter Streifen auf. Hinter diesem Streifen, gegen die Mitte des Trommelfells hin, bemerkt man ferner noch einen sehr kleinen, dreieckigen und ganz isolierten dunkelbraunen Fleck.“ Diese Färbungen sollen dann von „hornigen“ Teilen herrühren, die auf der Innenseite des Trommelfells liegen und durch dasselbe hindurchschimmern. Über ihren Bau sagt er folgendes: „Das größere, nahe am Vorderende des Trommelfells gelegene Hornstück besteht aus zwei ungleichen, in einem stumpfen Winkel zusammentretenden Schenkeln, von denen der kürzere nach oben, der längere nach unten und hinten gerichtet ist. Aus dem stumpfen Winkel dieser beiden in ihrer ganzen Fläche mit dem Trommelfell verwachsenen Hornschenkel ragt ein kurzer, zungenförmiger Fortsatz frei in die Höhe, ist stark nach vorne umgebogen und auf der hinteren Seite ausgehöhlt.“ Das zweite kleine dreieckige Hornstückchen bespricht er nicht weiter.

Die Beschreibung, welche Leydig (1855, p. 400) von dem Bau der Trommelfellkörperchen gibt, ist meines Erachtens viel zutreffender, als Graber anerkennen will. Vom birnförmigen Körperchen sagt er, daß es ein dreieckiger, breiter Knopf mit nach unten gekehrter Spitze sei und von zahlreichen feinen Poren durchzogen, die ihm ein gestricheltes Aussehen verleihen. Wenn er sich nun auch die vorderen Körperchen als eine einheitliche, solide, „winklig gebogene Querspange“ vorstellt, so ist die Beschreibung, welche er von dieser gibt, doch gar nicht so übel: „Der eine Arm (der obere) beginnt dünn, und indem er sich nach innen immer stärker hervorwölbt, formt er einen dicken Wulst, zu dessen Bildung übrigens auch der andere Arm der Spange, welcher breit und rinnenförmig ausgehöhlt ist, das seinige beiträgt.“ Den mittleren Wulst bezeichnet er dann als Vereinigungs-

höcker, dessen Chitinsubstanz bienenwabenartige Räume zur Aufnahme der Hörnervenenden besitzen soll. Wichtig ist es jedenfalls, daß Leydig schon die rinnenförmige Aushöhlung „des unteren Armes der Spange“ bekannt war.

Das wenige, was Hensen (1866, p. 203) über die vorliegenden Gebilde berichtet, ist wert, wörtlich wiedergegeben zu werden, da die Schilderung eine vollkommen zutreffende ist. Er sagt: „Der Höcker, von Leydig als Vereinigungshöcker bezeichnet, ist dickwandig, von außen her hohl und bildet einen fingerförmigen, nach innen gerichteten, etwas nach abwärts und zum Nerven gebogenen Dorn.“

O. Schmidts Angaben über die Hornvorsprünge des Trommelfells (1875, p. 200) sind mir größtenteils unverständlich geblieben. Das einzige Mitteilenswerte wäre, daß er unterhalb des Kegels eine nach außen gewölbte Grube beobachtet hat. Dieser Befund ist, wie wir gesehen haben, zwar nicht ganz neu, aber ich führe ihn deswegen besonders an, weil er in der ganzen Arbeit die einzige Beobachtung zu sein scheint, die nicht falsch wäre.

Die Untersuchungen Grabers haben auch die Erkenntnis dieser Gebilde ganz beträchtlich gefördert. Wie Siebold ein zweiseitiges und dreieckiges Hornstück unterschied, so spricht er von einem zweiseitigen und birnförmigen Körperchen. Das zweiseitige Körperchen beschreibt er in folgender Weise (1875, p. 81 und 82):

„Nahe dem Tympanalstigma bemerkt man einen zapfenförmigen Höcker, von dem zwei längliche, mit dem Trommelfell innig verwachsene Fortsätze entspringen, die miteinander einen Winkel von 150° einschließen. Der eine der Fortsätze ist nach oben, der andere nach unten gerichtet.

Der untere Schenkel stellt eine inwendig rinnenartig vertiefte, gegen die Außenseite konvexe, derbe Platte vor, die zu beiden Seiten leistenartig nach innen vorspringt.

Der obere Fortsatz bildet eine längliche, stielförmig erscheinende Wucherung der Innenseite des Trommelfells, die sich in der Nähe des zapfenförmigen Höckers in zwei Arme teilt, welche das genannte Gebilde zangenartig umschließen und mit in die Bildung des hohlen Höckers eingehen. Das zapfenartige Gebilde stellt, von der Innenseite des Trommelfelles betrachtet, ein frei in die Höhe und etwas nach unten gerichteten Höcker dar. Sieht man das Trommelfell von außen, so erkennt man an der entsprechenden Stelle eine Vertiefung, in welche sich die Spitze einer Nadel einführen läßt.“

Das birnförmige Körperchen hält Graber für eine innere Wucherung der Trommelfellmembran, die gewöhnlich durch das Trommelfell nach außen durchschimmert. „Sie hat die Gestalt einer flach gedrückten Birne und läßt eine zarte Punktierung und Strichelung erkennen, die von feinen Porenkanälen herrührt.“ Von der Spitze der Birne soll sich bis zum Zapfen ein durch gröbere Rauigkeiten bezeichnetes Band erstrecken.

Wie aus dem hier gegebenen Überblick ersichtlich ist, stimmen alle bisherigen Forscher darin überein, daß es sich bei diesen Gebilden um zwei Trommelfellverdickungen handelt: eine vordere größere winklig gebogene, und hinter und oberhalb derselben eine zweite kleine von dreieckiger oder birnförmiger Gestalt.

Auch Graber konnte sich von der Auffassung, daß sein zweiseitiges Körperchen ein solides Ganzes darstellt, nicht frei machen, obgleich ihm bekannt war, daß „die bezeichneten drei Abschnitte des zweiseitigen Gebildes getrennt voneinander und in verschiedenen Larvenstadien zur Entfaltung kommen“ p. 89). Nun sagt uns schon die einfache

Überlegung, daß bei Insekten mit hemimetaboler Entwicklung Chitinstücke, die von verschiedenen Punkten aus entstehen, sich wohl fest aneinander legen oder gar ineinander schieben (Taf. I, Fig. 7 B), aber niemals zu einem soliden Ganzen verschmelzen können. In der Tat hat die Untersuchung ergeben, daß wir die Trommelfellkörperchen scharf voneinander zu scheiden haben, und ich werde daher im nachstehenden, indem ich die sonst ganz charakteristischen Bezeichnungen Grabers übernehme, von einem rinnen- oder besser noch kahnförmigen, einem zapfenförmigen, stielförmigen und birnförmigen Körperchen zu sprechen haben.

Das rinnenförmige Körperchen ist eine steife, nach außen vorspringende, faltenartige Ausstülpung des Trommelfelles mit gleichmäßig dicker Wandung, dessen konkave Innenseite daher ein vollkommenes Negativ der äußeren konvexen Seite bildet. Betrachten wir das Trommelfell von außen (Taf. I, Fig. 4 riK), so bemerken wir dieses Körperchen im vorderen unteren Quadranten mehr nach der Mitte des Trommelfells zu und ungefähr in der Höhe des Stigmas. Es gibt sich als eine dunkel gefärbte, wallartige Erhebung zu erkennen, welche parallel der unteren Tympanalleiste schräg von vorn und oben nach hinten und unten liegt. Seine Färbung variiert sehr. Bei *Mec. gr.* ist gewöhnlich die vordere Fläche gelbbraun wie das vordere Tympanalfeld, die hintere dagegen mit einem Teil des angrenzenden hinteren Tympanalfeldes schwarzbraun. Diese dunkelgefärbte, flügelartige Partie (Taf. I, Fig. 1) setzt sich sehr scharf gegen die gelbweiße Zone des hinteren Tympanumfeldes ab und gibt leicht zu einer falschen Auffassung von der Form unseres Körperchens Veranlassung.

Um die Lage und Größe genauer zu bestimmen, habe ich von *Mec. gr.* folgende Maße aufgenommen:

Länge der Rinne beim ♂ 420 μ , beim ♀ 460 μ . Breite (in der Mitte) beim ♂ 50 μ , beim ♀ 60 μ . Höhe beim ♂ 45 μ , beim ♀ 50 μ .

Entfernung des oberen Endes vom vorderen Rande des Trommelfelles beim ♂ 220 μ , beim ♀ 270 μ .

Entfernung des unteren Endes vom vorderen Rande des Trommelfelles beim ♂ 400 μ , beim ♀ 440 μ , des unteren Endes von der unteren Trommelfellspitze beim ♂ 500 μ , beim ♀ 520 μ .

Die Größen- und Lageverhältnisse sind bei Tieren derselben Art ziemlich konstant.

Das Körperchen geht oben schmal und mit scharfer Kante aus dem vorderen Rande des über ihm liegenden Loches, welches die Öffnung des zapfenförmigen Körperchens vorstellt, hervor und erreicht gleich unmittelbar darunter, indem es gleichzeitig breiter wird, seine höchste Höhe. Auf dieser Höhe hält es sich ungefähr bis zur Hälfte seiner Länge und fällt dann nach unten zu allmählich ab. Im Querschnitt zeigt es gewöhnlich die Form eines etwas unregelmäßigen Halbkreises. Es kommt aber auch vor, daß es nach der einen oder anderen Seite, meistens nach der vorderen, etwas geneigt ist oder steiler abfällt (Taf. III, Fig. 16 riK).

Der Übergang in das hintere Tympanalfeld gestaltet sich dadurch noch etwas anders, daß das Trommelfell unmittelbar hinter dem rinnen- oder kahnförmigen Körperchen eine in derselben Richtung verlaufende, nach außen konkave, rinnenähnliche Vertiefung trägt (Taf. I, Fig. 4 F). Diese zweite äußere Rinne tritt erst neben dem oberen Drittel des kahnförmigen

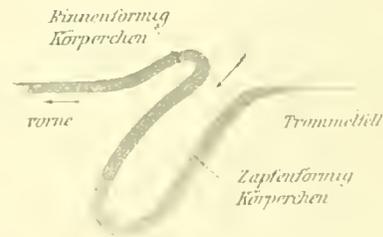
Körperchens deutlich hervor und hat ungefähr dieselbe Breite. Sie vertieft sich sehr schnell nach der Zapfenöffnung zu und geht kontinuierlich in diese über, so daß wir bei Betrachtung der Außenseite den Eindruck gewinnen, als sei die Zapfenöffnung nach unten zu ausgußartig verlängert.

Bei manchen Formen (*Psophus stridulus*) ist das kahnförmige Körperchen recht flach. Bei *Aceridium aegypticum* trägt es sogar eine in der Längsrichtung verlaufende, nach außen konkave, furchenartige Vertiefung.

Eine leistenartige Umrahmung des Innenrandes, wie sie Graber p. 81 und 82 beschreibt und in Fig. 110 v und b Taf. 9 abbildet, existiert nicht; die Rinne geht sowohl vorn als auch hinten mit einer abgerundeten Kante ganz gleichmäßig in das Trommelfell über. Der hintere obere Rand ist allerdings entsprechend den oben geschilderten Zuständen modifiziert. Hier ist das Trommelfell in derselben Weise wie die Rinne nach außen vorspringt, nach innen faltenartig vorgewölbt. Es bildet, von innen gesehen (Taf. I, Fig. 5 F), eine längliche, wulstartige Erhebung, die den hinteren oberen, erhöhten Rand der Rinne vorstellt. Nach unten zu verliert sich die Erhöhung bald, nach vorn und oben aber hebt sie sich kräftig heraus, und ebenso wie ihre äußere konkave Seite die Fortsetzung des Zapfenlumens bildet, geht sie innen in die untere Wand des zapfenförmigen Körperchens über. Da die nach innen gerichtete Trommelfellfalte unmittelbar auf das rinnenförmige Körperchen folgt, so sehen wir auf Querschnitten, die durch diese Partie fallen (Taf. I, Fig. 3 rechts), eine S-förmige Krümmung, deren vorderer Bogen dem rinnenförmigen Körperchen, der hintere der fraglichen Falte angehört. Da sich ferner die Rinnen in entgegengesetzter Richtung vertiefen, so steht die Höhe der beiden Bogen je nach der Lage des Schnittes im umgekehrten, aber doch nicht konstanten Verhältnis. Schneiden wir von unten nach oben, so sehen wir zunächst die hintere Krümmung flach, die vordere hoch; je weiter wir nach oben kommen, um so höher wird die hintere Krümmung. Ein Querschnitt durch das obere Ende des rinnenförmigen Körperchens, welches bekanntlich bis in den vorderen Einfassungsrand des Zapfens hineinreicht, gibt uns zugleich einen Längsschnitt durch den Zapfen (Textfig. 2). Das rinnenförmige Körperchen erscheint uns hier als flache Trommelfellduplikatur, welche sich von vorn her über die Öffnung des Zapfens legt.

Das Chitin der Trommelfellfalten ist nicht viel dicker als das des vorderen weichen Tympanalfeldes, aber es hat eine harte und spröde Konsistenz angenommen. Außerdem ist es ziemlich uneben und vielfach von längsverlaufenden, runden Leisten durchzogen, die sich wie Adern abheben.

Ich habe im Anschluß an die Erörterung des rinnenförmigen Körperchens die dahinter liegende Falte nicht allein deswegen so genau beschrieben, weil die Gebilde kontinuierlich ineinander übergehen und daher schwer zu trennen sind — denn trotz dieser innigen Lagebeziehungen muß die Falte morphologisch mehr dem zapfenförmigen als dem rinnenförmigen Körperchen zugerechnet werden —, sondern weil sie auch funktionell in enger



Textfig. 2.

Beziehung zueinander stehen. Zur Erklärung gestatte ich mir hier schon den Hinweis, daß das rinnenförmige Körperchen das einzige von den vier Trommelfellkörperchen ist, welches dem tympanalen Nervenendorgan weder zur Anheftung dient, noch überhaupt von ihm berührt wird. Es ist, was bis jetzt noch nicht bekannt war, der Behälter für ein spezifisches Hautsinnesorgan, dessen Chitinporen zum großen Teil versteckt am Grunde der hinteren Falte zu finden sind.

Was also die Funktion des rinnenförmigen Körperchens betrifft, so stellt es ein kräftiges, mit Hautsinnesorganen ausgestattetes Schild zum Schutze des nach innen von ihm liegenden nervösen Tympanalorganes dar.

Das zapfenförmige Körperchen ist eine fast drehrunde, zapfenähnliche Einstülpung des Trommelfelles, welche frei in das Körperinnere ragt. Schon Hensen hat die Form dieses Körperchens fast absolut richtig wiedergegeben, indem er es als einen nach innen gerichteten, fingerförmigen Dorn beschreibt, der von außen her hohl und etwas nach abwärts zum Nerven hin gebogen ist. Mache ich hierzu noch den kleinen Zusatz, daß es außerdem in einem Winkel von ungefähr 55° nach vorne zeigt, so habe ich der Beschreibung nicht mehr viel hinzuzufügen.

Die schon verschiedentlich erwähnte Zapfenöffnung liegt auf der Außenseite des Trommelfelles unmittelbar hinter und über dem oberen Ende des rinnenförmigen Körperchens (Taf. I, Fig. 4 Ö). Bei manchen Acridiideen (*Stenobothrus*, *Oedipoda*) legt sich ihre vordere, faltenartig ausgezogene Einfassung, die zugleich das obere Ende des rinnenförmigen Körperchens bildet, wie ein Schutzdach über einen Teil der Öffnung und engt so ihren Zugang ein (Textfig. 2). Die Öffnung ist um so runder, je weniger diese Falte ausgebildet ist. Am zugänglichsten fand ich sie bei *Psophus stridulus*. Ihre Form variiert aber nicht allein bei den verschiedenen Spezies, sondern auch bei Tieren derselben Art.

Der vordere, obere und hintere Rand der Öffnung bildet eine scharfe Kante, der untere ist gerundet und geht, wie ausführlich beschrieben, gleichmäßig in die hinter dem rinnenförmigen Körperchen liegende Konkavität über (Textfig. 3). Der hintere Rand ist in der Mitte etwas nach vorn zu eingeknickt. Diese leichte Knickung macht sich besonders auf Schnitten am Eingang des Zapfens quer durch seine ganze untere Wand bis nach dem vorderen Rande zu bemerkbar und stellt nach meiner Ansicht den ursprünglichen unteren Rand des Zapfens vor; die außerhalb der Kante liegende Partie ist wahrscheinlich erst bei der letzten Häutung mit in die Zapfenbildung hineingezogen. Die Breite der Öffnung beträgt bei *Mec. gr.* ♂ 56 µ, beim ♀ ist sie meistens etwas enger. Die Länge des Zapfens beim ♂ 140 µ, beim ♀ 198 µ.

Der Zapfen ist außerordentlich starr und unbiegsam. Wenn Graber ihn, wie er p. 83 schreibt, „mit der Präpariernadel leicht hin und herzerren konnte“, so ist diese Beweglichkeit auf Konto des Trommelfelles zu setzen.

Die Innenfläche der Zapfenhöhle ist ziemlich uneben, doch nicht mit Schüppchen ausgekleidet, wie Graber angibt; oft findet man darin zwar Partikelchen, die von außen hineingeraten sind, vielleicht hat Graber diese mit Schüppchen verwechselt.

Die Außenfläche des Zapfens, d. h. in diesem Falle die dem Körperinneren zugekehrte Seite, ist mit einer dicken, stark pigmentierten Matrixschicht bedeckt. Das Chitin ist ebenfalls dunkel gefärbt und durchschnittlich ebenso dick wie am rinnenförmigen Körperchen.

An manchen Stellen ist es mit scharfen Riffen und Zacken versehen, so daß man bei Totopräparaten unter dem Mikroskop die bienenwabenartigen Räume, von denen Leydig gesprochen, und die er sogar gemessen hat, zu sehen glaubt. Die Hervorragungen stehen aber sehr unregelmäßig und sind auch meistens ganz minimal ausgebildet.

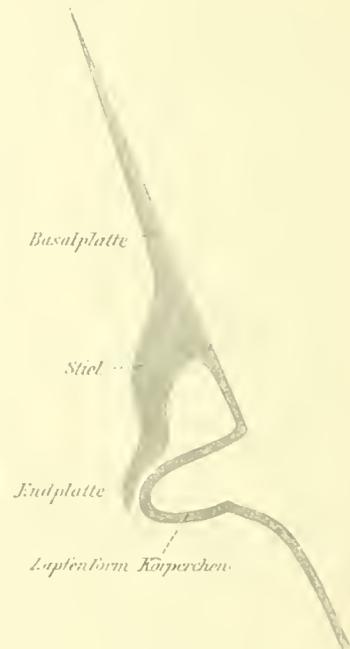
Das stielförmige Körperchen. Die beiden bisher besprochenen Trommelfellgebilde haben wir als einfache Faltung oder Ausstülpung des Trommelfelles erkannt, bei denen das Chitin keine nennenswerte Verdickung erfahren hat. Das stielförmige Körperchen hingegen ist ein solider Chitinauswuchs, welcher an der Innenseite des Trommelfelles oberhalb des Zapfens und in einiger Entfernung von demselben frei in das Innere tritt und sich dann nach unten gegen den Zapfen wendet. Unmittelbar über dem Zapfen verbreitert er sich plattenartig und bedeckt mit dieser Platte die Oberseite des Zapfens (Taf. I, Fig. 5 u. 6 StK). Eine Verschmelzung der Chitinteile der beiden Körperchen oder auch nur eine Verwachsung ihrer Hypodermiszellen findet nicht statt.

Das stielförmige Körperchen ist von allen Trommelfellgebilden, was Größe und Form betrifft, das variabelste, seine oben definierte Konstruktion ist aber im Prinzip immer die gleiche, und ich werde mich daher auch hier auf eine genauere Beschreibung von *Mec. gr.* beschränken.

An der Außenseite des Trommelfelles bemerken wir bei dieser Species oberhalb der Zapfenöffnung eine fast dreieckige Fläche, welche von der Umgebung nicht scharf abgesetzt ist (Taf. I, Fig. 4 BP). Sie beginnt unten mit einem spitzen Winkel, dessen Scheitel abgerundet ist, und wird nach oben und vorn zu breiter. Die Außenfläche des Trommelfelles ist hier vollständig glatt und eben, sogar die kleinen Chitindörnchen, welche wir sonst überall auf dem hinteren Tympanalfelde gefunden haben, fehlen. Die Stelle ist meistens schwarzbraun gefärbt, aber auch ungefärbt markiert sie sich, da das Chitin stark verdickt ist, als eine gelbe Platte. Ein Blick auf die Innenseite (Taf. I, Fig. 5) belehrt uns, daß hier das stielförmige Körperchen (StK) entspringt. Die dreieckige verdickte Trommelfellpartie stellt gewissermaßen eine Basalplatte des Körperchens dar.

Am besten erkennen wir den Ursprung des Stieles und seine Stellung zum Trommelfell in Transversalschnitten, durch die das vertikal stehende Körperchen in Längsschnitte zerlegt wird (Taf. I, Fig. 6 und Textfig. 3).

Aus dem unteren Winkel der Basalplatte (BP), wenn bei ihren verschwommenen Grenzen von einer solchen gesprochen werden darf, tritt der außerordentlich kräftige, solide und drehrunde Stiel (St) nach innen und unten frei heraus in einer Richtung, die dicht am Zapfen vorbeiführen würde, falls er sie in seiner ganzen Länge beibehielte. In der halben Entfernung vom Zapfen neigt er sich aber, etwas schwächer werdend, in einem stumpfen Winkel knieartig nach unten, dem Zapfen zu. Unmittelbar über dem Zapfen knickt er dann wieder medianwärts um und verbreitert sich jetzt zu einer nach innen gerichteten, dünnen



Textfig. 3.

Endplatte (EP), mit der er sich auf die Oberseite des Zapfens legt oder besser gesagt, mit der er sie übergreift, da die Platte an ihrer Unterseite entsprechend der Rundung des Zapfens konkav ist. Fast die ganze obere Hälfte des Zapfens wird so von der Endplatte des stielförmigen Körperchens überdeckt.

Ich kann mir die Lagerung des Stieles zum Zapfen in der Weise anschaulich machen, daß ich meine rechte Hand in Pronationsstellung, mit geschlossenen Fingern und durchgedrücktem Carpalgelenk auf die geballte andere Hand, welche den länglich-runden Zapfen vorstellen soll, lege.

Die Dicke des Stieles beträgt in der Gegend des Knickes beim ♂ ca. 30 μ , beim ♀ 45 μ , seine Länge beim ♂ 168 μ , beim ♀ 264 μ .

Von der Gestalt dieses Körperchens hat sich Graber anscheinend eine ähnliche Vorstellung gemacht wie Leydig, nur mit dem Unterschiede, daß Leydig uns eine sehr verständliche Beschreibung gibt, während Graber dieselbe so sonderbar verklausuliert und dazu solch unverständliche Abbildungen gibt, daß er mir in diesem Falle ganz unklar geblieben ist. Er schreibt hierüber (p. 82): „Der obere Fortsatz des zwischenkligen Körperchens stellt eine längliche, am öftesten stielförmig erscheinende Wucherung der Innenseite des Trommelfelles dar, die am freien, oft flügelartig verbreiterten Ende vermittelt zahlreicher, zarter Fältchen unmerklich in die umgebende glatte Trommelfellmembran übergeht, während sie sich in der Nähe des zapfenförmigen Höckers in zwei Arme teilt und mit in die Bildung des hohlen Höckers eingeht.“ Wo tritt nach dieser Beschreibung das Gebilde aus dem Trommelfell heraus? Weder können wir dieses erkennen, noch erhalten wir von der Gestalt des Körperchens im ganzen eine bestimmte Vorstellung. Wie sich Graber das „freie flügelartig verbreiterte Ende“ gedacht hat, habe ich ebenfalls nicht begreifen können. Seine Ansicht, daß das stielförmige Körperchen sich vor dem Zapfen teilt und diesen dann zangenartig umgreift, beweist mir, daß er es nur in Totalpräparaten untersucht hat. Betrachtet man nämlich das Körperchen am entsprechend präparierten Trommelfell unter dem Mikroskop, so wird man bei hoher Einstellung nur die Endplatte ohne den Stiel sehen, und wenn man mit dem Präparate nicht ganz vertraut ist, wird man sie für die Spitze des Zapfens halten. In einem tiefer liegenden optischen Schnitt zeigt sich dann der Stiel, welcher mit den Seitenteilen der Endplatte auf den ringförmig erscheinenden Zapfen stößt und ihn umfaßt, wodurch die Zangenform vorgetäuscht wird.

Es ist mir leicht gelungen, das stielförmige Körperchen unter der Lupe frei zu präparieren, auch konnte ich es unschwer mit einer spitzen Nadel, indem ich das Präparat mit einer anderen festhielt, ein wenig vom Zapfen abheben. Es schnellte dann, sobald ich es losließ, sofort wieder in seine Ruhelage zurück.

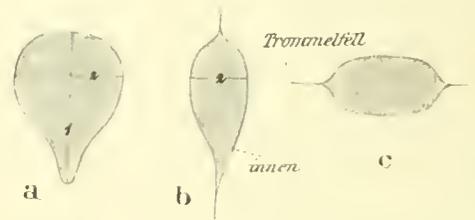
Was nun die übrigen von mir untersuchten Acridiideen betrifft, so ist das stielförmige Körperchen bei den meisten etwas schräger nach vorn gestellt und bildet mit dem rinnenförmigen Körperchen einen weniger stumpfen Winkel. Vielfach ist der Stiel flach zusammengedrückt (*Oedipoda*, *Stenobothrus*), so daß er kammartig nach innen vorspringt (Taf. I, Fig. 3 links StK). Am aberrantesten fand ich es bei *Aerid. aegyptie.*, wo es im Verhältnis zu der mächtig entwickelten Rinne sehr klein ist; es entspringt dicht über dem Zapfen mit einem kurzen schwachen Stiel, der dann gleich in die sehr ansehnliche Endplatte übergeht.

Das birnförmige Körperchen. Das so bezeichnete Gebilde steht mit den übrigen Trommelfellkörperchen in keiner direkten Verbindung. Es liegt im hinteren Tympanalfelde (Taf. I, Fig. 4 und 5 bik) als eine scharf umschriebene, solide, birnförmig gestaltete Chitinperle ungefähr in der Halbierungslinie des Winkels, welchen das rinnenförmige mit dem stielförmigen Körperchen bildet und ferner, speziell bei *Mec. gr.*, genau da, wo diese Linie den Längendurchmesser des Trommelfelles schneidet. Von der Zapfenöffnung ist es bei *Mec. gr.* ♂ 152 μ , beim ♀ 180 μ entfernt. Breit ist es beim ♂ 40 μ , ♀ 60 μ , lang beim ♂ 70 μ , ♀ 90 μ , dick ♂ 30 μ , ♀ 40 μ . Die Spitze der Birne zeigt nach der Zapfenöffnung.

Schon die einfache Lupenbetrachtung zeigt uns, daß das Körperchen sowohl auf der äußeren wie auf der inneren Seite des Trommelfelles einen kleinen Buckel bildet, und hieraus können wir bereits ersehen, daß es sich nicht allein, wie Graber meint, um eine „innere Wucherung der Trommelfellmembran, die gewöhnlich durch das Trommelfell nach außen durchschimmert“, handelt. So einfach nun auch das Gebilde ist, so wenig ist es doch möglich, anders als durch Schnitte

eine richtige Vorstellung von ihm zu gewinnen. Das Schneiden gelingt aber nur an frisch gehäuteten Tieren, da dieses Chitinstückchen wohl das härteste von allen Trommelfellkörperchen ist. Kombinieren wir uns die hierneben abgebildeten Figuren, von denen a. den Umriß des Körperchens, wie er sich in der Aufsicht darbietet, b. einen Schnitt durch die Symmetrieebene 1 und c. einen Querschnitt durch die Ebene 2 wiedergibt, so erkennen wir, daß es eine „flachgedrückte Birne“ ist, etwa halb so dick wie lang, welche, mit Ausnahme der Spitze, durch die Trommelfellebene in eine gleich stark entwickelte innere und äußere Hälfte zerlegt wird. Nach vorne zu wird das Körperchen spitzer und auch flacher. Die Abflachung erfolgt mehr an der Außenseite, so daß es im vorderen Viertel nur noch einen schwachen, nach innen konvexen Vorsprung bildet, während hier die Außenfläche ganz eben ist.

Graber will dann noch im Chitin des Trommelfelles ein von der Spitze des Körperchens bis zum Zapfen verlaufendes Band bemerkt haben, „als dessen auffallend stark entwickeltes Ende das birnförmige Körperchen gewissermaßen betrachtet werden darf“. Ich bemerke dazu, daß bei keiner Acridiöde auch nur eine Andeutung eines solchen Verbindungsbandes zu finden ist. Graber hat sich durch eine Tracheenduplikatur, die sich hier vom Trommelfell abhebt, um einen Fortsatz des nervösen Endorgans zu umhüllen, und die immer durch das Trommelfell durchschimmert, täuschen lassen (Taf. I, Fig. 4). Der Befund Leydigs, daß der Trommelfellknopf ein von zahlreichen feinen, die Chitinwucherung durchsetzenden Porenkanälen herrührendes punktiertes und gestricheltes Aussehen hat, ist auch von Graber ohne weiteres übernommen worden. Die Strichelung fällt an jedem Schnitt, auch an Totalpräparaten auf, sie ist sehr zart und eng und verläuft senkrecht zur Trommelfellebene quer durch das Körperchen. Ich kann in der Zeichnung aber nichts anderes erkennen, als eine Faserung, welche mit der Abscheidung des Chitins entstanden ist, denn eine Bildung von Porenkanälen, die nicht zur Aufnahme von Hautsinnesorganen



Textfig. 4

dienen, und solche sind bestimmt nicht vorhanden, ist hier doch schon a priori ebenso auszuschließen wie am übrigen Integument.

Die Matrixzellen des birnförmigen Körperchens sind besonders in seinem vorderen Abschnitt weit höher als die der umliegenden Trommelfellmembran und stark pigmentiert. Meistens ist das Körperchen ganz oder teilweise schwarz gefärbt, häufig aber auch ganz ungefärbt und erscheint dann im Trommelfell als eine gelbe, durchsichtige Perle.

Auffallende Unterschiede in der Größe, Form und Lagerung habe ich bei den verschiedenen Spezies nicht wahrgenommen.

B. Muskeln, welche am Tympanalorgan inserieren.

Bei dieser Besprechung schließen wir die tympanalen Stigmenmuskeln aus und betrachten nur zwei Muskeln, welche an der Tympanaleinfassung entspringen und dadurch funktionell mit dem Organ in Beziehung zu stehen scheinen.

Der eine ist von Graber (1875, p. 90—93) ziemlich genau als Spannungsmuskel des Trommelfelles beschrieben. Der zweite ist bisher unbeachtet geblieben.

Wir wissen von der Besprechung der Tympanaleinfassung her, daß von der Innenseite des Stigmenfeldes unterhalb des Stigmas ein starker, dornförmiger, hohler Chitinzapfen entspringt (Taf. I, Fig. 5 StFZ), dessen große Öffnung (Taf. I, Fig. 4 m) an der Außenseite im unteren Winkel des Stigmenfeldes liegt. Die ganze untere, nach innen gewölbte Partie des Stigmenfeldes, das Stigma selber noch teilweise mit einbezogen, können wir als den Basalteil dieses außerordentlich harten Dornes ansehen. Graber läßt ihn fälschlich „vom Vorderrand des Trommelfelles“ entspringen, im übrigen schreibt er aber sehr richtig, „daß der fast bis zur Spitze ausgehöhlte, nahezu kegelförmige Fortsatz nicht in die Ebene des Tympanums fällt, sondern in einem Winkel davon absteht.“

Gegenüber der Stelle der Außenseite, wo sich im unteren Winkel des Stigmenfeldes die schräge Öffnung schließt, hebt sich innen der Dorn nach unten hin frei ab und ragt viel stärker, als ich in Fig. 5 habe wiedergeben können, (bei *Mec. gr.* in einem Winkel von 45°) aus dem Niveau des Trommelfells heraus. Seine Spitze liegt ungefähr mit dem unteren Trommelfellende in einer Höhe. In Querschnitten zeigt sich der Zapfen, soweit er hohl ist, als kreisrunder Ring. Nach der Spitze zu wird er solide und „setzt sich dann“, wie Graber richtig schreibt, „über die Spitze hinaus noch weiter fort in Gestalt eines ziemlich zarten, zungenförmigen Hautlappens, dem man seine Bestimmung, als Muskelsehne zu dienen, auf der Stelle ansieht.“ Der Zapfen ist mit seiner Chitinzung bei *Mec. gr.* ♂ 360 µ lang und an seiner Basis 120 µ breit; seine Chitinwand ist 20 µ dick. Beim ♂ ist er 560 µ lang, 150 µ breit.

Die Größe des Chitinzapfens macht es erklärlich, daß er schon von Burmeister (1832, p. 512) und Siebold (1844, p. 61) erwähnt wurde. Graber ist dagegen der erste, welcher erkannt hat, daß er einem kräftigen Muskel als Angriffspunkt dient.

Von dem Muskel, den wir als vorderen Tympanalmuskel bezeichnen wollen (Taf. I, Fig. 6 und Taf. II, Fig. 7 TM₁), sagt Graber (p. 92), daß er „als Ganzes betrachtet, einen flachen, fast bandartigen Strang vorstellt, der schmal beginnt und gegen seine Ansatz-

stelle zu sich schwach flügelartig verbreitert. Die Insertionsstelle ist eine unansehnliche, schmale, aber ziemlich derbe Falte, unmittelbar hinter dem Hüftgelenke und über der weichen elastischen, faltenartig eingeschlagenen Gelenkhaut zwischen der Dorsal- und Ventral-schiene des zweiten Abdominalsegments.“ Leider ist die Zeichnung (Fig. 100, Taf. XI), welche Graber zu dieser Beschreibung liefert, so dürftig, daß ich den Muskel nur schwer herausfinden kann. Ich vermute daher, daß Graber wohl den Ursprung des Muskels gesehen, seine Insertionsstelle aber erraten hat, d. h. beinahe geraten, denn seine Angaben über diesen Punkt entsprechen durchaus nicht der Tatsache.

Den Verlauf der fraglichen Muskeln habe ich an Totalpräparaten und auch in Längs- und Querschnittserien verfolgt. Da kann ich nun zunächst konstatieren, daß der vordere Tympanalmuskel, der Trommelfellspanner Grabers, nicht allein an der Zunge des Stigmenfeldzapfens entspringt, sondern noch viel weiter nach oben greift. Er umfaßt den Zapfen kappenartig bis über die Stelle hinaus, wo das Lumen beginnt, und läßt beim ♂ 100 μ , beim ♀ 150 μ frei. Im Anfang ist er ebenso rund wie der Zapfen und hat beim ♂ und ♀ einen Durchmesser von 150 μ , weiterhin flacht er sich, der Form der Sehne entsprechend, ab. In annähernd gleichbleibender Stärke und Form verläuft er nach unten und inseriert an einer weichen Chitin Falte, die unmittelbar hinter der Öffnung liegt, welche in die Coxa des Sprungbeines führt (Taf. II, Fig. 7 i). Die Falte ist noch mit zur Gelenkhaut des Hüftgelenks zu rechnen und hat jedenfalls, wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, durchaus nichts mit dem Gelenk zu tun, welches zwischen Dorsal- und Ventral-schiene des zweiten Abdominalsegments liegt. Auch an dieser Insertionsstelle ist bei manchen Acridiideen eine typische, sehr schmiegsame Chitinsehne ausgebildet. Die im Verhältnis zu seiner Breite ganz bedeutende Länge des Muskels beträgt beim ♂ 1100 μ , beim ♀ 1700 μ .

Die außerordentliche Verschiebbarkeit der Integumentteile macht es unmöglich, eine ganz genaue Verlaufsrichtung des Muskels anzugeben. Wir sehen ihn demgemäß in manchen Präparaten direkt vertikal nach unten, in anderen dagegen (wie in Fig. 7) schräg nach hinten und unten verlaufen.

Den zweiten in Frage kommenden Muskel, den hinteren Tympanalmuskel (Fig. 7 TM₂), habe ich nur bei *Mec. gr.* und einigen *Stenobothrus*-Arten gefunden und, was das Sonderbare ist, nicht bei allen Exemplaren. Da, wo er vorhanden ist, zeigt er sich als ein fadenartig dünner, bei *Mec. gr.* 50 μ , *Stenob. variabilis* 25 μ dicker, ziemlich runder Muskelstrang, welcher ungefähr in gleicher Höhe mit dem oberen Ende des anderen Muskels von der hinteren Tympanaleinfassung und zwar an der inneren Tympanalleiste entspringt, indem er die Kante dieser bekanntlich schirmartig vorspringenden Leiste umfaßt. Er läuft dann in grader Richtung nach der Insertionsstelle des vorderen Tympanalmuskels und nimmt seine Anheftung gemeinsam mit ihm an derselben Hautfalte. Wir haben hier wahrscheinlich einen rudimentären Muskel vor uns, welcher physiologisch überflüssig geworden ist, und daher den meisten Acridiideen auch schon fehlt.

Welche Wirkung üben nun diese Muskeln aus? Es bestehen hier zwei Möglichkeiten: Entweder wird die Trommelfelleinfassung nach unten und innen gezogen, oder es wird eine Zugwirkung auf die andere Insertionsstelle nach oben hin ausgeübt. Graber hat sich für die erstere Auffassung entschieden und deduziert folgendermaßen: „Die Haut der Acridier

ist zwischen den Endpunkten des als Tensor tympani bezeichneten Muskels beträchtlich hervorgewölbt, so daß dieser gewissermaßen die Sehne der hier in Rede stehenden bogenförmigen Integumentwölbung bildet. Diese Sehne fällt aber nicht in die Ebene des Tympanum, sondern greift am vorderen Rande desselben unter einem ganz beträchtlichen Winkel an. So unterliegt es weiter gar keinem Zweifel mehr, daß jedesmal, wenn sich unser Muskel kontrahiert, die Angriffsstelle, also zunächst der Stigmahöcker und mit diesem auch das Trommelfell selbst nach innen gezogen und damit stärker gespannt werde.“ Zuletzt deutet Graber noch darauf hin, „daß die mit dem Tensor tympani verbundene Sehne selbst das Tympanum als die Stelle bezeichnet, welche in Bewegung gesetzt werden soll.“

Die Lagebeziehung zwischen Muskel und Integument hat Graber vollkommen richtig beschrieben, seine Schlußfolgerungen sind aber doch wohl etwas gewagt. Wir haben schon bei Besprechung der Tympanaleinfassung erfahren, ein welch starres Gebilde des Stigmenfeld ist, und wie fest es mit dem Metathorax verbunden ist. Betrachten wir daneben den dünnen und langen Muskel, und erinnern wir uns der oben mitgeteilten Tatsache, daß die andere Anheftungsstelle in der weichen und sonst nicht weiter fixierbaren Hüftgelenkhaut liegt, so muß uns dies schon zu der Überzeugung bringen, daß der Muskel nicht im stande ist, das festgefügte Stigmenfeld in Bewegung zu setzen. Nun haben wir jedoch ferner gesehen, daß es Acridiöden gibt, bei denen ein zweiter Muskel, von der hinteren Tympanaleinfassung entspringend, die gleiche Anheftungsstelle hat wie der erste. Die Kontraktion beider Muskel müßte, falls sie im Sinne Grabers wirkten, bei diesen Tieren beide Schenkel der Trommelfelleinfassung nach unten ziehen, sie würden damit einander näher gebracht, und das Trommelfell infolgedessen entspannt. Aber selbst wenn wir annehmen, daß der vordere Muskel in jedem Falle im stande wäre, die Trommelfellstellung so zu beeinflussen, wie Graber glaubt, denn möglicherweise tritt der hintere Muskel garnicht oder nicht zu gleicher Zeit in Funktion, so würde doch die Bewegung, die er auszulösen vermag, minimal sein im Verhältnis zu den Zerrungen und Verschiebungen, denen Trommelfelleinfassung und Trommelfell bei der Atmung und bei anderen Bewegungen des Abdomens ausgesetzt sind.

Ich habe versucht, experimentell Einblick in die Muskeltätigkeit zu gewinnen, indem ich einem lebenden Acridier die Tympanalgegend der einen Seite unter Schonung der Bauchganglienkeite möglichst weit herauschnitt. Das Tier wurde dann mit Nadeln so auf Kork befestigt, daß das in den Körper geschnittene Fenster nach oben sah und die Innenseite der unlädierten Tympanalgegend bequem zu untersuchen war. Darauf präparierte ich unter der binokulären Lupe vorsichtig Darm und Gonaden heraus und hatte jetzt die Trommelfellregion der anderen Seite übersichtlich vor mir liegen. (So präparierte Tiere bleiben noch stundenlang lebend, auch wenn sie dekapitiert sind.) Nun reizte ich mit der Nadel den Graberschen Trommelfellspanner, aber ohne jede sichtbare Reaktion auf die Trommelfellstellung, berührte ich dagegen den Stigmenverschluß, so wurde die sonst gleichmäßige Atmung excessiv gesteigert, womit ein lebhaftes Auf- und Abzerren der Tympanaleinfassung verbunden war. Durchtrennte ich jetzt den Muskel, so trat in keiner Weise eine Änderung der Stellung, noch der Bewegung des Tympanalorganes ein. Gab mir dieser Versuch auch kein positives Resultat, so schien er doch meine Vermutung zu bestätigen, daß der Muskel auf die Bewegung des Tympanums keinen Einfluß ausübt, sondern daß er nur

den Zweck hat, die an der Hinterseite des Hüftgelenkes im weiten Umkreise sonst ganz lockere Gelenkhaut zu fixieren.

In dieser Annahme wurde ich noch mehr bestärkt, als ich den vorderen Tympanalmuskel bei *Aeridium aegyptie*. präparierte. Bei diesem Acridier entspringt er mit einer auffallend dicken Muskellage am Stigmenfeldhöcker, spitzt sich dann nach unten konisch zu und geht schon in ziemlicher Entfernung von der Insertionsfalte in eine dünne drehrunde, äußerst biegsame Chitinschne über.

Was den zweiten Muskel anbetrifft, so wirkt der natürlich in demselben Sinne.

Mich interessierte jetzt die Frage, ob die Muskeln spezifische, infolge der Tympanalisierung entstandene Neubildungen sind, oder ob es sich um Modifikationen handelt. Da ist es für mich nun ganz zweifellos, daß wir hier modifizierte Atmungsmuskeln vor uns haben, und zwar sogenannte Dorso-Ventralmuskeln des ersten Abdominalsegmentes, dessen Sternit, wie bekannt, teilweise ins Coxalgelenk einbezogen ist. Eine definitive Antwort werden uns erst entwicklungsgeschichtliche Studien geben; vorerst habe ich mich damit begnügt, meiner Zeichnung (Taf. II, Fig. 7 dv) einen Dorso-Ventralmuskel des zweiten Abdominalringes einzufügen, von dem ich annehme, daß er dem vorderen Tympanalmuskel homolog ist; es fiel mir auf, daß mit diesem Muskel sich ebenfalls der Abduktor des zweiten Abdominalstigmas zur gemeinsamen Insertion vereinigt.

C. Stigmen und Tracheen des mittleren Körperabschnittes.

Die nachfolgenden Ausführungen haben strenggenommen größtenteils mit unserer Aufgabe nichts zu tun. Es war auch zunächst nicht meine Absicht, die Untersuchungen so weit auszudehnen, als ich jedoch die von Graber ermittelten Befunde einer Nachprüfung unterzog, stieß ich auf solch eine Fülle teils unbekannter, teils falsch beschriebener Bilder, daß es mir wünschenswert schien, vollkommen zu erforschen, wie weit die Differenzierung geht, welche das Tracheensystem durch die Einschaltung des Tympanalorgans erlitten hat. Ich darf hier wohl hinzufügen, daß das Aufsuchen und Herauspräparieren der feinen Tracheenverzweigungen eine ungemein mühsame, die Geduld aufs äußerste erschöpfende Arbeit war, die ohne binokuläre Lupe garnicht zu bewerkstelligen gewesen wäre. Ich habe sie mit großer Sorgfalt ausgeführt und glaube die Versicherung geben zu können, daß meine Bilder bis in die kleinsten Details den Tatsachen entsprechen.

Zum Studium eigneten sich am wenigsten frische Tiere, trotz des reizvollen Bildes, welches die luftgefüllten Tracheen im Wasser geben. Auch Alkoholpräparate sind nicht sehr empfehlenswert, weil die zarteren Tracheen und vor allem die Tracheenblasen schon in kurzer Zeit kollabieren. Mir stand in meinen Formolpräparaten, besonders in den mit Formol-Chromsäure fixierten, bei denen die Tracheen einen leicht gelblichen Ton angenommen hatten und sich so besser von der Umgebung abhoben, ein vorzügliches Material zur Verfügung. Solche in Formol gehärtete Präparate habe ich jetzt seit langen Monaten im Alkohol liegen, ohne daß z. B. die zarte äußere Tympanalblase kollabiert wäre.

a) Stigmen und Stigmenmuskeln.

Wir wissen bereits, daß das erste Abdominalstigma mit in die Tympanalbildung hineingezogen ist und in der vorderen Tympanaleinfassung im sogenannten Stigmenfelde seine Lage hat. Diese Tatsache war schon Burmeister bekannt (1832, p. 174 und 512), Siebold war dann der erste, welcher auf den Unterschied im Bau der Thorakalstigmen und des Tympanalstigmas hinwies (1844, p. 59 und 60). Von dem letzteren weiß er allerdings weiter nichts zu sagen, als „daß ihm die beweglichen hornigen Lippenwülste fehlen, und es daher stets offen steht“. Bei den leichter erkennbaren zweiten Thorakalstigmen nahm er dagegen wahr, daß sie „von zwei hornigen Lippenwülsten umgeben sind, durch welche sie verschlossen werden können“.

Außer den ausführlichen Mitteilungen Grabers finden wir dann nur noch bei Krancher (1881, p. 551) in seiner Arbeit über den Bau der Stigmen bei Insekten eine ziemlich nichtssagende Bemerkung über die Stigmen von *Gomphocerus*.

Um die nachstehenden Ausführungen verständlicher zu machen, will ich zum Überfluß daran erinnern, daß die Tracheen schlauchartig in den Körper hineingestülptes Integument sind. Das Stigma stellt entweder die zu einem Tracheenverschluß-Apparat ummodelte äußerste Partie der Trachee (Krancher p. 515), oder eines Teiles des äußeren Integumentes dar. Der Übergang des Stigmas in die Trachee zeigt sich als schmaler, in der Längsrichtung des Stigmas liegender Schlitz. Den Schlitz bezeichne ich als Stigmamund und die Teile des Stigmas, welche den Mund bilden, als Lippen. Die seitlichen Partien, welche zwischen Mundwinkel und äußerem Integument liegen, möchte ich dem ersteren zurechnen. An den Stigmenmund setzt sich nach innen die Trachee, welche sich sofort blasig erweitert und sehr leicht an ihrer chitinigen Spiralhaut kenntlich ist.

Suchen wir nun zuerst das uns am meisten interessierende Tympanalstigma auf, so finden wir seine äußere Öffnung in der Mitte des Stigmenfeldes als eine fast horizontal gestellte, etwas schräg von vorn und oben nach hinten und innen gerichtete Spalte (Taf. I, Fig. 1 und 4 a₁). Es ist lang bei *Mec. gr.* ♂ 240 μ , breit 160 μ , beim ♀ lang 280 μ , breit 180 μ .

Der obere Rand hebt sich ein wenig leistenartig über das Stigmenfeld, der untere ist dagegen schon mit in die Bildung des Stigmenfeldzapfens hineingezogen und kommt dadurch viel tiefer zu liegen. Die Stigmenlippen sind nach innen eingestülpt. Zwischen den Lippen wird der Zugang zur Trachee als feiner Spalt sichtbar. Die Oberlippe (Taf. I, Fig. 4 und 5 OL) ist schmaler als die Unterlippe (UL) und zu einem festen, unbeweglichen, dachartig nach innen vorspringenden Chitinstück geworden, welches nach unten und außen konkav ist. Dadurch, daß die Unterlippe mehr nach innen geschoben, und da sie ferner breiter ist als die Oberlippe, muß sie von unten her den Innenrand derselben übergreifen.

Die Unterlippe ist außerordentlich beweglich. Zunächst ist sie im vorderen Winkel mit der Oberlippe durch eine weiche Chitinpartie zu einem Charniergelenk verbunden. Damit dieses Charniergelenk nun in Tätigkeit treten kann, wird auch die ganze übrige Verbindung der sonst harten Unterlippe mit dem Stigmenfelde durch ein weiches Gelenkband hergestellt, welches nach hinten zu immer breiter wird. Am hinteren Winkel des Stigmenmundes schiebt sich die Unterlippe nach hinten und innen weit über die Oberlippe hinweg. Sie bildet hier einen nach dem Trommelfell gerichteten, anscheinend freien Fortsatz (Taf. I,

Fig. 5 H), welcher den Stigmenmuskeln als Ansatzhebel dient. Es handelt sich in Wirklichkeit nicht um einen „kegel- oder fingerartigen Fortsatz“, wie ihn Graber beschreibt, wir haben uns vielmehr vorzustellen, daß der Mundwinkel nach dem Trommelfell zu in der Weise tutenartig ausgezogen ist, daß er eine von außen zugängliche Tasche bildet, die von oben nach unten etwas zusammengedrückt ist. Als Fortsatz der Unterlippe hat dann nur die innere Kante, welche in der Verlängerung des Lippenrandes liegt, mit einem Teil der oberen und unteren Partie eine Verhärtung erfahren. Für sich allein betrachtet würde demnach der verhärtete Teil der tutenartigen Einstülpung die Gestalt eines zusammengedrückten Löffels haben. Um die Kante zu verbreitern, ist ihr dann noch eine nach innen vorspringende kielartige Leiste aufgesetzt. Der übrige Teil des Chitins ist weich geblieben und gestattet so der Unterlippe eine ausgiebige Bewegung. Der Zweck dieser Bildung ist leicht verständlich: Es ist hierdurch eine Ansatzstelle für die Stigmenmuskeln geschaffen, die zugleich so exponiert ist, daß weder der Stigmenmund, noch die Trachee eingengt werden kann.

Im Gegensatz zu Landois und Theßen (1867, p. 188), welche es als Norm für alle Insekten aufstellten, daß an jedem Verschlusssystem sich nur ein einziger Muskel befindet, konstatierte Graber (1875, p. 95 und 96) zuerst, daß bei den Acridiideen zwei Muskeln vorhanden sind, und zwar ein Schließmuskel, den er Adduktor nennt, und sein Antagonist, der Abduktor, dessen Ansatzpunkt er aber nicht hat ermitteln können. „Der Adduktor schließt das Stigma, resp. das an den Rändern seiner Lippen entspringende Tracheenrohr, und der Abduktor hebt die Arbeit des ersteren wieder auf.“

Der Schließmuskel (Adduktor) ist ein kurzer, kräftiger Muskel, welcher im oberen Winkel des Stigmenfeldes mit breiter Basis entspringt und darauf nach unten und etwas schräg nach hinten verläuft, um sich an der oberen Ansatzfläche des Hebelarmes der Unterlippe zu inserieren (Taf. II, Fig. 7 ad₁). Ihm gegenüber, an der unteren Seite des Hebels, setzt sich der Abduktor (ab₁) an. Dieser Muskel ist etwas schwächer als der Adduktor und fällt durch seine außerordentliche Länge auf. Er nimmt dieselbe Richtung wie der vordere Tympanalmuskel; im oberen Teil ist er von ihm noch durch einen schmalen Spalt getrennt, weiterhin legt er sich dem vorderen Rande des hier schon abgeplatteten Muskels eng an und vereinigt sich in seinem unteren Drittel so vollständig mit ihm, daß sie äußerlich nur einen Muskel darstellen. Auf Querschnitten habe ich jedoch den Stigmenmuskel bis zu seiner Insertionsstelle verfolgen können. Er unterscheidet sich nämlich dadurch von dem Tympanalmuskel, daß er, der selber nicht breiter ist als ein Faserbündel des anderen, aus einer großen Zahl kleiner Faserbündel zusammengesetzt ist. Der Stigmenmuskel liegt bis zur Insertionsstelle am vorderen Rande des Tympanalmuskels und nimmt mit ihm gemeinsam seine Anheftung an der bekannten Hautfalte hinter dem Hüftgelenk.

Was nun die Wirkung der Muskeln betrifft, so müssen sich dieselben natürlich alternierend kontrahieren, um ihre Funktion, welche im Öffnen und Schließen des Stigmas besteht, ausüben zu können. Eine Kontraktion des Abduktors hat zur Folge, daß die Unterlippe nach oben und etwas nach außen gegen die zurückliegende Oberlippe gepreßt wird und so einen Verschuß des Stigmas herbeiführt. Die Elastizität der Chitinteile genügt jedenfalls nicht, um beim Nachlassen der Kontraktion des Adduktors die Lippen weit genug zu öffnen, denn die Öffnung geschieht schon vor Beginn der Inspiration, um die verbrauchte Luft unter der noch anhaltenden Kompression des Abdomens herauszutreiben. Die

Expirationsluft wird aber auf die Unterlippe drücken, und daher muß jetzt der Abduktor eingreifen, um sie von der Oberlippe abzuheben. Die Bewegung der Unterlippe erfolgt in der Weise, daß sie einen einarmigen Hebel bildet, der im vorderen Mundwinkel seinen Drehpunkt hat und von oben nach unten bewegt wird. Um die Öffnung klaffender zu machen, sinkt der Lippenrand außerdem durch die Wirkung des Abduktors nach innen und unten zurück; beim Schließen wird er dann wieder nach oben und außen gehoben und über die Oberlippe gepreßt.

Wir können die Bewegung der Unterlippe mit unserem Unterarm nachahmen, indem wir mit einer Beugung des Ellenbogengelenkes zugleich eine Pronationsbewegung und mit der Öffnung eine Supination ausführen.

Der Bau und Verschlußapparat der übrigen Abdominalstigmata stimmt völlig mit dem des Tympanalstigmata überein. Zu bemerken ist nur, daß sie nach hinten zu allmählich an Größe abnehmen. Sie liegen in jedem Segment im vorderen unteren Winkel der Lateralplatte (Taf. I, Fig. 1 a₂) in schräger, fast vertikaler Stellung, so daß wir die Unterlippe hier als Vorderlippe bezeichnen können. In Fig. 7 a₂ (Taf. II) sehen wir den Verschlußapparat des zweiten Abdominalstigmata. Wir erkennen den kurzen Abduktor ad₂, welcher oberhalb und hinter dem Stigma am Integument entspringt und sich am Ansatzhebel der Unterlippe befestigt. Der Abduktor (ab₂) ist ebenso wie der des Tympanalstigmata ein langer, überall gleich dicker Muskel. Er nimmt dicht neben einem Atmungsmuskel an der oberen Kante der Chitinzunge, die vom Sterniten des zweiten Abdominalsegmentes ausgeht, seine Anheftung.

Wir haben aus dieser vergleichenden Beschreibung die bestimmte Überzeugung gewonnen, daß das Tympanalstigma mitsamt seinem Verschlußapparat den übrigen Abdominalstigmata vollständig homolog ist, und daß es trotz der erlittenen Lageverschiebung keine Modifikation erfahren hat.

Ganz fehl gehen wir aber, wenn wir auch eine Homologie zwischen den Thorakal- und den Abdominalstigmata suchen wollen. Graber (1875, p. 95) stellt nämlich die Behauptung auf, „daß das tympanale Luftloch kurzweg als ein nach innen ungestülptes Mesothoraxstigma bezeichnet werden kann, insofern seine beiden Lippen, die bei den Brustlüftern äußerlich angebracht sind, hier nach einwärts gerichtet sind, während die beiden Verschlußmuskeln im allgemeinen dieselbe Lage wie am Thorax besitzen und nur hinsichtlich ihrer Form und Stärke sich etwas abweichend verhalten.“

Das zweite Thorakalstigma (Taf. I, Fig. 1 st₂) finden wir dicht über dem Hüftgelenk des zweiten Beinpaars, in einem kleinen Felde von ziemlich elliptischer Form, welches anscheinend zwischen Meso- und Metathorax eingeschoben ist, nach Graber aber dem Mesothorax angehören soll. Sein Stigmenfeld ist rings umgeben von hohen und starken Chitinleisten und liegt ebenso wie das Stigma in der Richtung der Pleuren, d. h. von oben und vorn nach unten und hinten. Die äußere Form des Stigmata wird von Graber sehr gut beschrieben, indem er sagt, „daß es von äußerlich stark hervortretenden Lippenwülsten gebildet wird, die namentlich am atmenden Tiere den Schalen eines winzigen, nach oben klaffenden Muschelgehäuses gleichen.“ Zwischen den Lippen sehen wir, wenn das Stigma offen steht, den Stigmenmund als schmalen Spalt. Nur die beiden schalenförmigen Lippen sind hart chitinisiert, in beiden Lippenwinkeln und rings um das Stigma herum ist das Chitin

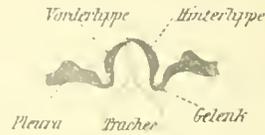
sehr weich, die Lippen sind daher beide beweglich sowohl gegeneinander wie gegen ihre Umgebung. Die Form der Lippen ist aus dem oben angeführten treffenden Vergleich mit Muschelschalen ohne weiteres klar, zu bemerken ist nur noch, daß die größere Hinterlippe beim Schließen den Rand der Vorderlippe etwas übergreift. Das Tracheenrohr geht, wie nebenstehender schematischer Querschnitt zeigt, aus den Lippenrändern hervor.

Was nun den Verschlößapparat des Thorakalstigmas betrifft, so will ich hier nicht weiter auf den falschen Befund Grabers eingehen, welcher auch hier zwei Muskeln und einen Fortsatz der Vorderlippe, ähnlich den Verhältnissen am Tympanalstigma, gesehen

haben will. Ich konstatiere dagegen, daß dieses Stigma nur einen ganz kurzen und kräftigen Muskel besitzt. Derselbe entspringt von einem starken, niedrigen Chitinvorsprung, welcher ganz nahe am Stigma im unteren Winkel des Stigmenfeldes steht, nimmt seine Richtung nach oben und außen und inseriert nicht etwa an einer der beiden Stigmenlippen, sondern ganz genau unterhalb des unteren Lippenwinkels an der weichen Gelenkhaut des Stigmenfeldes. An der Außenseite (Taf. I, Fig. 1 st₂) können wir diese Stelle unter dem Stigma als kleine Vertiefung erkennen, welche uns andeutet, daß hier das Integument zum Zwecke einer Sehnenbildung tütenartig nach innen gezogen ist. Bei unseren kleinen Acridiiden ist der Muskel schwer zu präparieren, ich habe ihn aber bei *Acrid. aegyptic.* sehr schön freilegen können, und es fiel mir hier besonders die kräftig entwickelte, relativ lange Insertionssehne auf.

Die Schließwirkung des Muskels ist eine indirekte. Durch seine Kontraktion wird das ganze Stigma nach innen gezogen, hierbei erhalten die Lippen einen seitlichen Druck und werden so zusammengedrückt. Beim Nachlassen der Kontraktion öffnet sich das Stigma teils durch die Elastizität des Chitins, teils durch die andrängende komprimierte Expirationsluft.

In der Literatur habe ich nur noch bei Krancher (1881) eine detaillierte Beschreibung von Orthopteren-Stigmen (Orthopteren im modernen Sinne) gefunden (p. 549—551), und zwar haben ihm *Gryllotalpa vulgaris* und *Gryllus campestris* als Untersuchungsobjekte gedient. Er ist zu dem Resultate gekommen, daß das zweite Thorakalstigma in seinem Bau völlig mit denen des Abdomens übereinstimmt. Von den Abdominalstigmen von *Gryllus campestris* sagt er nun, daß sie aus zwei großen Platten von halbkreisförmiger Gestalt bestehen. „Da wo die Platten mit ihren Breitseiten aneinander stoßen, wulsten sie sich etwas nach oben empor, so einen Chitinring bildend, der die Stigmenöffnung umgibt. Nach der einen Seite läuft der Rand in einen stark angeschwollenen Zapfen aus, welcher in sich eine Öffnung trägt, einem Nadelöhr nicht unähnlich.“ Bei *Gomphocerus* sollen die Stigmen in ganz gleicher Weise eingerichtet sein. „Der einzige Unterschied liegt darin, daß sich der Zapfen zu einem ganz bedeutenden Hebel entwickelt, an dem dann ein Muskel sitzt, der sich an die Hypodermis der Körperhaut ansetzt.“ Wie weit die Angaben Kranchers über die Grillenstigmen zutreffend sind, kann ich nicht beurteilen, da ich diese nicht genauer untersucht habe. Krancher befindet sich aber im Irrtum, wenn er seine Befunde auch auf *Gomphocerus* überträgt; bei dieser Acridiidenart liegen die Verhältnisse genau so, wie ich



Textfig. 5.

sie geschildert habe, und wenn ich nach einer oberflächlichen Besichtigung der Stigmen von *Gryllus domesticus* urteilen darf, so ist auch bei ihnen nichts anderes zu konstatieren. Die schönen Graberschen Befunde hat Krancher garnicht berücksichtigt.

Vergleichsweise habe ich die Locustiden (*Decticus verrucivorus* und *Locusta viridissima*) untersucht und gefunden, daß das zweite Thorakalstigma und die Abdominalstigmen mitsamt ihrem Verschlußapparat bei ihnen bis ins kleinste genau so gebaut sind, wie bei den Acridiern und muß mich aufs höchste wundern, daß Graber (1875, p. 25), welcher die viel schwerer zu präparierenden Abdominalstigmen der Acridier fast vollkommen richtig geschildert hat, bezüglich der Locustidenstigmata zu so abweichenden Resultaten gelangt ist.

Im Anschluß an die Beschreibung der Stigmen möchte ich eine kleine Beobachtung mitteilen, die ich über ihre Bewegung am lebenden Tiere gemacht habe. Unter der binokulären Lupe kann man den ganzen Körperabschnitt, welchen ich in Fig. 1 wiedergegeben habe, gleichzeitig übersehen, und es fällt sehr leicht, trotz der versteckten Lage der Abdominalstigmen, den Bewegungsmechanismus aller drei Stigmen zu erkennen. Er vollzieht sich in der von Graber (1875, p. 14) recht anschaulich geschilderten Weise: Die Lippen des Thorakalstigmas klappen wie die Schalen einer Muschel rhythmisch auf und zu, und bei den Abdominalstigmen sieht man in der Tiefe die Unterlippe „wie ein Weberschiffchen“ un- ausgesetzt hin und hergehen. Gewöhnlich erfolgt die Bewegung der Stigmen synchron in der Weise, daß sie sich gleichzeitig öffnen und schließen. Sehr häufig sistiert aber auch die Tätigkeit des einen oder des anderen oder auch aller drei Stigmen, während das Abdomen regelmäßig weiter atmet. Andererseits habe ich beobachtet, daß die Stigmen sich manchenmal fleißig öffneten und schlossen, obwohl das Abdomen ruhte. Das Öffnen der Stigmen dauert immer nur ganz kurze Zeit, man sieht sie dagegen häufig recht lange im geschlossenen Zustande verharren. Ich folgere aus diesen Beobachtungen, daß die Tiere im stande sind, jedes Stigma unabhängig von den anderen und ebenso unabhängig von den Atmungsbewegungen nach Bedarf willkürlich zu öffnen oder zu schließen.

b) Tracheen und Tracheenblasen.

„Aus dem Umstande, daß das Tympanalstigma in keiner Beziehung eine Ausnahme- stellung beanspruchen darf, sondern die allen Luftlöchern des Abdomens gemeinsame Grund- form besitzt, dürfen wir uns wohl schon im voraus den Schluß erlauben, daß es mit den daraus hervorgehenden Tracheengebilden sich ähnlich verhalte.“ Mit diesen Worten weist Graber (1875, p. 97—99) auf die Ergebnisse seiner Tracheenstudien hin. Wie wenig er aber berechtigt war, seine Untersuchung dieser Schlußfolgerung anzupassen, werden uns die nachfolgenden Ausführungen lehren.

Rufen wir uns zunächst die typische Grundform des Tracheensystems der Insekten ins Gedächtnis, so wissen wir, daß der Körper beiderseits von zwei Haupttracheenstämmen oder Längsgefäßen durchzogen wird. Die unteren großen Längsgefäße verlaufen neben den Stigmenreihen und erhalten in jedem Segment von hier aus ein starkes zuleitendes Gefäß. Die oberen Längsgefäße liegen neben dem oberen Zwerchfell und sind mit dem unteren Längsgefäß strickleiterartig verbunden. Das Tracheensystem der in der Entwicklungsreihe der Insekten ziemlich tiefstehenden Orthopteren, z. B. einer *Locusta*, zeigt uns die Anord-

nung fast schematisch. Für unsere Gradflügler ist es außerdem Regel, daß in allen stigmen-tragenden Körpersegmenten beiderseits aus den Längsgefäßen eine große Tracheenblase hervorgeht. Die Blasen kommunizieren an ihrem oberen Ende miteinander in ausgezeichnet symmetrischer Weise (vgl. Dufour 1834, Taf. 1, Fig. 1). Auch hierfür ist *Locusta* ein Schulbeispiel.

Bei den Acridiideen hat teils durch die Verschiebung des ersten Abdominalstigmas, hauptsächlich aber dadurch, daß die Tracheenblasen bei der Bildung des Tympanalorgans eine wichtige Rolle übernommen haben, eine erhebliche Modifikation der aus den ersten und zweiten Abdominalstigmen entspringenden Tracheen und Tracheenblasen stattgefunden.

Eine genaue Darstellung dieser veränderten Verhältnisse zeigt uns unsere Fig. 7 (Taf. II). Zum besseren Verständnis füge ich bei, daß aus der Zeichnung sämtliche Organe und Muskeln, welche für uns kein spezielles Interesse haben, fortgelassen sind. Der obere und untere Schnittrand fällt ziemlich genau in die Symmetrieebene des Körpers. Vorn geht der Schnitt durch den Metathorax, hinten fällt er in das Gelenk zwischen den zweiten und dritten Abdominalring. Die platte, sternale Leibeswand ist, um einen besseren Einblick zu gewähren, etwas nach unten gebogen.

Wenn wir vom Tympanalstigma (a_1) ausgehen, so finden wir, daß es in eine recht umfangreiche sackartige Tracheenerweiterung, ein Art Sammelbecken, führt, von der nicht weniger als 7 große Tracheen (tr_{1-7}) entspringen. Um zu dem Tracheensack zu gelangen, müssen die starken, in der Richtung des Epimerums liegenden Brustmuskeln, welche seinen vorderen Abschnitt bis zum Stigma, sowie die Tracheen $tr_{5, 6}$ u. 7 bedecken und ihn flach an das Integument drücken, entfernt werden. Auch nach dem Trommelfell zu legt er sich an den Muskelbauch, er wendet sich dabei vom Integument ab nach innen und umfaßt ihn so handartig. Während daher die Tracheen $tr_{5, 6}$ u. 7 zwischen den Muskeln und dem Integument des Epimerus liegen, entspringen die Tracheen tr_{1-4} weiter hinten und vor allem mehr medianwärts unmittelbar hinter dem Muskelbauch in einer Reihe, welche entsprechend dessen Verlauf von vorn und oben nach hinten und unten steht.

Die grade nach oben gerichtete Trachee tr_1 ist ein ganz kurzer Stamm, welcher in das obere Längsgefäß mündet; wohl der einzige Fall, daß dieses direkt von einem Stigma gespeist wird. tr_2 u. 3 entspringen dicht nebeneinander, manchmal mit einem gemeinsamen Stamm. Es sind sehr lange Gefäße, welche frei in der Leibeshöhle flottieren und an den Darm treten. tr_4 ist von sämtlichen Tracheen die dünnste. Sie geht aus dem unteren Abschnitt des Tracheensackes hervor und wendet sich in schnurgrader Richtung nach unten, um die Verbindung mit dem unteren Längsgefäß herzustellen. tr_5 , tr_6 und tr_7 sind kräftige Stämme, welche anfänglich dem Integument anliegen und weiterhin in die Brustmuskulatur treten, um sich in ihr zu verzweigen. Sie gehen mehrfach untereinander Anastomosen ein und treten auch mit dem thorakalen Tracheensystem in Verbindung.

Von besonderer Wichtigkeit ist tr_5 . Gleich nach ihrem Ursprung tritt aus ihrer hinteren Wand ein kleines zartes, 50μ dickes und $100-150 \mu$ langes Rohr (Tr_1), welches grade nach hinten läuft, zwischen Stigmenfeld und dem Abduktor zu liegen kommt und unmittelbar hinter diesem Muskel in die große, äußere Tympanalblase mündet. Dieses Gefäßchen ist das einzige Zuflußrohr, welches die Tympanalblase besitzt. Ferner geht von tr_3 eine zweite, nur wenig stärkere Trachee ab (tr_3'), welche die Verbindung

des ersten und zweiten Abdominalstigmas vermittelt; sie läuft innerhalb der Muskulatur nach unten und tritt im Hüftgelenk in den starken Tracheenstamm (Tr), welcher vom zweiten Abdominalstigma kommt. Es gelang mir nicht, diesen Verbindungsgang bei *Mec. gr.* vollständig herauszupräparieren, ich habe ihn aber bei *Psophus stridulus* sehr schön gesehen und ihn deshalb auch hier mit eingezeichnet.

Aus dem zweiten Abdominalstigma entspringt ein einziger, sehr starker Tracheenstamm (Tr). Dieser tritt zunächst fast senkrecht nach innen und biegt dann nach vorne um, um in horizontaler Richtung bis in die Nähe des Chitinbalkens (B) zu laufen, der den Muskeln des Sprungbeines als Ansatz dient. Er liegt auf dieser Strecke, von innen betrachtet, ganz oberflächlich und überkreuzt daher sämtliche Muskeln, Tracheen und Nerven. Darauf senkt er sich in die Schenkelmuskeln ein, und wenn es uns gelingt, diese starken Muskelmassen zu entfernen, ohne ihn zu verletzen, so sehen wir, daß er in einem eleganten Bogen nach hinten und außen umbiegt, um in das Bein selber einzutreten. Der bis dahin völlig unverzweigte Stamm tritt erst innerhalb der Coxa mit dem übrigen Tracheensystem in Verbindung. Seine Anastomose (vtr) mit dem ersten Abdominalstigma ist uns bekannt. Dicht daneben an der Außenseite entspringt ein dicker Zweig (Tr₁), (der Übersichtlichkeit wegen ist er etwas weiter zurück gezeichnet), welcher unter dem Chitinbalken hindurch nach vorn verläuft, sich in den Brustmuskeln verzweigt und mit den Brusttracheen in Kommunikation tritt. In der Tiefe der Coxa geht der Stamm ferner eine Verbindung mit dem unteren Längsgefäß ein, indem ein starker Ast (l₁) von unten her an ihm herantritt und mit ihm einen Zwickel bildet. Manchmal geht die Trachee Tr₁ aus diesem Zwickel hervor.

Wir sehen also, daß das Tracheensystem des zweiten Abdominalstigmas stark rückgebildet ist: weder finden wir eine nutritive Trachee für den Darmtraktus, noch eine Verbindung mit dem oberen Längsgefäß, und ferner fehlt bemerkenswerterweise die Tracheenblase. Der Stamm des zweiten Abdominalstigmas scheint allein zur Ernährung des Sprungbeines zu dienen.

Verfolgen wir nun von hinten her das sehr starke untere Längsgefäß (uL), so sehen wir, daß es anfänglich über dem Dorso-Ventralgelenk des zweiten Abdominalrings verläuft. Es liegt hier (immer von innen aus betrachtet) ganz oberflächlich, in seinem weiteren Verlaufe ist es aber überall von Atmungs- und Brustmuskeln bedeckt, und die geschützte Lage, welche es infolgedessen einnimmt, hat zur Folge, daß seine Wandung außerordentlich dünn und durchsichtig ist, wodurch es nicht allein schwer zu präparieren, sondern auch trotz seiner Größe schwer zu erkennen ist. Das Längsgefäß biegt ungefähr in der Mitte des zweiten Abdominalringes nach vorn und unten um und legt sich eine kurze Strecke in die Gelenkfalte, welche der Sternit des zweiten Abdominalringes mit dem Metasternum bildet. Darauf nimmt es seine Richtung wieder nach vorn, verläuft unterhalb des Hüftgelenkes und dringt durch den Winkel, den der Chitinbalken (B) mit dem Metasternum bildet, in den Mesothorax. In diesem ganzen Abschnitt gehen vom unteren Längsgefäß außer verschiedenen kleineren Tracheen, welche zur Ernährung der Organe der Sternalregion und zur Verbindung mit dem Längsgefäß der anderen Körperhälfte dienen, drei Stämme ab, die besonderes Interesse beanspruchen. Zwei von diesen haben wir bereits kennen gelernt: der vorderste (l₁) stellt die Verbindung mit dem Stamm des zweiten Abdominalstigmas her, er tritt unmittelbar hinter und unter dem Chitinbalken aus dem Längsgefäß, wendet sich nach oben

und hinten und tritt dann in das Beinlumen ein. Der folgende tr_1 bildet die Anastomose mit dem Tympanalstigma. Er entspringt ungefähr in der Mitte des Metasternum aus der Oberseite des Gefäßes und läuft in der oben beschriebenen Weise nach aufwärts. Endlich geht in der Mitte des zweiten Abdominalringes, in der Nähe des Stigmas, aus der oberen und inneren Seite des Längsgefäßes eine dritte starke Trachee l_2 hervor. Kurz nach ihrem Ursprung gibt sie einen Ast an den Darm ab und macht gleich darauf eine schön geschwungene S-förmige Krümmung nach unten und außen, um in die Nähe des zweiten Abdominalstigmas zu gelangen. Hier ist sie mit dessen Tracheenstamm durch ein kurzes, kräftiges, rundes Band (Bd) verbunden, welches ich auf Schnitten als eine obliterierte größere Trachee erkannt habe. Dann tritt sie wieder nach oben und innen und teilt sich jetzt gabelförmig in zwei gleichstarke Äste Tr_2 und Tr_3 , welche frei in der Leibeshöhle nach oben verlaufen und unterhalb und hinter dem Tympanalorgan in je eine außerordentlich große Tracheenblase (hiTBl und viTBl) münden. Die beiden Blasen liegen hintereinander und bedecken nicht nur die eigentliche Tympanalblase, sondern auch fast die ganze obere Hälfte der inneren Leibeswand des in Fig. 7 konstruierten Körperabschnittes. Ich bezeichne die beiden Blasen als innere Tympanalblasen, und zwar nach ihrer Lage als vordere und hintere innere. Wir haben also jederseits drei Tympanalblasen, zwischen denen unten der Darm und die Gonaden liegen. Aus dem Stiel der vorderen inneren Blase entspringt ein Verbindungsrohr (ob) mit dem oberen Längsgefäß. Es verläuft unterhalb der hinteren inneren Blase, der Wand des zweiten Abdominaltergites eng anliegend, nach oben und tritt ungefähr in einer Höhe mit der Anastomose tr_1 des Tympanalstigmas in das obere Längsgefäß.

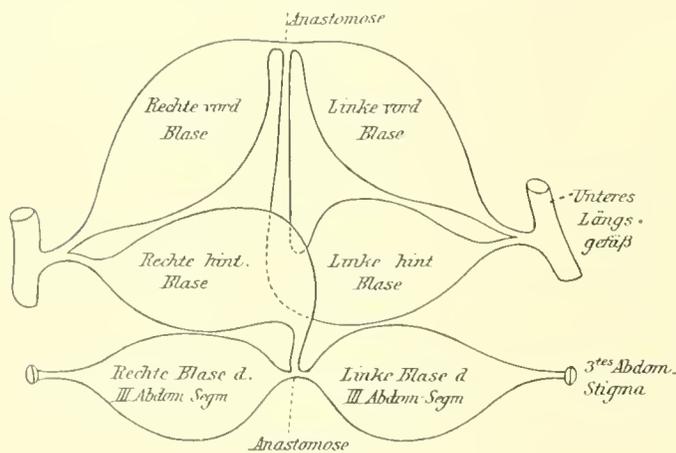
Das obere Längsgefäß (oL) ist im Verhältnis zu dem unteren ein zartes Rohr, welches neben der Anheftungslinie des oberen Zwerchfells verläuft. Da, wo Verbindungstracheen einmünden, kommt es ihnen entgegen, indem es sich nach unten zu einbiegt.

Überschauen wir nun noch einmal das Tracheenbild, so haben wir gesehen, daß vom Tympanalstigma sieben Tracheen gespeist werden. Fünf von diesen versorgen Muskulatur und Darm, und die beiden übrigen sind Anastomosen mit dem oberen und unteren Längsgefäß. Dazu kommt noch ein großer Luftsack, die Tympanalblase, dessen kleines Zuflußrohr aus einer der Muskeltracheen entspringt. Das zweite Abdominalstigma scheint ganz aus dem System eliminiert zu sein. Es führt in einen unverzweigten Stamm, der erst im Lumen des Sprungbeines Anastomosen von den anderen Tracheen erhält. Die inneren Tympanalblasen nehmen ihren Ursprung aus dem unteren Längsgefäß.

Im Anschluß an meine Befunde will ich die Grabersche Darstellung p. 98 kurz anführen: „Aus dem Tympanalstigma entspringt ein ganz kurzes, senkrecht nach innen gerichtetes Luftrohr, das sich in drei Hauptstämme teilt, nämlich in ein großes, bald nach seinem Ursprung abermals in drei Äste zerfallendes Rohr für den Metathorax, in ein kleineres oberes und in ein unteres Rohr, welche beide letztere im Tympanalsegment sich ausbreiten. Aus kurzen Anastomosen der eben genannten zwei Tracheenäste entspringt dann kurz hinter dem Stigma eine umfangreiche Tracheenblase, der sich im selben Segmente nach innen zu noch eine zweite anschließt.“ Graber kennt nur diese beiden Tracheenblasen. Den Ursprung der inneren gibt er nicht an. Von den Tracheengebilden der nächstfolgenden Segmente sagt er, „daß sie bis ins kleinste Detail mit denen der Tympanalregion übereinstimmen. Durchaus findet man in jedem Segment außer einer größeren Tracheenblase

noch einige, meist zwei, kleinere an jeder Seite.“ Die letzte Bemerkung gestatte ich mir dahin richtig zu stellen, daß vom dritten Abdominalring ab, von jedem Stigma nur eine Tracheenblase ausgeht, und daß die Blasen nach hinten zu allmählich an Größe abnehmen. Auch zu den Thorakalstigmen gehören Tracheenblasen, aber weder diese noch die abdominalen erreichen die Größe der Tympanalblasen. Graber schließt dann seine Ausführungen mit folgendem Satze: „Aus dem Mitgeteilten ergibt sich zur Evidenz, daß die Tracheenblase der Tympanalregion nichts weniger als spezifische Einrichtungen des Trommelfellapparates sind, sondern in erster Linie unzweifelhaft als aerostatische Gebilde in Verwendung kommen.“ Daß die Tracheenblasen keine spezifische Einrichtungen der Tympanalregion sind, ist wohl klar, denn diese Gebilde findet man nicht nur bei Orthopteren mit und ohne Tympanum, sondern bei den meisten flugfähigen Insekten und noch bei vielen anderen auch. Daß aber die Tracheenblasen der Tympanalgegend, insbesondere die äußere Tympanalblase, ein wichtiger Bestandteil des Tympanalorgans geworden sind und eine ihrer neuen Funktion entsprechende Ummodelung erfahren haben, ist teilweise schon aus meinen bisherigen Ausführungen ersichtlich, teils hoffe ich es im nachstehenden beweisen zu können.

Zunächst habe ich nur noch etwas nachzuholen, was ich bisher nicht erwähnt habe, nämlich die Verbindung der tympanalen Tracheenblasen untereinander. Über diese Verhältnisse habe ich nur an lebenden Tieren Aufklärung finden können.



Textfig. 6.

Blasen der dritten Abdominalstigmen in der Ansicht, wie es uns in solchen Präparaten entgegentritt.

Die beiden vorderen inneren Blasen sind durch eine kurze Queranastomose verbunden. Dagegen stehen die hinteren inneren Blasen nicht miteinander in Verbindung. Sie schieben sich an ihrem oberen Ende ganz regelmäßig in der Weise übereinander, daß die linke hintere dem Zwerchfell unmittelbar anliegt und die rechte hintere sich dann von unten her dagegen legt. In der Rückenlage, welche wir dem Tiere gegeben haben, können wir daher die rechte hintere Blase ganz übersehen. Wir finden, daß sie einen Verbindungsast nach der Mitte der Queranastomose sendet, welche die Blasen des dritten Abdominalsegmentes verbindet. Legen wir nun die rechte hintere Blase zurück, so sehen wir, daß vom oberen

Da die Blasen der beiden Körperseiten unterhalb des Rückengefäßes in Verbindung stehen, wurde der Körper an der Bauchseite durch einen Medianchnitt geöffnet, darauf die beiden Körperhälften, Bauchseite nach oben, auseinander gesteckt und Darm und Gonaden unter Wasser vorsichtig, ohne die Trachee zu zerren, unter der Lupe herausgeschnitten. Durch den Auftrieb des Wassers wurden die sonst eng an- und übereinander liegenden Blasen gehoben und isoliert. Textfig. 6 gibt uns ein schematisches Bild der beiderseitigen inneren Tympanalblasen und der

Ende der linken hinteren Blase, genau in der Weise, wie ich es in der schematischen Textfig. 6 wiedergegeben habe, ein Gefäß in der Medianebene dicht am Zwerchfell entlang nach vorne zieht und in die Queranastomose der beiden vorderen inneren Tympanalblasen einmündet. Wir haben hier also das eigenartige Bild einer Asymmetrie in dem sonst streng symmetrisch gebauten Körper.

Die beiden äußeren Tympanalblasen sind, wie schon erwähnt, blind geschlossene Säcke mit nur einem Zuflußrohr; sie würden in unserem Bilde beiderseits unter die Blasen zu liegen kommen.

Die Gestalt der Tympanalblase hängt allein von ihrem Füllungszustande ab, dieser aber wird beeinträchtigt durch den Darm und die Geschlechtsorgane. Der Darm liegt mehr in der unteren Körperregion und kommt wohl weniger in Frage. Dagegen kann man beobachten, daß bei weiblichen, mit Eiern vollgepfropften Tieren besonders die inneren Tympanalblasen so zusammengepreßt sind, daß sie völlig kollabiert an der Körperwand liegen. Die äußeren Tympanalblasen sind hiervon weit weniger betroffen, jedenfalls sind sie nie ganz luftleer. Sonderbar ist es, daß sich bei den Weibchen auch nach der Eiablage die Luftsäcke nicht wieder füllen. Bei männlichen Acridiern nehmen die 6 Blasen die ganze Tympanalgegend oberhalb des Darmes bis zum Zwerchfell ein, nur wenige Hodenschläuche liegen noch dazwischen. Halten wir ein männliches Tier gegen das Licht, so erscheinen die Tympana lichtdurchlässig, und wir würden durch den Körper hindurch sehen können, wenn nicht die inneren Tympanalblasen und die Trommelfellmatrix pigmentiert wären. (Vgl. Taf. I, Fig. 2 und 3.)

Die äußere Tympanalblase (Taf. I, Fig. 2, 3 und Taf. II, Fig. 7 äTBl), das eigentliche Cavum tympani, ist eine äußerst zarte, vollkommen durchsichtige Blase, welche das Tympanum vollständig bedeckt, vorn mit ihm abschließt und nach hinten und oben weit über die Einfassung hinausreicht. Von innen betrachtet, hat sie ungefähr die ovoide Form des Trommelfells, denn sie ist oben breit und läuft nach unten spitz zu. Ihr unteres Ende liegt nur wenig unter der Spitze des Tympanums. Die Lage der Blase ist durch die Art ihrer Befestigung eine ganz konstante, sie kann sich nur nach oben und hinten ausdehnen. Mit ihrer äußeren Fläche berührt sie die Körperwand, besonders aber schmiegt sie sich dicht an das Tympanum und umhüllt dabei wie ein Mantel das nervöse Endorgan, welches an das Trommelfell geheftet ist. Daß die Blase dem Trommelfell nur anliegt und nicht mit ihm verwachsen ist, hat Graber bereits erkannt (p. 98); wir können uns hiervon gleichfalls leicht überzeugen, wenn wir sie bei frischen Exemplaren mit der Pincette abheben. Ihre vordere Wand berührt oben den Chitinkamm, welcher dort zwischen Metathorax und Abdomen nach innen vorragt und den Flügelmuskeln als Ansatz dient (Fig. 7). Weiter unten lehnt sie sich an die Stammtracheen des Tympanalstigmas und geht mit ihnen auch streckenweise Verwachsungen ein, so daß sie vorne besonders fest fixiert ist. Die innere gleichmäßig gewölbte Wand wird von den inneren Tympanalblasen bedeckt.

Öffnen wir nun die äußere Tympanalblase eines lebenden Tieres und betrachten ihre Innenseite bei auffallendem Lichte, so bemerken wir, daß sie uns, vorzüglich an den Stellen, die in gleich zu beschreibender Weise Duplikaturen bilden, und außerdem an dem farblosen, nervösen Endorgan und seinen Nerven, blendend weiß entgegen leuchtet. Diese Färbung hat schon Siebold (1844, p. 63) beobachtet, allerdings nur am Nerven und dem

Endorgan, und er glaubte die Ursache in einem weißen Pigment suchen zu müssen, „welches wahrscheinlich auch in das Innere der Ganglienmasse eingestreut ist und verhindert, die feine Struktur dieses Teiles zu erkennen“. Graber erwähnt die weiße Farbe kurz (p. 99), indem er die Sieboldsche Ansicht bezweifelt, gibt aber selbst keine andere Erklärung. Nun weiß ich bestimmt, daß die ganze Tracheenblase keine Spur von Pigment enthält, denn von der Unterlage abgehoben ist sie vollständig farblos und durchsichtig¹, und ferner ist zu beobachten, daß die weiße Farbe dort geradezu leuchtend wird, wo die Tracheenwand doppelt liegt. Ich werde daher wohl das Richtige treffen, wenn ich annehme, daß die weiße Farbe durch Lichtreflex entsteht, in derselben Weise, wie uns die farblosen Eiskristalle des Schnees weiß erscheinen. Begünstigt oder erzeugt wird die Lichtwirkung durch die eigenartige Struktur der Blasenwand, auf die ich Ende dieses Kapitels eingehen werde.

Was nun die vorhin mehrfach erwähnten Blasenduplikaturen betrifft, so kommt die eine, welche uns am meisten auffällt, durch die Einhüllung des Nervenendorganes und des Tympanalnerven zu stande. Da diese Organe dem Trommelfell nicht anliegen, sich vielmehr in ansehnlicher Entfernung von ihm befinden, so ist die Blase genötigt, sich von ihrer Unterlage abzuheben und gewissermaßen eine Gekrösfalte zu bilden (Taf. I, Fig. 6 Du). Wir können uns dies auch so vorstellen, daß das Organ von außen in die Blase hineingeschoben ist und die Falte mitgenommen hat. Wir sehen daher, daß sich die Blasenduplikatur, der Richtung des Nerven folgend, in einer Linie, die längs des Stigmenfeldzapfens bis zu den Trommelfellkörperchen verläuft, von der Unterlage frei macht und wie ein Segel in das Innere der Tympanalblase hineinragt. Im freien Rande des Segels liegt der Tympanalnerv und das Endorgan. Siebold ist der einzige, welcher diese Falte gesehen und in seiner Fig. 4 (Taf. 1) abgebildet hat, er hielt sie jedoch für einen Teil des Nerven, resp. für eine Wasserblase.

Auch an der Innenseite der Vorderwand, ungefähr in der Höhe des nervösen Endorganes, fällt eine Wandpartie von queroblonger Form auf, die sich von der Umgebung durch ihre weiße Farbe ziemlich scharf abhebt. Wenn das Tier, an dem wir diese Beobachtungen anstellen, noch atmet, so sehen wir, daß die Stelle ab und zu blasig gehoben wird, und gleichzeitig an ihrem medianen Rande, ca. 200 μ von dem des Trommelfelles entfernt, eine ca. 250 μ lange schlitzartige Öffnung sichtbar wird, in die wir leicht eine Nadel einführen können. Wir vermuten sofort, da wir sonst keine Öffnung finden, daß wir hier die Mündung der Tympanaltrachee vor uns haben. Wir wissen aber bereits, daß diese kurze Trachee am Integument zwischen diesem und dem Stigmenmuskel verläuft, ihre Mündung müßte daher viel weiter nach außen liegen. Ferner steht die Länge des Schlitzes in einem argen Mißverhältnis zu dem nur 50 μ breiten Lumen der Trachee. Über diese Frage geben uns Querschnitte Auskunft (Taf. I, Fig. 8). Die Eintrittsstelle der Tympanaltrachee (Ttr₁) befindet sich in Wirklichkeit dort, wo wir sie früher bestimmt haben, sie ist auch nicht viel weiter als die Trachee, aber sie liegt nicht frei, sondern wird von einer membranösen Klappe (VKl) überdeckt, die durch eine faltige Einstülpung der Tympanalblase (äTBl) gebildet wird. Die Falte entsteht im Winkel der vorderen

¹ Pigment kann sehr schnell abgelagert werden; bei Tieren, die im Absterben sind, z. B. nach der Eiablage, findet man daher manchmal gelbe Stellen in der Tympanalblase.

und äußeren Blasenwand zwischen der Mündung der Trachee und dem Integument und legt sich dann nach innen an die vordere Wand. Sie bedeckt so die Tracheenöffnung und außerdem noch einen großen Bezirk oberhalb, unterhalb und nach innen von derselben, denn ihr Höhendurchmesser beträgt ungefähr den vierten Teil der Trommelfelllänge. Nun flottiert die Falte nicht etwa im Cavum tympani, sondern ihr oberer und unterer Rand ist fest mit der Vorderwand verwachsen, nur medianwärts bleibt die schlitzförmige Öffnung frei. Die Luft, welche in die Blase hineingetrieben wird, muß daher den in Fig. 8 durch die Pfeile angedeuteten Weg nehmen.

Was wird nun durch die Klappenbildung bezweckt? Es ist augenscheinlich, daß es nichts anderes sein kann als eine ebenso einfache wie sinnreiche Einrichtung zur Erzielung eines möglichst konstanten Füllungszustandes der Tympanalblase. Denken wir uns die Klappe fort, so würde bei der Feinheit der Trachee wohl weniger während der Inspiration, um so mehr aber durch die Wirkung der abdominalen Presse ein Quantum Luft in die Blase einströmen. Jetzt öffnet sich das Stigma, und infolge des Expirationsdruckes würde die ganze Luftmenge wieder herausgepreßt werden. Es würde so ein ständiges Ausdehnen und Zusammenfallen der Blase stattfinden und damit ihr eigentlicher Zweck, als Cavum tympani zu dienen, illusorisch werden. Nun liegt aber die fragliche Falte über der Mündung; sie gestattet wohl den Eintritt der Luft, im Moment der beginnenden Expiration, wo durch Öffnen des Stigmas der äußere Druck nachläßt, wird sie aber wie ein Klappenventil gegen die Mündung gepreßt werden und so der Luft den Austritt verwehren. Doch auch die naheliegende Befürchtung, daß jetzt eine Überdehnung der Blase eintreten muß, ist gegenstandslos. Eine Überfüllung wäre nur denkbar, wenn die Luft unter steigendem Drucke hineingepreßt würde. Dies ist aber natürlich ausgeschlossen, und so muß bald der Moment eintreten, wo der Druck in der Blase ebenso groß ist wie der äußere. Damit ist dann auch dem Eintritt der Luft ein Ziel gesetzt, denn die Verschlussklappe kann jetzt nicht mehr nach innen abgehoben werden. Erst wenn der Innendruck nachläßt, dadurch, daß Blasenluft durch die Wandung nach außen, d. h. in die Leibeshöhle diffundiert, kann neue Luft eintreten. Die ganze Luftzufuhr in die äußere Tympanalblase ist also darauf beschränkt, die durch Diffusion verloren gegangene Luft zu ersetzen.

Ausschließlich bei *Mec. gr.* ist mir nun noch eine Einrichtung aufgefallen, die den Klappenapparat noch etwas kompliziert. Bei diesem Acridier liegt zwischen den beiden Blättern der Verschlussklappe ein zarter von oben nach unten verlaufender Muskelstrang, welcher etwa halb so dick ist wie der Abduktor des Stigmas. Vom oberen Rande der Falte zieht sich dann eine schmale, bandartige Fortsetzung derselben bis zum Stigma, die den Muskel in seinem oberen Verlaufe gewissermaßen als Scheide dient. Der Muskel entspringt gemeinsam mit dem Abduktor am Stigmenfelde, geht über die Insertionsstelle der beiden Stigmenmuskeln an der Unterlippe hinweg und verläuft dann immer parallel mit dem Abduktor und in nächster Nähe desselben nach unten, um gemeinsam mit ihm und den Tympanalmuskeln am Hüftgelenk zu inserieren. Er durchzieht also die Verschlussklappe von oben nach unten in grader Linie, und da er, wie angegeben, unmittelbar neben dem Stigmenmuskel verläuft, so muß er etwas medianwärts von der Tracheenöffnung zu liegen kommen. In Fig. 7 habe ich ihn nicht mit eingezeichnet, weil ich ihn nur bei einer einzigen Spezies beobachtet habe, und da er in dem Bilde nicht in verständlicher Weise an-

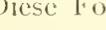
zubringen war. Wir haben ihn an der Stelle zu suchen, welche in Fig. 8 mit \times bezeichnet ist. Da der Muskel all den übrigen Acridiern fehlt, ohne daß die Klappeneinrichtung eine andere wäre, muß seine Funktion wohl entbehrlich sein; jedenfalls habe ich mir keine Klarheit darüber verschaffen können.

Die beiden inneren Tympanalblasen weichen in keiner Weise von den übrigen abdominalen Tracheenblasen ab. Sie fallen durch ihre außerordentliche Größe auf, sowie durch eine starke Pigmenteinlage, die sie undurchsichtig macht (in Fig. 7 sind sie als durchsichtig gedacht), und ihnen je nach ihrem Füllungsstande ein gelbes bis gelbbraunes Aussehen gibt. Durch ihre beiden Tracheen erhalten sie eine ziemlich konstante Lage, auch ihre Form ist annähernd zu bestimmen.

Die vordere (Fig. 2, 3 und 7 viTBl) liegt ungefähr in der Richtung der Pleuren von hinten und unten nach vorn und oben und reicht vom unteren Ende des Tympanalorgans bis unter das Metanotum. Sie hat eine ellipsoide seitlich abgeplattete Form. Mit der Wand der äußeren Tympanalblase, deren vordere Hälfte sie bedeckt, ist sie durch leichte Verwachsungen locker verbunden. Fett wird zwischen den Berührungsflächen der beiden Blasen nie gefunden.

Die hintere innere Blase (Fig. 2, 3 und 7 hiTBl) ist breiter und mehr flaschenförmig; sie schmiegt sich an die vordere und bedeckt den hinteren Abschnitt der äußeren Tympanalblase. Hinten reicht sie bis an das dritte Abdominalsegment. Außer ihrer Verbindung mit der zuleitenden und der Endtrachee liegt sie ganz locker, und daher ist es verständlich, daß Graber sie zum dritten Abdominalsegment rechnen konnte; bei vorsichtiger Präparation wird man sie aber immer in der in Fig. 3 und 7 gezeichneten Lage finden.

Im Anschluß an die Beschreibung der Tympanalblase möchte ich mir gestatten, einige nicht uninteressante Beobachtungen über die Struktur der Blasenwandung wiederzugeben. Es ist bekannt, daß die Tracheen durch ihre Taeniolen eine elastische Beschaffenheit erhalten haben. Sie sind gegen Druck und Knickung geschützt und besitzen außerdem ein ständig offenes, immer gleich großes Lumen. Anders die Tracheenblasen. Ihre Wand ist nicht ausgesteift und daher schlaff wie die eines Sackes. Statt dessen ist die Blase dehnbar, und sie kann verhältnismäßig mächtige Dimensionen annehmen. Läßt man aus einer stark aufgetriebenen Blase die Luft heraus, so bemerkt man, daß sie kleiner wird und daß sich hierbei die Wand bis zu einer gewissen Grenze in sich selber retrahiert. Der Tracheensack besitzt also vollkommen die Eigenschaften einer Gummibläse. Man scheint diese Tatsache allgemein als selbstverständlich hingenommen zu haben, denn ich habe dafür nirgends eine Erklärung gefunden. Die Blasen bestehen aber ebenso wie das übrige Tracheensystem nur aus der äußeren einschichtigen Matrix und der inneren Chitinbekleidung, welcher die für die Tracheen charakteristischen Spiralfäden fehlen. Das dünne Chitin wird ja nun zweifellos eine gewisse Dehnbarkeit besitzen, doch kann diese nur minimal sein. Es ist daher eine recht sinnreiche Einrichtung geschaffen, die nicht allein eine starke Ausdehnung der Blase ermöglicht, sondern ihr auch eine aktive Retraktionsfähigkeit und damit einen gewissen Tonus verleiht. Ich sagte vorhin, daß die Blasen keine Taeniolen besitzen, dieses ist jedoch *cum grano salis* zu nehmen, sie treten uns nur in anderer Form entgegen, als wir es von den Tracheen her kennen, denn sie haben entsprechend ihrer veränderten Funktion auch eine andere Gestalt angenommen. Die hier gleichfalls in dicht liegenden

spiraligen Ringen angeordneten Wandverdickungen sind sehr flach und breit geworden. Sie haben dann in der Mitte ihrer Längsrichtung eine Knickung erhalten, durch welche die Blasenwandung, im wenig oder ungefüllten Zustande in Form von Plisseestreifen zusammengelegt wird. Auf Querschnitten sehen wir daher das zottige Bild, wie es uns in den Fig. 11 bis 16 (Taf. III) entgegentritt. Die Falten sind dann außerdem noch in einer kontinuierlichen Zickzacklinie geknickt . Diese Form ihrer Wandung zeigt uns die wenig gefüllte Blase. Je mehr Luft hineingetrieben wird, um so mehr strecken sich die Bänder; bei stärkster Füllung muß die Wand vollständig glatt sein. Läßt der Luftdruck nach, so haben die Falten das Bestreben, in ihre ursprüngliche Lage zurückzukehren und bewirken so, daß die Blase sich wieder zusammenzieht.

Diese Ausführungen geben mir Veranlassung, noch einmal auf die Bemerkungen zurückzukommen, die ich bezüglich der weißen Farbe der Tympanalblase gemacht habe. Es wird jetzt, da wir die farblosen, stark lichtbrechenden und reflektierenden Erhebungen der Innenfläche kennen, verständlich, daß die weiße Farbe durch Lichtreflex erzeugt wird und nicht durch Pigment.

D. Die Nerven der Tympanalregion.

Indem wir uns dem Abschnitt des Tympanalorgans zuwenden, welchem physiologisch die wichtigste Rolle zukommt, dem nervösen Endorgan, wollen wir es uns zunächst zur Aufgabe machen, Ursprung und Verlauf der Nerven, welche sich in der Tympanalregion ausbreiten, insbesondere des eigentlichen Tympanalnerven zu erforschen.

Die erste Mitteilung über den Tympanalnerven haben wir von Joh. Müller (1826, p. 438), welcher sogar schon seinen Ursprung aus dem dritten „Rückenmarksknoten“ kannte.

Burmeister (1832, p. 512) hat den Nerven ebenfalls gesehen, er hielt ihn aber für einen feinen Muskel, welcher die Haut des Trommelfells in Schwingungen versetzt und dadurch zum Tönen bringt. Die späteren Bearbeiter haben ihn nicht weiter erwähnt, sie haben sich anscheinend mit den Angaben Joh. Müllers begnügt.

Selbst Graber scheint es nicht gelungen zu sein, den Nerven bis zu seinem Ursprunge zu verfolgen, denn wir vermissen hierüber sowohl in seiner Beschreibung (1875, p. 100), wie in der Zeichnung (Fig. 100, Taf. XI) jede Angabe. Dagegen erfahren wir von ihm zuerst, daß es sich nicht um einen einfachen unverzweigten Nerven handelt, wie Müller annahm. Er macht hierüber folgende Bemerkungen: „Der Tympanalnerv spaltet sich etwas hinter und über dem Hüftgelenk in zwei nahezu gleich dicke Äste. Der hintere geht in grader Richtung zum Tympanalganglion, der vordere wendet sich zunächst nach vorn und geht dann fast parallel mit dem anderen an die Hinterseite des Tympanalstigmas, wo er sich an den beiden Verschlussmuskeln in mehrere Äste zerteilt.“ Der letztere Nerv, den er den Stigmenverschlußnerv nennt, soll noch verschiedene stärkere Äste entsenden, während der Tympanalnerv von seinem Ursprunge an ganz und gar unverzweigt sei. Über die Beziehung des Tympanalnerven zu seiner Umgebung hebt Graber hervor, daß er ganz frei dem Tympanum anliege, denn nach Fortnahme der Tracheenblase könne man ihn einfach fortschwemmen.

Die nachstehende Beschreibung bezieht sich wieder auf *Mec. gr.*, ich betone jedoch, daß ich bezüglich dieser Verhältnisse bei den übrigen Acridiideen überhaupt keine nennenswerten Unterschiede gefunden habe.

Das dritte Thorakalganglion (Fig. 7 GIII. Taf. II) liegt unmittelbar vor und neben der Apophyse der Hinterbrust (B). Aus ihm geht seitlich an seinem hinteren Ende der gemeinschaftliche, $35\ \mu$ dicke Stamm der sämtlichen in Frage kommenden Nerven der Tympanalgegend hervor. Dieser Nervenstamm (N) nimmt seine Richtung schräg nach hinten und oben und legt sich anfänglich an die Coxalmuskeln des Sprungbeines. Aber schon in der Höhe des Beinlumens macht er sich von ihnen frei und kommt in seinem fernern Verlaufe zwischen Tracheen zu liegen. Er tritt dann regelmäßig durch die knieförmige Krümmung, welche die Stammtrachee des zweiten Abdominalstigmas hinter der Metapophyse nach dem Beinlumen zu macht und wendet sich darauf direkt nach oben, um weiterhin die Verbindungstrachee tr_4 , welche das Tympanalstigma nach dem unteren Längsgefäß schickt, zu begleiten. Erst eine ganze Strecke oberhalb der Beinöffnung, ungefähr ein Drittel der Entfernung ihres oberen Randes vom Stigma, teilt er sich in zwei ziemlich gleich starke, $24\ \mu$ dicke Äste, welche an ihrem Ursprunge die Verbindungstrachee gabelförmig umgreifen — in den Tympanalnerven (TN) und in einen zweiten vorderen Ast (HN), welchen Graber für den Stigmenverschlußnerv hielt. Diese Annahme hat sich aber als ein Irrtum herausgestellt, denn der wahre Stigmennerv ist ein sehr dünner Nerv, welcher ca. $70-90\ \mu$ vor der Teilung des Stammes aus diesem entspringt (StN). Die drei Nerven verlaufen dann in geringem Abstände voneinander nach oben.

Der Grabersche Nerv des Stigmenverschlusses, den ich kurz als Herznerv bezeichnen will, läuft immer in nächster Nähe der Verbindungstrachee tr_4 und ungefähr parallel mit dem Stigmenmuskel fast senkrecht nach oben und kommt so zwischen die vordere Wand der äußeren Tympanalblase und den Tracheensack des Tympanalstigmas zu liegen (Taf. I, Fig. 3 HN). Oberhalb des Stigmas neigt er sich dann, ohne an die Muskeln Äste abgegeben zu haben, allmählich dem Integument zu. Wir sehen ihn jetzt dicht an der vorderen oberen Einfassung des Tympanums nach hinten und oben verlaufen und verlieren ihn dann aus den Augen. Auf Querschnitten ist nun zu konstatieren, daß er sich schon bald oberhalb des Stigmas in mehrere Äste teilt, die zuerst eine längere Strecke nebeneinander verlaufen, weiterhin aber sich pinselförmig auflösen, teils die Matrix versorgen, größtenteils aber an das Rückengefäß treten.

Stigmennerv (Fig. 7 StN) und Tympanalnerv liegen anfänglich oberhalb der Teilungsstelle dicht nebeneinander an der Außenseite der Verbindungstrachee tr_4 und streben dann gemeinsam, indem sie sich nach oben und hinten wenden, dem vereinigten Tympanal- und Stigmenmuskel zu. Ehe sie diese erreichen, erhält der Stigmennerv eine feine Anastomose vom Herznerven. An den Muskeln trennen sich ihre Wege.

Der Stigmennerv tritt jetzt in innige Verbindung mit dem Abduktor des Stigmas. Er läuft an dessen innerem vorderen Rande nach oben und gibt auf diesem Wege verschiedentlich Fasern an ihn ab. Erst ca. $100\ \mu$ vor der Insertion des Muskels trennt er sich von ihm und läuft dann über den Ansatzhebel der Unterlippe nach oben, um sich im Adduktor des Stigmas aufzulösen. Der Stigmennerv ist nur $10\ \mu$ dick; es war daher nicht möglich, ihn unter der Lupe zu präparieren, und all die Details, welche ich von ihm gegeben habe, habe

ich mir aus Querschnitten kombinieren müssen. In Fig. 7 ist der Nerv deshalb auch im Verhältnis viel zu dick gezeichnet.

Den Tympanalnerv haben wir bis zum Stigmenmuskel verfolgt. Wir können dann beobachten, daß er sich von außen nach innen zwischen Stigmen- und vorderen Tympanalmuskel durchzwängt (Fig. 7 TN), um auf die hintere innere Seite des Tympanalmuskels zu gelangen. Hierauf steigt er fast senkrecht nach oben und geht in das untere Ende des nervösen Endorgans über. Auf diesem Wege überquert er zunächst den Muskel, indem er ihm dicht anliegt. Ungefähr an der Ansatzgrenze des Muskels am Stigmenfeldzapfen macht er sich von ihm frei und liegt dann bis zum Endorgan dem vorderen Tympanalfelde gegenüber (Fig. 6 TN, Taf. I). Wenn wir uns jetzt erinnern, daß der Stigmenfeldzapfen mit seinem Muskel weit in das Körperinnere vorspringt (Taf. I, Fig. 6 StFZ, TM₁), so wird es begreiflich sein, daß der vom Muskel aus senkrecht nach oben steigende Nerv nicht am Trommelfell liegen kann. Außerdem ist in Betracht zu ziehen, daß das Trommelfell sich von vorn und unten nach hinten und oben in den Körper einsenkt und so gewissermaßen dem Nerven entgegenkommt, und wir verstehen dann, daß der Nerv an das mit dem Trommelfell verbundene Nervenendorgan treten kann, ohne daß er es nötig hat, seine vertikale Richtung zu ändern. Er liegt also nicht, wenn ich dies noch einmal wiederholen darf, dem Tympanum an, wie sämtliche früheren Forscher angenommen haben, sondern befindet sich in beträchtlicher Entfernung, die an seinem oberen Ende noch 150 μ beträgt, von demselben und kommt mit ihm überhaupt nicht in Berührung.

Als ein ganz besonderes Charakteristikum des Tympanalnerven gibt Graber an, „daß er von seiner Ursprungsstelle an ganz und gar unverzweigt bleibt“. Nur bei *Pachytylus* und *Acridium* sollte sich der Nerv „in geringer Entfernung vom Ganglion in zwei ungleiche Äste teilen, die ganz hart nebeneinander herlaufen, entweder jeder für sich in das Ganglion übergehen, oder unmittelbar vor demselben sich wieder zu vereinigen scheinen“. Bei den heimischen Acridiideen konnte ich ebenfalls konstatieren, daß der in seiner ganzen Länge gleich dicke Nerv keine Seitenzweige abgibt, und daß er sich auf Querschnitten ebenfalls als einheitliches Gebilde repräsentiert. Dennoch haben wir einen kombinierten Nerven vor uns, wie wir aus nachfolgendem ersehen werden.

In meinen sämtlichen Präparaten, gleichviel von welcher Spezies sie angefertigt waren, fiel mir ein außerordentlich zartes, 6 μ dickes Nervenchen auf, welches aus dem Winkel, den der Stigmenfeldzapfen mit dem Trommelfell bildet, austritt und sich dann in grader Richtung, ebenfalls von der Tympanalblasenfalte, die den Tympanalnerven einhüllt, umschlossen, nach oben, hinten und innen dem Nervenendorgan zuwendet und neben der Eintrittsstelle des Tympanalnerven in die Basis des Organes übergeht (Taf. I, Fig. 5, 6 und Taf. II, Fig. 7 riN). Er schien in das Endorgan einzutreten, und ich war anfänglich der Ansicht, daß es sich um ein Homologon des zweiten Astes des Tympanalnerven handelte, den Graber bei *Pachytylus* und *Acridium* gesehen hatte, und erwartete daher, daß er sich weiter unten mit dem Tympanalnerven vereinigen würde. Nun gelang es mir immer sehr leicht, den Nerven vom Nervenendorgan bis zu dem bezeichneten Winkel zu verfolgen, dann war er aber wie abgeschnitten. Ich glaube nicht, daß ich mir ein Armutszeugnis ausstelle, wenn ich eingestehe, daß ich viele Tage damit zugebracht habe, den Verlauf dieses Nerven zu eruieren; für solche Schwierigkeiten wird nur der Verständnis haben, welcher selbst den

Verlauf solch dünner, neben dunkel pigmentierter Matrix liegender Nerven in Schnittserien aufgesucht hat.

Durch einen glücklichen Zufall erhielt ich dann einen Längsschnitt durch das Endorgan einer *Oedipoda coerulea*, welcher mir zeigte, daß der Nerv keine andere Beziehung zu dem Organ hat, als daß es sich an dasselbe anlehnt, um sich an der Eintrittsstelle des Tympanalnerven mit diesem zu vereinigen. Er durchbohrt die Hüllmembran des Organes, verläuft die kurze Strecke bis zum Tympanalnerven in ganz grader Richtung, dem Organ eng angeschmiegt und teilweise von seinen Sinneszellen umhüllt, so daß er in das Organ hineingerückt zu sein scheint (Taf. II, Fig. 9 riN), und vereinigt sich dann, noch an der Basis des Organes, mit dem Tympanalnerven zu einem untrennbaren Nervenstamm. Die naheliegende Vermutung, daß dieses Nervchen vielleicht die Sinneshaare versorgt, welche im vorderen Tympanalfelde und dem rinnenförmigen Körperchen stehen, brachte mich jetzt auf die richtige Fährte, und es gelang mir zu konstatieren, daß der Nerv, sobald er das Trommelfell am Stigmenfelde erreicht hat, sofort wieder scharf nach dem Trommelfell zu umbiegt und an demselben nach hinten weiterläuft. Er durchbricht am Trommelfellrande die Deckmembran der Hypodermis und zieht in grader Richtung zwischen ihr und der Matrix schräg nach hinten und oben der Rinne zu. Den vorderen Rand derselben erreicht er in ihrem oberen Drittel, neben dem sogenannten flügel förmigen Fortsatz des tympanalen Endorgans und fasert sich dann in der Rinne auf. Bei diesen Untersuchungen entdeckte ich im rinnenförmigen Körperchen eine Anzahl poriferer Hautsinnesorgane vom Typus der vielfach beschriebenen Geruchsporen der Antennen, zu deren Innervation speziell unser Nerv dient. Außerdem gibt er auch Fasern an die Sinneshaare ab.

Ich bezeichne den Nerven nach dem Orte seiner Endigung als den Rinnennerven und das Organ, welches er im rinnenförmigen Körperchen zu versorgen hat, als das Organ der Rinne.

Damit glaube ich den Verlauf der Nerven der Tympanalgegend erschöpfend zur Darstellung gebracht zu haben. Bevor ich mich nun den histologischen Untersuchungen zuwende, will ich, um der morphologischen Beschreibung einen Abschluß zu geben, die Lage und Gestalt des tympanalen Nervenendorgans möglichst eingehend zu schildern versuchen.

E. Das tympanale Nervenendorgan. (Müllersches Endorgan.)

a) Lage und Gestalt des Endorgans.

Man braucht nur eine Acridiöde in der Längsrichtung zu halbieren, Darm und Gonaden fortzunehmen und die äußere Tympanalblase vorsichtig aufzuschlitzen, so liegt das Organ vollständig unverletzt und von allen Seiten frei vor uns. So einfach es nun ist, sich einen Überblick über das Organ zu verschaffen und so wenig kompliziert das Gebilde in der Tat ist, so ist es dennoch recht schwierig, eine richtige Vorstellung von seiner Form und Befestigungsweise zu gewinnen, weil seine Verbindung mit den spröden Trommelfellkörperchen die Anfertigung von intakten Schnittserien außerordentlich erschwert, und es ist zu bewundern, daß Graber, welcher das Organ nur in toto studiert zu haben scheint, es

verstanden hat, uns von seiner Gestalt ein fast vollständig richtiges Bild zu geben. Die Ermittlungen der übrigen Forscher haben für uns nur noch historisches Interesse.

Der Entdecker unseres Organes, Joh. Müller (1826, p. 438), dem zu Ehren Graber dasselbe als Müllersches Endorgan bezeichnet hat, hielt es für ein „sehr feinhäutiges mit Wasser gefülltes Bläschen, welches länglich ist und mit seiner einen Extremität die Membran (das Trommelfell) bedeckt und mit seiner anderen nach abwärts gerichtet ist.“

Siebold (1844, p. 62) beschreibt einen „schneeweißen Strang, welcher in der Nähe des zungenförmigen Fortsatzes (d. i. das rinnenförmige Körperchen) einen Wulst bildet, von welchem nach oben zwei weißgefärbte Fortsätze ausgehen, deren kürzerer und stärkerer sich an das obere Ende des zwischenkligen Hornstückes inseriert, während der andere längere aber dünnere in einem sanften Bogen bis zu dem kleinen dreieckigen Hornstücke (birnförmiges Körperchen) hinläuft.“ Er kommt dann zu der Ansicht, daß „dieser ganze Strang nichts anderes als ein äußerst zarthäutiges, mit einer hellen Flüssigkeit gefülltes Bläschen ist, welches mit dem dreieckigen und dem zwischenkligen Hornstücke so fest verbunden ist, daß es sich ohne Verletzung nicht isolieren läßt.“ Unter diesem merkwürdigen Wasserbläschen will Siebold dann eine Nervenmasse von folgender Form entdeckt haben: „Der Nervenast, welcher von der Brust her aufsteigt, schwillt, während er unter dem Wasserbläschen fortläuft, nach und nach an und tritt in der Nähe des zungenförmigen Fortsatzes plötzlich in ein cylinderförmiges und verhältnismäßig großes Ganglion über. Dieses Ganglion endet vorne, dem Eintritt des Nerven gegenüber, stumpf abgerundet und liegt mit diesem Teile in der Aushöhlung des zungenförmigen Hornfortsatzes verborgen.“

Nach Leydig (1855, p. 401) „schwillt der Acusticus, nachdem er sich dem Knopf des spangenartigen Vorsprunges an der Innenfläche des Trommelfells (zapfenförmiges Körperchen) genähert hat, in ein ovales, zu beiden Seiten etwas eingebogenes, also beiläufig biskuitförmiges Ganglion an.“ Bemerkenswerterweise hat Leydig schon erkannt (p. 404), daß das Müllersche und Sieboldsche Wasserbläschen nichts anderes als die Wand der Tracheenblase ist, die dem Organ aufliegt.

Hensen (1866, p. 203) bezeichnet die Form des Ganglions nicht näher. Er macht nur die nicht unwichtige Bemerkung, daß das Ganglion, entsprechend der von ihm zuerst richtig beschriebenen Gestalt des zapfenförmigen Körperchens, an der diesem Höcker zugewendeten Fläche ausgehöhlt ist. Ferner sagt er: „Ich glaube, daß das Ganglion beim erwachsenen Tiere nicht mehr den Wulst berührt, so daß an dieser Stelle Flüssigkeit entsprechend dem Labyrinthwasser sich findet.“ Wenn diese letztere Bemerkung nun auch nicht ganz zutreffend ist, so zeugt sie doch, wie wir später sehen werden, von einer ganz richtigen Beobachtung.

Was nun die Ausführungen Grabers betrifft, so faßt er (p. 102) die Form des Endorgans als keulenartig auf und unterscheidet an ihm zwei ziemlich scharf abgegrenzte Abschnitte, von denen der hintere, meist pigmentierte, als Ganglienkörper, der farblose vordere als Endabschnitt bezeichnet wird. An der Grenze von Ganglienkörper und Endzone befindet sich eine Einschnürung, die Graber den Hals nennt. „An der Endzone lassen sich zwei Teile erkennen, von denen der eine, glockenförmige, den Trommelfellzapfen umschließt, der andere, flügelartig gestaltete, ungefähr dreieckige Abschnitt eine ziemlich dünne Platte bildet, deren Vorderrand sich an der hinteren Leiste der rinnenförmigen Tympanal-

anschwellung befestigt. Am unteren Ende des glockenförmigen Segmentes entspringt dann noch ein dritter Abschnitt. Er ist schmal, von spindelartiger Gestalt und geht mit dem röhrenartigen Ausläufer seiner Hülle unmittelbar in die zarte Basalmembran des birnförmigen Körperchens über.“ Den Ganglienkörper beschreibt Graber dann als birnförmig oder keulenförmig. Von der Seite betrachtet, soll er, entsprechend den zwei Abschnitten der Endröhrenzone, dem glockenförmigen und flügel förmigen, gleichfalls zwei Teile erkennen lassen, von welchen der dem flügel förmigen Anhang zugehörige als eine sackartige Ausstülpung der äußeren Fläche des anderen größeren Abschnitts erscheint. Gegen den Zapfen zu soll dann der flügel förmige Anhang in den glockenförmigen Abschnitt übergehen, während sein unterer Rand mit dem des Ganglienkörpers nahezu in eine Gerade fällt.

Wenn es mir nun gestattet ist, gleich im Anschluß an dieses Referat die Grabersche Beschreibung einer Kritik zu unterziehen, so will es mir scheinen, als ob das Bild, welches Graber uns hier zeichnet, obwohl die Gestaltverhältnisse im ganzen nicht unrichtig wiedergegeben sind, an ziemlicher Unverständlichkeit leidet. Der Hauptgrund liegt wohl darin, daß Graber Grenzen gezogen hat, die bei äußerer Betrachtung des Organes garnicht existieren. Jedenfalls durfte er nicht Linien, welche infolge innerer Strukturverschiedenheiten sichtbar werden, ohne weiteres zur äußeren Einteilung heranziehen. Außerdem ist es mir unbegreiflich, daß Graber die Lagebeziehungen so arg verkennen konnte, denn er verlegt Partien, die sich oben befinden, nach hinten, unten nennt er vorn, und an der Hinterleiste des rinnenförmigen Körperchens befestigt sich nach seiner Angabe der Vorderrand des flügel förmigen Abschnittes statt des Hinterrandes. Bezüglich der Abbildungen, die Graber zu der Beschreibung gibt (Taf. X, Fig. 115 und 136), wäre zu bemerken, daß sie nach vollständig geschrumpftem Material entworfen zu sein scheinen, und daher wird es auch wohl gekommen sein, daß er die Form des Endorgans als „keulenartig“ bezeichnen konnte. Am besten sind seine Fig. 134 und 135 gezeichnet. Ich muß jedoch zugeben, daß es sehr schwer ist, ein vollkommen übersichtliches Totalbild zu geben. Auch meine Zeichnung Fig. 5 (Taf. I) ist nichts weniger als ideal, doch hoffe ich mit Hilfe der Schnitte, besonders der Querschnitte, das Organ in verständlicher Weise zur Anschauung bringen zu können.

Machen wir uns zuerst die Stellung des Organes klar, so können wir sagen, daß seine Längsachse, soweit man von einer solchen bei dem recht unregelmäßigen Körper reden kann, ungefähr in der Verlängerung des Tympanalnerven liegt, von dem wir erfahren haben, daß er in seinem Endabschnitt fast senkrecht nach oben steigt. Seine Lage ist durch die Trommelfellkörperchen gegeben, an denen es seine Befestigung nimmt. Wir wollen uns daher kurz ins Gedächtnis rufen, daß das zapfenförmige Körperchen als fingerförmiger Dorn frei nach vorn und innen ragt, und daß es an der Innenseite nach hinten und unten zu oberhalb der Rinne eine kurze Strecke als wulstförmige, allmählich verstreichende Erhöhung weiter läuft; seine obere, innere Partie wird von der Endplatte des stiel förmigen Körperchens überdeckt. An diesen Hervorragungen ist das Organ mit seinem oberen Ende in gleich näher zu beschreibender Weise so befestigt, daß sein ganzer Körper frei nach unten hängt und daher mit dem eigentlichen Trommelfell absolut keine Berührung hat (Taf. I, Fig. 6 EO).

Betrachten wir bei genügender Vergrößerung das Organ in situ an einem Präparat,

welches in der eingangs dieses Kapitels angegebenen Weise hergestellt ist, so haben wir ein Bild vor uns, wie es Fig. 5 (Taf. I) wiedergibt. In dieser Ansicht erscheint uns das Organ, wenn wir vorläufig von seinen Fortsätzen abssehen, als ein längliches, drehrundes Gebilde, etwa halb so breit wie lang, welches oben ziemlich grade mit dem Rande der Stielendplatte abschließt und an der Basis schön abgerundet ist. Das zapfenförmige Körperchen wird vom oberen Ende des Organes ganz bedeckt. Etwas unterhalb der Stelle, wo wir den unteren Rand des zapfenförmigen Körperchens vermuten, weist das Organ eine etwa taillenartige Einschnürung auf, die ihm das von Leydig beobachtete biskuitförmige Aussehen verleiht. Wir sehen dann noch in dem Winkel, den das Organ mit dem hinteren Rande der Rinne bildet, einen kleinen dreieckigen Abschnitt (fl) liegen, der einer tieferen Partie anzugehören scheint. Es ist dies der flügelartige Fortsatz Grabers. Gleich darüber entspringt von der hinteren Seite des Organkörpers, aber mehr median, fast in der Fortsetzung der inneren Fläche, der von Graber als spindelförmiger Fortsatz bezeichnete Abschnitt (Sp), welcher fingerartig nach hinten und oben zeigt und am birnförmigen Körperchen seine Anheftung nimmt.

Die Innenfläche geht in einer gleichmäßigen Rundung in die vordere, und diese wiederum in derselben Weise in die äußere Fläche über.

Die dem Trommelfell zugekehrte Außenfläche, welche in Fig. 4 Taf. I durch das Trommelfell durchscheint, bietet uns dagegen ein anderes Bild. Zunächst fällt uns auf, daß das Organ auf dieser Seite viel kürzer ist. Die Verkürzung kommt auf Kosten der oberen Partie zu stande, denn das Organ tritt hier nur an die Unterseite des Zapfens, während es innen bis an den viel höher liegenden Stiel hinauf reicht (Fig. 9, Taf. II). Ferner geht von der hinteren oberen Partie der Außenseite, herabreichend bis zur Mitte des Organes, ein Fortsatz aus, der sich über die Rinne hinweg legt und an ihrem hinteren vorspringenden Rande befestigt. Wir erkennen hier den flügelartigen Fortsatz wieder, von dem wir schon innen ein dreieckiges Stück gesehen haben. Sein Anheftungsrand geht kontinuierlich nach vorn und oben in den des Organkörpers über. Der untere freie Rand des Fortsatzes schneidet scharf ab und steht ziemlich senkrecht zum Rande der Rinne. Im unteren Abschnitt ist die Außenfläche des Organes bei allen Acridiodeen bauchig aufgetrieben (Fig. 9) und kommt hierdurch dem Trommelfell etwas näher zu liegen.

Wir haben bis jetzt den Eindruck gewonnen, als ob das Organ die Form eines Kelches hat, dessen oberer Rand abgeschrägt ist, und aus dessen Wand in tangentialer Richtung nach einer Seite hin, an der Stelle, wo sie am kürzesten ist, ein platter, rechtwinklig zugespitzter Fortsatz heraustritt. Diese Vorstellung muß auch Graber gehabt haben, wie mehr aus seinen Zeichnungen als aus der Beschreibung ersichtlich ist. In der Tat ist das Gebilde viel komplizierter, und wir werden erst zum Ziele gelangen, wenn wir uns seine Anheftungsfläche mit Hilfe von Transversalschnitten anschaulich gemacht haben. Wir sehen dann ein, daß das Organ sich nicht allein am Zapfen befestigt, wie Graber fälschlich annahm, sondern auch am Rande der Stielendplatte. Wie aber die Trommelfellkörperchen getrennte Gebilde sind, so finden wir auch, daß die Anheftungsfläche durch eine Längsfurche, welche vorn ganz schmal und seicht beginnt, nach hinten zu aber allmählich tiefer und breiter wird, in einen inneren und einen äußeren Abschnitt zerlegt wird. Dies hat naturgemäß auch eine Spaltung des oberen Organbezirkes in zwei nach hinten divergierende Teile

zur Folge, die ich kurz als den Stielabschnitt und den Zapfenabschnitt bezeichnen möchte, doch will ich gleich bemerken, daß diese Einteilung für die Beurteilung des inneren Baues ziemlich belanglos ist. Vorn, im Bereiche der Zapfenspitze, gehen die beiden Abschnitte ganz gleichmäßig ineinander über; das Organ springt hier vom stielförmigen auf das zapfenförmige Körperchen über, ohne daß äußerlich eine trennende Furche bemerkbar ist.

Der Zapfenabschnitt (Taf. II, Fig. 9 ZaA) heftet sich nicht an die ganze untere Fläche des Körperchens, sondern größtenteils nur an ihre äußere Seite. An der Zapfenspitze beginnt er recht breit, indem er sie beinahe ganz umfaßt. Nach dem Grunde des Zapfens zu verschmälert er sich dann immer mehr und neigt sich dabei allmählich etwas nach außen. Stellen wir uns nun vor, daß der Zapfenabschnitt nicht mit der Basis des Zapfens abschließt, sondern daß er, ebenso wie dieser sich hinter der Rinne in Form der bekannten Falte nach hinten und unten kontinuierlich fortsetzt, um mit ihr in Berührung zu bleiben, in dieser Richtung blattartig ausgezogen ist und sich ebenso kontinuierlich an die Kuppe der Falte anheftet, so haben wir den flügel förmigen Fortsatz vor uns, den wir daher präziser als flügel förmige Verbreiterung des Zapfenabschnittes bezeichnen müßten.

Der Stielabschnitt (Fig. 9 StA) schärft sich nach oben zu und befestigt sich an dem zackigen Rande der Stielendplatte (stK). Mit Ausnahme des vorderen Bezirkes, wo er in den Zapfenabschnitt übergeht, heftet er sich nirgends an das zapfenförmige Körperchen, obwohl er ihm dicht anliegt. Nur bei Spezies mit sehr stark entwickeltem Endorgan (*Psophus*) findet man, daß er streckenweise damit verwachsen ist. Mit dem hinteren Ende des unteren Randes der Stielendplatte schließt auch der Stielabschnitt ab (Fig. 5). Seine hintere Fläche ist abgerundet, sie beginnt oben am Stiel schmal und geht nach unten, allmählich breiter werdend, gleichmäßig in den Organkörper über. Von hinten betrachtet, gibt uns das Organ daher das Bild einer bauchigen Flasche, deren Hals nach oben lang ausgezogen ist. Der flügel förmige Fortsatz steht bei dieser Ansicht dem Gebilde seitlich in spitzem Winkel auf.

Am oberen Ende des Stielabschnittes, in der Höhe der Unterseite des Zapfens, geht aus der Hinterseite des Organes der spindelförmige Fortsatz hervor, dessen Form wir uns aus den Fig. 5 (Taf. I) und 11 und 11a (Taf. II) kombinieren können. Er ist fast drehrund und etwas vor seiner Mitte spindelförmig angeschwollen. Nach dem birnförmigen Körperchen zu geht aus der Anschwellung ein dünner Strang hervor, der sich an die Matrix der Spitze des Trommelfellkörperchens anheftet. Der spindelförmige Fortsatz steht zum Trommelfell in einem Winkel von etwa 30° und liegt daher ebenso wie der flügel förmige Fortsatz ungefähr parallel zur Medianebene des Körpers. Er ist bei *Mec. gr.* lang beim ♂ 120 μ , ♀ 140 μ . Sein Querdurchmesser beträgt im vorderen Abschnitt beim ♂ und ♀ 18 μ , an der aufgetriebenen Partie beim ♂ und ♀ 30 μ .

Lassen wir nun die Form des Endorgans noch einmal an unseren Querschnittbildern von *Stenobothrus variabilis* (Taf. III, Fig. 13—16) Revue passieren, so sehen wir, wenn wir dieselben von unten nach oben durchmustern, in Fig. 13 den fast kreisrunden Querschnitt des Körpers unterhalb des flügel förmigen Fortsatzes. Fig. 14 zeigt den Beginn des flügel förmigen Fortsatzes. In Fig. 15 ist derselbe schon bedeutend mehr vorgeschoben, und innen macht sich an der Hinterseite eine Hervorragung bemerkbar (auch in Fig. 14 schon

zu sehen), die weiter nach oben die hintere abgerundete Seite des Stielabschnittes bilden wird. Fig. 16 stellt einen Querschnitt des Organes unterhalb des Zapfens dar. Der langausgezogene flügelartige Fortsatz (fl) steht mit der Trommelfellfalte (F) in Verbindung. Vorn sehen wir die angeschnittene Zapfenspitze (zaK); eine Verbindung dieser Stelle mit der eben erwähnten Trommelfellfalte gibt uns die Richtung des Zapfens und des Zapfenabschnittes, zu dem auch noch ein großer Teil der nach innen von der Zapfenspitze liegenden Organteile zu rechnen ist, an. Eine genaue Scheidung des Stiel- und Zapfenabschnittes ist auf diesem Schnitte noch nicht zu machen, wir sehen aber schon an der hinteren Seite die Trennungsfurche als tiefen Einschnitt. 10 μ weiter nach oben geschnitten, würde uns die Trennung vollständig zeigen, d. h. wir würden neben dem längs geschnittenen Zapfen nur noch den schmalen Stielabschnitt sehen. Es ist bei diesen Schnitten auch die von oben nach unten zunehmende Entfernung des Organes vom Trommelfell zu beachten.

Der Tympanalnerv tritt nicht genau in der Mitte, sondern mehr nach hinten zu an die Basis des Organes (Taf. I, Fig. 5 TN). Kurz vor seinem Eintritt wird er etwas breiter und platter. Dicht vor dem Nerven und etwas nach außen zu zeigt die Organbasis eine leichte Vertiefung, aus der eine kleine halbkugelige Erhebung hervorragt (Taf. II, Fig. 9 ZKfBst).

In der Form ihres Endorganes bekunden unsere hiesigen Acridiideen eine sehr große Übereinstimmung. Unterschiede bestehen eigentlich nur in der Größe des Organes, welche sich ganz nach der Spezies richtet, denn das Organ vom *Psophus strid.* ist größer als das von *Oedipoda coer.* und *Mecosthet. gr.*, und bei diesen wiederum größer als bei den kleineren *Stenobothrus*-Arten. Durchschnittlich besitzt also wohl, wenn ich meine Befunde verallgemeinern darf, die größere Art auch ein größeres Endorgan, ein Verhältnis, welches auch zutreffend ist, wenn die σ der größeren Art kleiner sind als die ♀ der kleineren. Andererseits ist das Organ der σ immer etwas kleiner als das der größeren ♀ derselben Spezies. Die Länge des Endorgans von *Mec. gr.* von der Basis bis zum Zapfen beträgt beim σ 200 μ , beim ♀ 250 μ , es ist breit an seiner breitesten Stelle beim σ 92 μ , beim ♀ 120 μ .

Eine etwas abweichende Form zeigt das Endorgan von *Aceridium aeg.*; im Prinzip ist es aber ebenso gebaut wie das der übrigen Acridier, ich werde daher nicht weiter darauf eingehen.

b) Der innere Bau des nervösen Endorgans.

1. Allgemeines.

Wenn ich zuerst die Lage und Anordnung der Elemente, welche unser Organ zusammensetzen, beschreiben will, so stelle ich damit eigentlich den Gang meiner Untersuchung auf den Kopf, denn es ist natürlich, daß ich erst über die konstituierenden Teile selber genau unterrichtet sein mußte, ehe ich daran denken konnte, den inneren Aufbau des Gesamtorgans zu studieren. Trotzdem möchte ich aus dieser Darstellung die genauere Beschreibung der nervösen Endgebilde ausschalten und mich vorerst mit einer kurzen Definition derselben begnügen. Wir verstehen unter einem solchen nervösen Endgebilde, dem Endschlauch im Sinne Grabers, eine lang ausgezogene Sinneszelle (Ganglienzelle der Autoren), welche an ihrem distalen Ende von zwei Hüllzellen unkleidet wird und mit diesen

zusammen ein schlauchartiges Gebilde vorstellt. An sein proximales Ende tritt eine Nervenfasern des Tympanalnerven, und mit dem anderen Ende heftet es sich an die Hypodermis der Trommelfellkörperchen. Die Sinneszelle schließt das charakteristische stiftförmige Körperchen ein. Es kommt mir zu statten, daß diese Endschläuche so gleichmäßig gebaut sind, daß wir ihre Unterschiede vorläufig übersehen können.

Was die Angaben der bisherigen Forscher betrifft, so sind dieselben ziemlich vager Natur. Siebold (1844, p. 64) unterschied am Ganglion zwei Teile, einen hinteren undurchsichtigen, welcher mit weißem Pigment durchsetzt und bedeckt ist, und einen vorderen wasserklaren, in dem er langgestielte stabförmige Körperchen entdeckte.

Leydig (1855, p. 401) glaubte zu sehen, „daß das Ganglion am vorderen ungefärbten Ende ein, wenn auch in den zartesten Linien angedeutetes Aussehen hat, als ob die Nervenmoleküle in gewisse strangartige Massen sich zusammenfügten, von denen jede von einer überaus feinen Hülle umgeben ist.“ Von der hinteren pigmentierten Ganglienpartie weiß er nur, daß in ihr „kleinere und größere Blasen sowie echte Kerne“ liegen.

Ranke (1875, p. 147/48) nimmt mit seiner Auffassung eine ganz eigenartige Stellung ein. In den unteren Abschnitt kann er wegen des reichlichen Pigmentes ebenfalls keinen Einblick gewinnen. Erst an Zupfpräparaten glückte es ihm, kugelige Ganglienzellen zu isolieren. Durch Protoplasmafortsätze sollen diese mit scharf konturierten, ovalen Kernen in Verbindung stehen, auf denen dann die Sieboldschen Stäbchen mit Hilfe von starren Ausläufern balancieren. Er läßt so das Ganglion in eine Stäbchenschicht, Körnerschicht und Ganglienzellenschicht zerfallen, analog der Säugetierretina.

Zu einem noch seltsameren Ergebnis ist O. Schmidt (1875, p. 200/01) gelangt. Von dem Ganglion berichtet er nur, daß es reich an Zellen sei, auch einige Stifte hat er darin gesehen, im übrigen verlegt er aber den ganzen Nervenapparat in das birnförmige Körperchen und die Matrix des Trommelfells und gibt hiervon folgende wahrhaft phantastische Beschreibung: Zu der Kapsel (unserem birnförmigen Körperchen, welches nach Schmidts Ansicht hohl ist) führt ein Nerv, welcher aus dem großen Ganglion entspringt und ungefähr in der Mitte zu einem sehr deutlichen Zwischenganglion anschwillt. Mit Hilfe seiner Abbildungen wird uns klar, daß Schmidt hiermit unseren spindelförmigen Fortsatz meint. Bis zum Zwischenganglion soll dieser Nerv in einer vom Trommelfell gebildeten, also chitinigen Rinne verlaufen, welche sich weiterhin über ihn zu einer Röhre schließt. In der Kapsel geht dann der Nerv in ein „sehr kompliziertes, aber höchst schwierig zu behandelndes Ganglion“ über, in welchem wiederum isolierte Zellen, stiftförmige Endungen und feinste faserförmige Fortsätze liegen. Nun soll dieses Ganglion noch lange nicht das peripherische Ende des Nervenapparates sein, sondern das Sammelzentrum für zahlreiche andere Elemente, welche als feine Fäden von der Peripherie des Trommelfells kommen, in ihrem Verlaufe spindelförmige Zellen aufnehmen und in die Kanälchen der Kapselwand sich verlieren. Ich kann mir wohl eine Kritik dieser Befunde ersparen.

Von Graber (1875, p. 103/04) erfahren wir zunächst, daß „die pigmentierte Matrix der Ganglionumhüllung der entsprechenden Hautlage am Nerven ganz und gar gleich“. Er hat dann im Ganglionkörper, welcher ebenfalls Pigment enthalten soll, spindelförmige, bipolare Ganglienzellen beobachtet, deren zentraler Fortsatz bis zum Nerv zurückverfolgt werden kann, während der peripherische Ausläufer kontinuierlich in einen Endschlauch

übergeht. Der zentrale Ausläufer soll nicht einer einzigen Primitivfibrille (soll wohl Nervenfaser bedeuten), sondern einem Bündel solcher entsprechen, wofür ihm seine beträchtliche Dicke, sowie sein granulierter Inhalt zu sprechen scheint. „Im Gegensatz zu den zentralen Nervenfäden, welche im Ganglion nach allen Richtungen wirt durcheinander laufen, sind die Endröhren vorwiegend grade gestreckt und geben dem Ganglion ein eigentümlich längsfaseriges Aussehen. Die Verteilung der Ganglienzellen richtet sich nach der Lage der Endschläuche, so daß auch, entsprechend dem spindelförmigen Abschnitt, der Ganglienkörper sich auch in dieser Richtung zipfelartig verlängert.“ Der obere durchsichtige Abschnitt des Organes, den Graber als den glockenförmigen bezeichnet, besteht nach seiner Angabe aus mehreren Lagen schalenartig einander umschließender Endröhren. Im spindelförmigen Abschnitt zählte Graber durchweg deren 7, die am Ende kolbig aufgetrieben und mit dem birnförmigen Körperchen durch die das ganze Organ umhüllende Basalmembran verbunden sein sollen. Der flügelartige Fortsatz soll ebenfalls aus mehreren Lagen von Endschläuchen bestehen, und da dieser Abschnitt nach seiner Ansicht ein scharf abgesetztes Gebilde ist, zählte er sogar z. B. bei *Caloptenus italicus* 20 solcher Schläuche.

Alle diese Befunde hat Graber an Quetschpräparaten eruiert. Auch ich habe solche Präparate angefertigt, und ich glaube behaupten zu dürfen, daß Grabers Angaben, wenigstens soweit sie den schwer zugänglichen unteren Teil betreffen, mehr auf Mutmaßung als auf tatsächlich Gesehenem basieren. Ich will ihm dabei keineswegs abstreiten, daß er den kernhaltigen proximalen Teil einiger Sinneszellen gesehen hat, den Zusammenhang derselben mit ihrer distalen Partie und mit dem Tympanalnerven hat er aber sicherlich aus seinen Befunden bei den Locustiden ergänzt, wie er ja auch angibt, daß die Endschläuche der Acridier mit denen des Subgenualorgans der Locustiden genau übereinstimmen. Es wird uns aus nachstehenden Ausführungen verständlich werden, wie weit diese, sowie die übrigen Angaben Grabers zutreffend sind.

Im vorhergehenden Kapitel habe ich die außerordentliche Ähnlichkeit der äußeren Form des Endorgans aller Spezies betont; ich kann hinzufügen, daß auch im Plan des inneren Aufbaus eine vollständige Übereinstimmung besteht. Äußerlich betrachtet, schienen nur in der Größe Unterschiede zu bestehen, und wir konstatieren jetzt, daß diese ausschließlich auf der mehr oder minder großen Anzahl von Sinnessschläuchen, die sich immer nach einem ganz bestimmten Schema zusammenlegen, beruhen.

Als ich zur Untersuchung der inneren Strukturverhältnisse an die Durchmusterung meiner Schnitte ging, erwartete ich nach allem, was bisher bekannt war, dicht gedrängte Lagen von Sinnessschläuchen zu finden und war erstaunt, statt dessen, wenigstens soweit die untere, von den bisherigen Forschern als undurchsichtig und pigmentiert bezeichnete Partie in Frage kommt, in den meisten Schnitten ein unglaubliches Durcheinander fibrillärer Gebilde zu sehen. Zwischen diesen lagen, anscheinend ganz regellos, in bald größerer, bald geringerer Anzahl die charakteristischen kugeligen Kerne der Sinneszellen, umgeben von einem hellen Plasmahof. Nur an den wenigen Schnitten in jeder Serie, welche die Peripherie trafen, fanden sich Sinnessschläuche ziemlich in ihrer ganzen Länge, die zentralen Schnitte dagegen zeigten gewöhnlich Bilder, wie sie Fig. 9 Taf. 11 wiedergibt. Wenn ich mich nun auch vom Anfang an dagegen sträubte, all diesen fädigen Strukturen nervöse Eigenschaften zuzuschreiben, so war es mir doch zunächst vollkommen unmöglich, besonders in den

zentralen Teilen des Organes die nervösen Elemente von den nicht nervösen zu unterscheiden, überhaupt eine befriedigende Erklärung für das Verhalten dieser Partie zu finden. Erst als mir an ausgezeichnet differenzierten Präparaten der Bau der Sinneszellen vollkommen klar wurde, erkannte ich, daß in dem bezeichneten Organabschnitt zwischen den äußerst diffizilen und hinfälligen Sinnesschläuchen, deren Summe nicht annähernd den Raum des Endorgans ausfüllen würde, eine mächtig ausgebildete fasrige Stütz- und Hüllsubstanz sich befindet, welche in einem großen Bindegewebszellhaufen an der Basis des Organes wurzelt. Ich hatte damit zugleich eine Erklärung für die Undurchsichtigkeit des unteren Organabschnitts gefunden, denn weder das Organ, noch seine Hülle besitzt eine Spur von Pigment. Die Isolierung der Endschläuche wird in der oberen durchsichtigen Partie durch eine Substanz bewirkt, über deren Wesen ich nicht zu einer definitiven Entscheidung gelangt bin, und die ich daher nach ihrem Aussehen als hyaline Zwischensubstanz bezeichnen werde. Beide Zonen grenzen sich durch ihr optisches Verhalten ganz scharf gegeneinander ab.

2 Anordnung und Lage der Endschläuche.

Wir haben oben erfahren, daß sich in der Mitte der Organbasis eine leichte, grubige Vertiefung befindet, aus welcher ein halbkugeliges Gebilde hervorragt. Hierdurch ist die Eintrittsstelle des Nerven nach hinten gedrängt worden und der Nerv selber abgeplattet. Im untersten Organbezirk bildet er daher eine kurze, muldenförmige Rinne, welche den kugeligen Bindesubstanzzellhaufen, als was sich die erwähnte Hervorragung entpuppt hat, von hinten her umfaßt. Auf Querschnitten sehen wir deshalb, daß sich der Nerv und auch die unterste Organpartie (Taf. III, Fig. 12) bohnenförmig um den kreisrunden Zellhaufen herumlegt.

Innerhalb des Organes findet die Auffaserung des Nerven in der Weise statt, daß jede Sinneszelle von einer Nervenfasern versorgt wird. Von einer pinselartigen Auflösung, wie sie sich Graber vorgestellt haben mag, kann aber keine Rede sein, ebensowenig davon, daß die Fasern „nach allen Richtungen wirt durcheinander verlaufen“. Sie haben vielmehr die Tendenz, sich solange wie möglich zusammenzuhalten, und daher finden wir, daß der Nerv sich, sobald er in das Organ getreten ist, in zwei annähernd gleichstarke Faserbündel sondert, von denen das eine an der inneren Seite des Organes, das andere an der äußeren liegt, und die wir hiernach als inneres und äußeres Faserbündel bezeichnen wollen (Taf. II, Fig. 9, Taf. III, Fig. 12 und 13 iFB und äFB). Das äußere Faserbündel verläuft an der Basis des Organes in horizontaler Richtung nach vorn und innen um den Bindesubstanzkernhaufen herum und schickt seine ziemlich kurzen Nervenfasern an die darüber oder daneben liegenden Sinneszellen. Wollen wir von diesem Bündel einen Querschnitt gewinnen, so müssen wir demnach transversale Längsschnitte (Fig. 9) durch das Organ legen; wir finden dann regelmäßig den Querschnitt am Grunde der äußeren bauchigen Auftreibung dicht neben dem Kernhaufen. Legen wir solche Schnitte etwas schräg von hinten und oben nach vorn und unten durch das Organ, also fast diagonal, so kann es uns glücken, daß wir zugleich das innere Faserbündel in der Längsrichtung getroffen haben. Während also der äußere Bündel an der Basis horizontal verläuft, nimmt das andere seinen Weg im hinteren inneren Abschnitt, annähernd in direkter Fort-

setzung des Tympanalnerven, in der Längsrichtung des Organes, so daß wir auf allen Organquerschnitten, die wir in horizontaler Richtung anlegen, in der bezeichneten Gegend das quergeschnittene innere Bündel finden werden. In Fig. 9 ist die untere Partie des inneren Faserbündels angeschnitten, wir sehen aber bis zum Zapfen hinauf im Stielabschnitt des Organes Sinneszellen liegen, welche alle von hier aus versorgt werden, denn die Nervenfasern treten fortlaufend von unten an seitlich aus dem Bündel heraus, um nach kurzem Verlauf in eine Sinneszelle zu münden. Die Sinneszellen sitzen daher dem Bündel ringsum, doch gewöhnlich nicht an der Außenseite, weil es hier zu oberflächlich liegt, wie Trauben an.

Bei *Aeridium aegypticum* geht die Auffaserung des Tympanalnerven in einer Weise vor sich, die auf einen weit primitiveren Zustand zu deuten scheint. Er teilt sich schon ca. 300 μ unterhalb der Organbasis in zwei gleichstarke Äste $\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$. 200 μ weiter oben geht vom vorderen Ast (1) ein Zweig (1a) ab, welcher sich außen anlegt $\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1a \end{pmatrix}$. Nach weiteren 90 μ teilt sich der Zweig wiederum $\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1a \end{pmatrix}$. Bis zum Organ liegen die Nerven dicht aneinander. An der Basis vereinigen sich die Neurilemmcheiden von 1 und 1a', ohne daß die Nerven selber sich wieder vereinigen. Sie durchbohren dann gemeinsam den Binde-substanzzellhaufen in grader Richtung. Weiterhin ist nun ersichtlich, daß 1 der Rinnennerv ist, während 2 an der hinteren Innenseite des Organes weiterläuft und dem inneren Faserbündel und ferner 1a' mit 1a'' zusammen dem äußeren Faserbündel entspricht. Es ist übrigens eine Eigentümlichkeit von *Aeridium aegypticum*, daß die Faserbündel des Tympanalnerven ihre Neurilemmscheide erst dann verlieren, wenn sie sich auffasern, um an die Sinneszelle zu treten.

Da wir bis jetzt die Auflösung des Tympanalnerven im Organ und sein Verhältnis zu den Sinneszellen kennen gelernt haben, so bleibt noch die Frage offen, welche Endschläuche vom inneren, und welche vom äußeren Faserbündel ausgehen, und ferner wie sich die Endschläuche rangieren.

Bei Beschreibung der äußeren Form des Organes unterschieden wir an der Endzone bestimmte mehr oder weniger markierte Abschnitte. Würde diese Trennung auch im ganzen Organkörper bestehen, so wäre die Beantwortung der obigen Fragen leicht, aber dies ist keineswegs der Fall, wie wir uns an unseren Quer- und Längsschnitten leicht überzeugen können. Dazu kommt, daß die einzelnen Endschläuche, wenigstens soweit sie von bindegewebiger Zwischensubstanz umhüllt sind, eine außerordentlich ungleichmäßige Lagerung einnehmen. Einen annähernd, selten ganz graden Verlauf nehmen nur die peripheren Endschläuche der inneren und vorderen Seite, während man bei den zentral und außen gelegenen häufig ganz bizarre Formen findet, so daß man wohl die Ansicht gewinnen kann, daß sie innerhalb des bindegewebigen Abschnitts, in Anpassung an den gedrängten Raum, der ihnen zur Verfügung steht, regellos zusammengedrängt sind. Von einem „wirren Durcheinander“ kann aber trotzdem nicht gesprochen werden, denn wir dürfen nicht übersehen, daß die Endschläuche trotz dieses Verhaltens immer eine periphere Richtung einnehmen und daher wohl geknickt sind, aber niemals rückläufige Biegungen machen. Wir haben ferner eine Tatsache zu berücksichtigen, auf die wir später näher einzugehen haben, nämlich, daß die Teile der

Endschläuche, welche die stiftförmigen Körperchen bergen, d. s. die distalen Enden der Sinneszellen, alle in einer gleichmäßigen, fast horizontalen Schicht nebeneinander stehen. Da nun aber die Sinnesschläuche in ganz ungleicher Höhe entspringen, so muß sich ihr proximaler Teil in der beschriebenen Weise einrichten. Im Gegensatz zu der bisher geschilderten unregelmäßigen Lage des proximalen Abschnittes haben die distalen Enden der Schläuche in der hellen, durch eine homogene Zwischensubstanz ausgezeichneten Endzone das Bestreben, in möglichst grader Richtung ihren Insertionspunkt zu erreichen. Haben wir nur diesen Organbezirk im Auge, so können wir ihre Anordnung hier wohl als pinselförmig bezeichnen. Ferner ist zu erwähnen, daß die Endschläuche jetzt eine ganz bestimmte Lagerung angenommen haben, denn sie scheinen schalenartig geschichtet zu sein, wie schon Graber mutmaßte (Taf. III, Fig. 14 u. 15). Ob es sich aber um konzentrische Schichtung oder um eine Einwicklung handelt, oder was das Wahrscheinlichste, um mehrere nebeneinander liegende Schichten, welche sich in dieser Weise zusammengebogen haben, kann ich nicht entscheiden; hierauf muß uns die Entwicklungsgeschichte Antwort geben.

Wir durften jetzt erwarten, in unseren Längsschnittserien wenigstens die diesem oberen Organbezirk angehörenden Schlauchpartien in der Längsrichtung geschnitten anzutreffen. Daß dieses nicht der Fall ist, beruht auf folgender interessanten Tatsache: Sämtliche Sinnesschläuche führen in toto ähnlich den Drähten eines Kabels eine $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Windung um die Längsachse des Organes aus, und zwar regelmäßig so, daß die Schläuche der inneren Organpartie ihre Richtung nach dem spindelförmigen Fortsatz nehmen. Ich kann mir dieses am leichtesten in der Weise versinnlichen, daß ich mich selbst in den Tympanalnerven eingeschaltet denke und das Organ von unten betrachte, ich konstatiere dann, daß die Endschläuche des Organs der rechten Körperseite nach rechts, die der linken nach links winden. Wollen wir uns über dieses Verhältnis auf Schnittserien orientieren, so können wir hierzu jeden beliebigen Querschnitt verwenden, und wir werden beim Fokussieren sofort erkennen, daß sich alle Schläuche in demselben Sinne drehen. Beim Durchmustern solcher Schnitte aus der unteren Organpartie fällt auf, daß die Fibrillen der bindegewebigen Stützsubstanz ebenfalls drehen, aber im entgegengesetzten Sinne. Wir verstehen jetzt, daß der Schnitt, nach welchem Fig. 10 (Taf. II) gezeichnet ist, da er die Schläuche der Innenseite in ihrer Längsrichtung getroffen zeigt, von hinten und oben nach vorn und unten durch das Organ gelegt sein muß, und außerdem wird uns klar, daß in demselben Bilde die Schläuche der Außenseite schräg oder quer durchschnitten sein müssen.

Ziehen wir nun alle diese Verhältnisse in Betracht, so können wir erst ermessen, wie schwer es ist, genau zu entscheiden, wo die Endschläuche der einzelnen Organabschnitte ihren Ursprung nehmen. Vom Anfang an schien es ganz natürlich, und im großen und ganzen ist es ja trotzdem auch sicher zutreffend, daß die Endschläuche des Zapfenabschnittes sowie seines flügel förmigen Fortsatzes vom äußeren, die des Stielabschnittes und des spindelförmigen Fortsatzes vom inneren Faserbündel versorgt werden. Nach meinen Befunden ist dieses aber dahin zu berichtigen, daß das äußere Faserbündel vorwiegend die peripheren Endschlauchsichten der äußeren, vorderen und auch teilweise der

inneren Seite innerviert und das innere Bündel die Schläuche, welche zentral und in der hinteren inneren Partie verlaufen.

Was nun die Anordnung der Endschläuche in den beiden Fortsätzen des Endorganes betrifft, so strahlen im flügelförmigen Fortsatz ihre distalen Enden nach dem hinteren Rande der Rinne zu, in mehreren nebeneinander liegenden Schichten, genau in der fächerförmigen Weise aus, wie es Graber (p. 107) schon angegeben hat. Auch den spindelförmigen Fortsatz hat er in der Hauptsache recht gut beschrieben. Er sagt hierüber (p. 106): „Die Zahl und Gruppierung der im spindelförmigen Fortsatz eingeschlossenen Nervenendigungen zeigt eine ganz merkwürdige Übereinstimmung. Es finden sich nämlich bei allen Acridiern durchweg 7 Endröhren. Diese 7 Endröhren stehen gegenüber den anderen Nerven-elementen keineswegs exponiert, sondern mit denen des glockenförmigen Segments in einer kontinuierlichen Reihe.“ Die auffallende Konstanz in der Zahl der Endschläuche, welche allerdings immer 8, nicht 7 beträgt, muß ich gleichfalls konstatieren. Diese 8 Schläuche gehen aus den obersten Nervenfasern des inneren Faserbündels hervor. Sie treten an der früher bezeichneten Stelle aus dem Organ heraus und legen sich so zusammen, daß sie ein fast drehrundes Bündel bilden, welches in demselben Sinne wie der Körper des Organs gedreht ist.

3. Bau der Endschläuche.

Wenn ich die Angaben Grabers über den Bau der Endschläuche neben die Resultate meiner Untersuchungen stelle, so will ich gern zugestehen, daß er den Grundbau dieser Gebilde ganz richtig erkannt hat. Es will mich auch bedünken, daß der Wert seiner Ausführungen dadurch keine große Einbuße erleidet, daß er, um die dürftigen Befunde, welche er bei den Acridiern erhalten hat, zu korrigieren, auf die Gleichartigkeit ihrer Endschläuche mit den tympanalen Nervenendigungen der Locustiden und Grillen hinweist, eine Tatsache, die ich späterhin ausführlich beweisen werde. Wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes zitiere ich die Ausführungen Grabers wörtlich [p. 104 : „Der terminale Fortsatz der Ganglienzelle schwillt in einer Entfernung, die ungefähr das zwei- bis dreifache der letzteren beträgt, zu einem schmalen spindelartigen Schlauche an, der an seinem hinteren Ende regelmäßig einen grobgranulierten Kern (Wurzelkern) erkennen läßt, in seiner vorderen Partie ein stiftartiges Körperchen einschließt und darüber hinaus in eine dünne Faser sich fortsetzt, die ihrerseits wieder in eine Matrixzelle des tympanalen Integuments übergeht. Außer dem Wurzelkern beobachtet man noch andere in der Endzone, die ebenfalls den Endschläuchen anzugehören scheinen und dem Gipfelkern der Locustiden und Grillen entsprechen würden.“ Während Graber hier noch der Ansicht ist, daß die ganzen Endschläuche als „terminale Fortsetzung der Ganglienzelle“ anzusehen sind, bezeichnet er sie späterhin (1882, p. 538) als „mehrzellige Bildungen, die nur mit ihrem aus der terminalen Ganglienzelle entspringenden Endabschnitt andern Sinneszellen gleichgestellt werden dürfen“. Es ist nicht weiter zu verwundern, daß Graber bei der Lagebestimmung der drei Kerne stehen geblieben ist, dagegen hätte man von den neueren Bearbeitern der einschlägigen Themata wohl ein genaueres Eingehen auf die Frage der Umgrenzung der Sinneszelle und auch ihres Hüllapparates erwarten dürfen.

In der Voraussicht, daß auch meine Arbeit nur ein Fragment bleiben würde, wenn es

mir nicht gelingen sollte, diese Fragen befriedigend zu lösen, habe ich mich lange Zeit ausschließlich hiermit beschäftigt. Bei der Zartheit der Linien und der Schwierigkeit ihrer Deutung bin ich, nicht ohne vielfachen Irrtümern zu unterliegen, zum Ziele gelangt. Daß es mir gelungen ist, verdanke ich hauptsächlich zwei Faktoren: der Formolkonservierung und der Heidenhainfärbung. Diese Bemerkungen glaube ich einschalten zu müssen, damit es nicht den Anschein habe, als seien die fraglichen Verhältnisse auf jedem Schnitt leicht zu finden. Ich füge jedoch hinzu, daß die Bilder, welche meiner nachfolgenden Beschreibung zu Grunde liegen, von meinen Lehrern, den Herren Professoren Chun und zur Strassen, als vollkommen einwandfrei anerkannt sind.

Jeder Endschlauch besteht aus drei Zellen, der Sinneszelle und zwei Hüllzellen, welche, schematisch betrachtet, alle drei in einer Reihe aufeinander folgen. Wir wollen sie in dieser Reihenfolge untersuchen.

Die Sinneszelle (Ganglienzelle Grabers und der übrigen Forscher) (Taf. II, Fig. 9 und 10, Taf. III, Fig. 17 SZ und Textfig. 7) hat den für die sensorischen Zellen bekannten bipolaren Typus. Sie besitzt einen peripherischen Fortsatz (SZF), welcher das Nervende einschließt, und einen zentralen (NF), der die Verbindung mit der Bauchganglienkeite herstellt. Es war demnach augenscheinlich nicht ganz korrekt, wenn wir bisher im Interesse einer besseren Orientierung von einer Innervierung der Endschläuche durch den Tympanalnerven gesprochen haben, denn wenn wir schon unsere schallperzipierende Zelle als Sinneszelle oder Sinnesnervenzelle im Sinne vom Rath (1894, p. 23) oder als Rezeptionszelle im Sinne Bethes (1903, p. 31) bezeichnen und erklären, dann müssen wir auch die für solche Zellen heute wohl allgemein gültige Auffassung annehmen, nach welcher sie als modifizierte Epithelzellen anzusehen sind, „die durch Wachstum ihres proximalen Fortsatzes bis ins Zentralorgan hinein zu einer Sinneszelle werden“ (vom Rath). Wenn nun auch die Wahrscheinlichkeit sehr groß ist, daß die Sinneszellen des Tympanalorgans der Acridier sowie die homologen Gebilde der anderen Orthopteren hypodermalen Ursprungs sind, und wir auch unbedingt genötigt sein werden, sie von dieser Seite zu betrachten, falls wir für ihre spezifischen Elemente eine plausible Erklärung finden wollen, so dürfen wir hiermit doch nicht wie mit einer Tatsache rechnen, solange wir über ihre Entwicklung noch vollkommen im unklaren sind. Lenhossék (1892, p. 129) stellt zwar den Satz auf, daß alle rezeptorischen Nerven bei Wirbellosen wie bei Wirbeltieren von ursprünglich im Integument gelegenen Zellen abstammen, „sie rücken nur in die Tiefe, einen langen Faden in der Haut zurücklassend“. Bezüglich unserer Sinnesorgane ist jedoch zu bemerken, daß ihre Nervenendigungen erheblich vom Integument entfernt liegen, und daß z. B. die Cristaendschläuche der Locustiden überhaupt keine Berührung mit der Hypodermis haben. Doch grade bei der Crista acustica werden aufklärende Studien am ehesten Aussicht auf Erfolg haben, denn von allen scolopophoren Tympanalorganen ist dieses das einzige, welches sich erst nach dem Ausschlüpfen des Tieres entwickelt.¹

Wenn ich also den bisher beliebten Modus der Beschreibung beibehalten darf, so wird die Nervenfaser (NF), je mehr sie sich der Sinneszelle nähert, immer breiter. Ihre Übergangsstelle ist manchmal ebenso breit wie der distale Fortsatz an seinem Ursprung, ge-

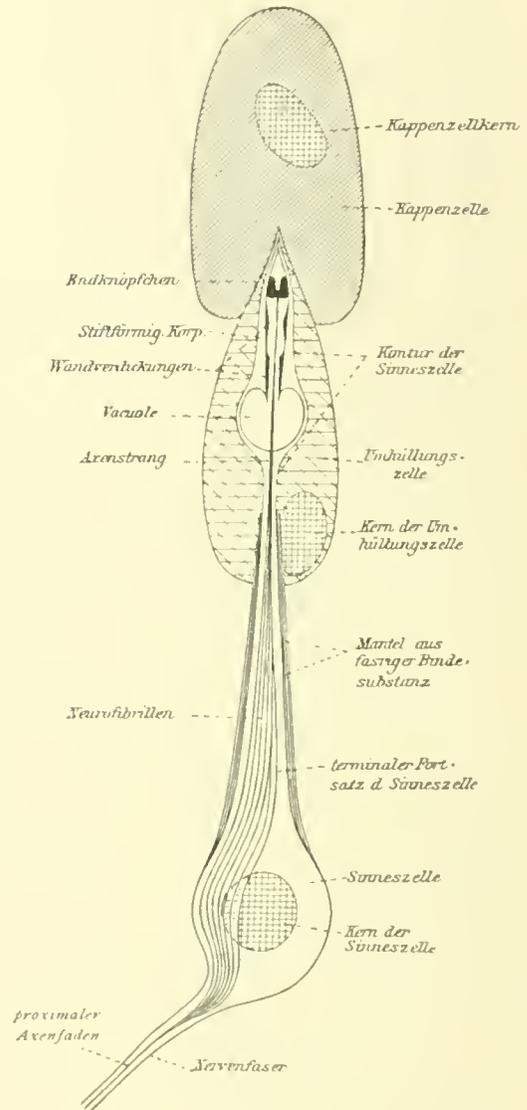
¹ Präparate, die ich von einem frisch ausgeschlüpfen *Niphidium dorsale* angefertigt habe, machen es wahrscheinlich, daß die Cristaendschläuche zwar nicht aus Integumentepithel, wohl aber aus der Tracheenmatrix entstehen.

wöhnlich allerdings viel schmaler. Die großen, meist kugligen, selten etwas ellipsoiden Kerne der Sinneszellen (SZK), fallen durch ihre gleichmäßige Größe (Durchmesser bei *Mec. gr.* 12—13 μ) und Gestalt auf, sowie durch ihr spärliches Chromatingerüst, welches sie neben den Kernen der Binde substanz und der Hüllzellen sehr hell erscheinen läßt. Um den Kern herum ist die protoplasmatische Struktur enger gefügt als in dem viel helleren terminalen Fortsatz. Dieser geht aus der kernhaltigen Partie ganz gleichmäßig hervor und zieht dann distalwärts, umhüllt von fasriger Binde substanz, und indem er sich ganz allmählich verjüngt, seinen Hüllzellen zu.

Die Eintrittsstelle der Nervenfasern liegt selten dem terminalen Fortsatz diametral gegenüber, sie können sogar so dicht zusammengedrückt sein, daß das Bild einer unipolaren Zelle entsteht; solche Bilder trifft man häufiger in dem bauchig aufgetriebenen äußeren Organbezirk, während in inneren und hinteren die Endschläuche mehr gestreckt sind.

Nachdem der Fortsatz der Sinneszelle innerhalb seiner ersten Hüllzelle sehr zart geworden ist, wird er plötzlich durch eine eingelagerte kuglige Blase (V) stark ausgeweitet. Jenseits der Blase läuft sein Grenzkontur dicht neben dem stiftförmigen Gebilde, welches in dieser distalen Partie der Sinneszelle liegt, weiter und findet mit demselben seinen Abschluß.

Die eben erwähnte kuglige Blase liegt immer an der Basis des Stiftes, welcher ein wenig in sie hineingedrückt ist und ihr so eine Apfelform verleiht. Sie ist ein scharf konturiertes Gebilde, welches den Schlauch der Sinneszelle vollkommen ausfüllt, so daß ihr äußerer Grenzkontur mit dem der Sinneszelle zusammenfällt (in Textfig. 7 sind diese Konturen getrennt gezeichnet). Ihr Inhalt ist absolut gasklar, bei Heidenhainfärbung sieht man der Wandung kleine, ungleichmäßige, körnige, schwärzliche Koagula von ungleicher Größe anhaften. Die Wandung scheint recht widerstandsfähig zu sein, denn man findet sie nur in ganz schlechten Präparaten kollabiert. Proximal schließt sie fest um den nervösen Achenstrang, welcher von der Sinneszelle her die Blase durchzieht, distal stößt sie in der beschriebenen Weise an die Basis des Stiftes. Ob sie hier auch geschlossen ist, kann ich



Textfig. 7.

nicht entscheiden, ich neige aber der Ansicht zu, daß ihr Inhalt mit dem Stiftlumen kommuniziert, und daß sie vielleicht als Fortsetzung der Stiftwand anzusehen ist. Diese Blase ist typisch für alle tympanalen wie atympanalen stiftführenden Sinnesschläuche der Orthopteren. Als ich sie zum ersten Male sah, glaubte ich, das von Graber als „Binnenblase“ beschriebene Gebilde vor mir zu haben, ich überzeugte mich jedoch bald, daß Graber hierunter etwas ganz anderes verstanden hat. Er schreibt wörtlich (1882, p. 541): „Hinsichtlich der die Stifte umgebenden Substanz der Endschläuche habe ich manchmal innerhalb der feinkörnigen Masse, von der sie erfüllt sind, einen ganz hellen, mit homogener Flüssigkeit erfüllten Hohlraum gesehen, doch nie in so bestimmter Weise, wie bei den birnförmigen Körperchen (den Stiften der Locustidencrista), wo dieser helle Raum von einer besonderen blasenartigen Membran umgeben zu sein scheint.“ Seine ursprüngliche Bemerkung über die Binnenblase lautet (1875, p. 63) etwas präziser dahin, daß „in der Endblase (so bezeichnet er den stiftführenden Abschnitt der Cristaendschläuche) abermals eine Innen- oder Binnenblase mit durchsichtigem, wässrig-flüssigem Inhalt zu unterscheiden ist, in dem das birnförmige Körperchen eingebettet liegt.“ In den Abbildungen, die Graber zu dieser Beschreibung liefert (1875, Taf. V, Fig. 65, Taf. VI, Fig. 71, besonders Taf. VIII, Fig. 94), zeichnet er um den ganzen Stift herum einen breiten hellen Hof, welcher die Binnenblase vorstellen soll. Eine Binnenblase im Sinne Grabers existiert überhaupt nicht, was Graber als solche bezeichnet, und die nach ihm auch Herbig bei den Grillen gesehen haben will, ist entweder die Umhüllungszelle oder ein durch mangelhafte Konservierung entstandener künstlicher Hohlraum. Ich werde die von mir aufgefundene Blase, um eine Verwechslung mit der Graberschen Binnenblase zu vermeiden, als „die Vacuole“ bezeichnen.

Im zugespitzten Ende des terminalen Fortsatzes der Sinneszelle liegt unmittelbar über der Vacuole das stiftförmige Körperchen, dessen Bau und Bedeutung in einem besonderen Kapitel besprochen werden soll. Wir wollen nur bezüglich der Richtung, welche die stiftförmigen Körperchen einnehmen, um damit zugleich eine Erklärung für die Lagerungsweise der oberen Endschlauchzone zu gewinnen, bemerken, daß sie regelmäßig der Trommelfellpartie, durch welche sie erschüttert werden, ihre Längsseite zukehren, und zwar liegt die distale Stiftspitze immer ein wenig näher dem Trommelfell als die Basis, ein Verhalten, welches uns am besten klar wird, wenn wir uns die Stellung des spindelförmigen und des flügelförmigen Fortsatzes zum Trommelfell vergegenwärtigen. Die stiftförmigen Körperchen, auf welche die Erschütterung durch den Zapfen übertragen wird, sind so gerichtet, daß ihre verlängerte Längsachse am Zapfen vorbeilaufen würde.

Die Länge der Sinneszellen ist wegen ihrer unregelmäßigen Lagerung recht schwer zu eruieren, es scheint aber, daß sie durchschnittlich in allen Organabschnitten gleich lang sind. Ferner sind im allgemeinen bei der größeren Acridierspezies auch die Sinneszellen etwas mehr entwickelt; daß dieses aber nicht die Regel ist, lehrt ein Vergleich der Fig. 10 (Taf. II) und 17 (Taf. III), hier ist die Sinneszelle von *Acridium aegyptic.* noch kleiner als die von *Mec. gr.* Bei letzterem Acridier habe ich ihre Länge auf 138 μ bestimmt, gemessen von der Eintrittsstelle der Nervenfasern bis zum distalen Stiftenende. Ihre Breite beträgt am kernhaltigen Teil ca. 20 μ , die des terminalen Fortsatzes an seinem Ursprunge 7—8 μ und dicht unter der Vacuole nur 1 μ . Der Durchmesser der Vacuole wechselt

mit der Breite der Umhüllungszelle, in den meisten Fällen beträgt er 7 μ . Die größten Vacuolen findet man im Zapfenabschnitt und dem flügel förmigen Fortsatz, weil hier die Endschläuche am lockersten liegen, die kleinsten in der hinteren inneren Partie des Stielabschnittes.

Die zweite Zelle des Endschlauches, welche wir nach Adelung 1892, p. 325 als Umhüllungszelle bezeichnen wollen (Taf. II, Fig. 10, 11 und Taf. III, Fig. 17 UZ), ist von oben her wie ein Futteral über das distale Ende des Sinneszellenfortsatzes herübergestülpt, so daß ihr ganzer Zelleib seitlich von demselben zu liegen kommt. Neben der Kopfspitze des Stiftes ist sie ebenso wie die Sinneszelle kaum noch nachweisbar. Sie umhüllt den Teil des Sinneszellenfortsatzes, welcher außerhalb der fasrigen Bindesubstanz liegt, übergreift aber auch noch eine kurze Strecke des bindegewebigen Hüllschlauches. In dieser proximalen Partie liegt immer, durch den Fasermantel muldenförmig eingedrückt, ihr großer, 14 μ langer, unregelmäßiger Kern, welcher mit seinem dichten Chromatingerüst vollständig den Kernen der Hypodermiszellen ähnelt (Taf. II, Fig. 10, 11 und Taf. III, Fig. 14 und 17 UZK). Die regelmäßige Lage der Kerne hat zur Folge, daß sie alle an der Grenzschicht der fasrigen Bindesubstanz liegen, eine Anordnung, die schon Graber und Ranke aufgefallen ist und letzteren Veranlassung gegeben hat, eine besondere „Körnerschicht“ anzunehmen (vgl. Taf. II, Fig. 9 und Taf. III, Fig. 14 UZK). Der Zelleib ist sehr hell, die Schaumstruktur sehr großbläslich, so daß der Kontur zwischen der wenig helleren Sinneszelle und der Umhüllungszelle sehr schwer und vielfach nur auf Querschnitten kenntlich wird. Oberhalb der Vacuole spitzt sich die Zelle nach dem Kopfe des stift förmigen Körperchens hin kegelartig zu. Die Länge der Umhüllungszelle beträgt im Durchschnitt 50–60 μ , nur an den Endschläuchen des spindelförmigen Fortsatzes (Taf. II, Fig. 11) erreichen die Zellen eine noch größere Länge. Ihr Querdurchmesser beträgt unterhalb der Vacuole 8–9 μ .

Das variabelste Zellgebilde des Endschlauches ist die dritte Zelle, die Deck- oder Kappenzelle (Taf. II, Fig. 9, 10, 11 und Taf. III, Fig. 16 und 17 KZ). Diese sitzt wiederum der Umhüllungszelle müzenartig auf, aber höchstens bis zur halben Stiftlänge, gewöhnlich noch viel weniger. Hierdurch erhält das distale Ende des Sinneszellenfortsatzes einen doppelten Mantel. Die Kappenzelle zeichnet sich durch ihr außerordentlich dichtes, homogenes und stark lichtbrechendes Protoplasma aus, welches für die Aufnahme von Farbstoffen jeder Art sehr empfänglich ist. Die Kerne (KZK = Gipfelkerne Grabers) liegen gewöhnlich gleich oberhalb der Stiftspitze; ihre Form richtet sich nach der ihrer Zellen, d. h. sie sind lang (bis 25 μ) und wurstförmig, wenn die Kappenzellen lang ausgezogen sind, und unregelmäßig bohnenförmig, ellipsoid oder kuglig, wenn die Zellen kürzer und breiter sind. Im übrigen gleichen sie wie die Kerne der Umhüllungszellen in Größe und Aussehen ganz denen der angrenzenden Hypodermis. Die Kappenzellen haben die Verbindung mit der Hypodermis herzustellen, und hierauf beruht auch die Ursache ihrer Vielgestaltigkeit, denn ihr proximales Ende ist durch die in einer kontinuierlichen Schicht liegenden Stifte gegeben, während sich die Lage ihrer Anheftungsstelle nach der Form der Trommelfellkörperchen richtet. Der Unterschied in der Länge der Endschläuche wird daher allein durch die Kappenzellen bedingt. Im Flügel fortatz und zum großen Teil auch in der ganzen Partie, die wir als Zapfenabschnitt bezeichnet haben, sind die Kappenzellen breit

und niedrig und liegen ebenso breit der Hypodermis an (Taf. II, Fig. 9 und 10). Je mehr die Ansatzgrenze nach dem stiel förmigen Körperchen hin ansteigt, um so mehr ziehen sie sich in die Länge (Fig. 9). Die einfache Streckung geht aber nur bis zu einer nicht näher zu bestimmenden Grenze, sind noch größere Entfernungen zu überbrücken, so löst sich das distale Ende der Zelle in feine Fasern auf, welche um so dünner werden, je weiter ihre Ansatzstelle entfernt ist. Die lange Kappenzelle in Fig. 17 (Taf. III) verrät uns sofort, daß wir einen Endschlauch aus der hinteren Partie des Stielabschnittes vor uns haben. Welch enorme Länge die Kappenzellen erreichen, und wie zart die Fasern werden können, sehen wir am besten an den Endschläuchen des spindelförmigen Fortsatzes (Taf. II, Fig. 11). Die Endfasern dieser 8 radiär geordneten Kappenzellen haben sich zu einem gemeinsamen, 6 μ dicken Strang zusammengelegt, während der Querdurchmesser der Spindel im Bereiche der Kappenzellkerne 25 μ und die Gesamtlänge der Zellen 85 μ beträgt.

Die innige Verbindung der Kappenzellen mit der Matrix erinnert an die Befestigungsart der Muskeln am Integument. Wir beobachten sie am schönsten dort, wo die Zellen mit breiter Fläche aneinander liegen (Taf. II, Fig. 9 und 10 ZA), und wir erhalten hier den Eindruck, als ob von der Berührungsfläche der Kappenzelle aus viele feine unverzweigte Fäden in die Hypodermis dringen, um in gradem oder welligem Verlaufe an die Cuticula zu treten und sich an deren innere Lamellen zu heften. Manchmal scheint es auch, als ob die Cuticula den Fasern kleine spitze Zacken zu ihrer Befestigung entgegenschickt. In den Fällen, wo die Kappenzelle zu einem Endstrang ausgezogen ist, bilden die intrazellularen Fäden der Matrix die direkte Fortsetzung der Endstrangfibrillen (Fig. 9 StA). Es ist hiernach die Möglichkeit, daß es sich um ein wirkliches Hineinwachsen der Kappenzelle in die Matrix handelt, nicht ganz von der Hand zu weisen, wahrscheinlicher ist es aber doch, daß die Verwachsung der beiden Zellarten an der Basis der Hypodermis stattgefunden hat.

Graber meint (1875, p. 105), daß sich „das Organ aus ebensoviel Endschläuchen zusammensetzt, als der Trommelfellzapfen Matrixzellen hat“. Wir haben längst erkannt, daß die Zahl der Endschläuche nicht annähernd hinreicht, um die Trommelfellkörperchen ganz zu bedecken, und andererseits stimmt es auch nicht, wenn wir aus der Angabe Grabers den Rückschluß machen wollen, daß jeder Endschlauch nur mit einer Matrixzelle verbunden ist. Obwohl dieses Verhältnis in der Regel besteht, so finden wir doch häufig Kappenzellen, die sich an mehrere Matrixzellen heften, und wir können im vorderen Organbezirk, am Übergange des Stielabschnittes in den Zapfenabschnitt sogar beobachten, daß manche Kappenzellen in beiden Trommelfellkörperchen gleichzeitig wurzeln.

Von besonderem Interesse ist der Befund von Verbindungen, die die Kappenzellen untereinander eingehen. Eine flächenhafte Berührung dieser Zellen besteht niemals; auch wenn sie dicht zusammengedrängt sind, wie im spindelförmigen Fortsatz (Taf. II, Fig. 11 und 11a), befindet sich zwischen ihnen noch eine Schicht hyaliner Zwischensubstanz. Aber überall, ob sie weit oder eng liegen, sind sie durch Zellbrücken miteinander verbunden. Vom Zellkörper strahlen nach allen benachbarten Kappenzellen hin feine, stachelige, runde, unverzweigte und solide Fäden, die sich in deren Plasma einsenken resp. mit ihren ebenso geformten Fortsätzen vereinigen, ohne daß die

Verbindungsstelle durch eine Grenzschicht kenntlich wird (Taf. II, Fig. 9, 10, 11 und Taf. III, Fig. 16 ZBr). Die Brücken nehmen bei Heidenhainfärbung einen sehr dunklen Farbton an und sind daher in der hellen Zwischensubstanz vorzüglich zu erkennen. Wenn man in Organlängsschnitten eine Stelle findet, wo der Interzellularraum zwischen zwei Kappenzellen in der Längsrichtung durchschnitten ist, so kann man sich überzeugen, daß die Kommunikationen fädiger und nicht etwa membranöser Natur sind, denn man sieht dann, daß die Oberfläche der Kappenzellen mit kleinen, dichtstehenden, in der Aufsicht punktförmig erscheinenden Stacheln bedeckt ist.

4. Der Fibrillenapparat der Sinneszelle.

Ehe wir das in Frage stehende Gebiet betreten, erscheint es wünschenswert, daß wir uns vorher die wichtigsten Tatsachen, welche von der inneren Struktur der Nerven und Sinneszellen der Wirbellosen, speziell durch die umfassenden Studien Apathys, bekannt sind, ins Gedächtnis rufen, besonders, um zu zeigen, wie außerordentlich divergent sich das Verhalten der Fibrillen in den stiftführenden Sinneszellen zeigt, im Vergleich zu demjenigen, welches bisher als typisch für die Evertebraten gegolten hat.

Nach Apathy (1898, p. 133) bestehen die Nervenfasern der Evertebraten aus drei histologischen Elementen: der Glascheide, den Neurofibrillen und der Interfibrillärsubstanz. Myelincinlagerung soll selten vorkommen; in den motorischen wie sensorischen Nerven der Orthopteren fehlt sie wahrscheinlich vollständig. Auf Längsschnitten sieht man in der Nervenfaser in mehr oder minder großer Anzahl feine, scharf gezeichnete Fibrillen, die in einer gleichmäßigen homogenen Masse, der Peri- oder Interfibrillärsubstanz eingebettet sind, genau so wie in den Achsencylindern der peripherischen Wirbeltiernerven. Außen wird die Faser von der Glascheide umhüllt. Besser als auf Längsschnitten erkennt man die Anordnung dieser Bestandteile auf Querschnitten. Hier treten uns die gefärbten Neurofibrillen innerhalb der strukturlosen hellen Interfibrillärsubstanz als dunkle Punkte entgegen ☉.

Die Neurofibrillen sind immer scharf konturiert und vollkommen glatt, ohne irgend welche Varicositäten. Innerhalb der Nervenfaser zeigen sie keine Verbindung untereinander, sie bewahren vollkommen ihre Individualität. Es gibt verschieden dicke Neurofibrillen, je nachdem mehr oder weniger Elementarfibrillen in ihnen vereinigt sind. War der Nerv nicht gespannt, so verlaufen die Fibrillen wellig, obwohl die äußere Faserkontur gradlinig ist, in gestreckten Nerven sind sie schnurgrade (Apathy 1898, p. 131, Bethe 1903, p. 18, 33 u. 48). Die Interfibrillärsubstanz ist ein mehr oder weniger eingedickter ölarartig gewordener Zell-saft, welcher von dem Somatoplasma (Protoplasma) aller Zellarten, welche mit dem Nervensystem im Zusammenhang sind, gänzlich verschieden ist (Apathy 1898 p. 127 und 131).

Die Anordnung der Glascheide hat eine große Ähnlichkeit mit der der Wirbeltiere, sie ist ebenfalls aus besonderen, äußerst feinen Fibrillen zusammengewoben (Apathy 1898, p. 132). In meinen Präparaten zeigte sich die Glascheide als eine außerordentlich zarte Membran, an der ich keine Fibrillen erkennen konnte, eine Verwechslung mit Neurofibrillen ist daher ganz ausgeschlossen.

Was nun den Übergang der Nervenfasern in die Sinneszellen betrifft, so sagt Apathy (1898, p. 127), daß die Interfibrillärsubstanz nicht mit in die innervierte Sinneszelle eindringt; sie verliert sich auf der Oberfläche oder bald unter der Oberfläche der Zelle. Nur die Neurofibrille tritt in die Sinneszelle, verästelt sich und bildet ein geschlossenes intrazelluläres Neurofibrillengitter, entweder in der Nähe der Oberfläche der Zelle oder dicht am Kern. Diese Fibrillenstudien hat Apathy an den epidermalen und subepidermalen Sinneszellen der Hirudineen gemacht, er beschreibt dann noch einen dritten Typus bei den subepidermalen Sinneszellen von *Pontobdella*, wo beide geschilderten Typen zugleich bestehen, nämlich eine perinucleäre und eine periphere Gitterkugel, die durch radiäre Äste in Verbindung stehen (1898, p. 137/38). Bethe hat das Verhalten der Neurofibrillen in den Sinneszellen an Apathyschen Präparaten von *Hirudo* studiert und schreibt hierüber (1903, p. 40) (ebenso Apathy 1897, p. 654 ff.): „Die von vielen Neurofibrillen erfüllten rezeptorischen Fasern teilen sich an der Körperperipherie, wo dann die einzelnen Äste, die immer noch je eine Fibrille enthalten, mit einer subepithelialen Sinneszelle in direkte Verbindung treten. In diesen bipolaren Zellen teilt sich die Fibrille in mehrere Äste, die untereinander Anastomosen eingehen und jenseits des Kernes sich wieder vereinigen, um als einheitliche Fibrille zwischen die Epithelzellen zu ziehen.“

Über das Verhalten der Neurofibrillen in den Sinneszellen der Arthropoden liegen leider gar keine Mitteilungen vor, außer einem Befunde von Bálint, welcher nach Bethe (p. 41) (ich habe mir die Arbeit nicht verschaffen können) bei den subepithelialen Rezeptionzellen der Biene ein ganz identisches Verhalten der Neurofibrille, wie das oben bei *Hirudo* geschilderte, nachgewiesen haben soll.

Die Anordnung der leitenden Elemente in den tympanalen Sinneszellen der Acridiiden ist nun so verschieden von den oben wiedergegebenen Befunden, daß es kaum angebracht erscheint, sie mit diesen in Parallele zu stellen. Während Apathy wie Bethe hervorheben, daß vor der Sinneszellengruppe ein sensorisches Bündel sich aufteilt und an jede Sinneszelle eine Neurofibrille abgibt („jede subepidermale Sinneszelle erhält eine Neurofibrille, nie mehr“, Apathy 1897, p. 665), tritt hier, wie schon verschiedentlich erwähnt, die ganze Nervenfasern an eine Sinneszelle. Solch eine Nervenfasern enthält aber immer, wie man sich auf Nervenquerschnitten überzeugen kann, mehrere Neurofibrillen. Nun ist es eigentümlich, daß sich im Endabschnitt der Nervenfasern, scheinbar eine Bestätigung der Apathyschen Angaben, immer nur eine äußerst feine axiale Neurofibrille, umgeben von einem breiten Perifibrillärmantel, vorfindet (Taf. II, Fig. 10 und Taf. III, Fig. 17 aFi). Der Perifibrillärmantel hat an dieser Stelle ein eigenartiges homogenes Aussehen und ist bei Osmium-Präparaten graubraun gefärbt, so daß die Fibrille schlecht zu erkennen ist; möglich, daß hier eine Einlagerung von Myelin besteht. Eine künstliche Verklebung der Fibrillen halte ich für ausgeschlossen, weil ich konstant solche Bilder erhalten habe. Ich kann mir diesen Widerspruch nur so erklären, daß sich die Fibrillen der Sinneszelle zu einem proximalen Fibrillenstrang oder Achsenfaden sammeln, wie sie es ja auch im distalen Fortsatz tun, und daß sich dieser „Achsenzylinder“ dann nach dem Zentralorgan zu wieder auffasert.

Schon ehe die axiale Neurofibrille der Nervenfasern (der proximale Achsenfaden) in die Sinneszelle tritt, teilt sie sich pinselförmig in eine wechselnde Anzahl von

Fibrillen, welche keine bestimmten topographischen Beziehungen zum Kern eingehen, sondern, ohne sich weiter aufzusplintern, immer an einer Seite des Kernes glatt durch die Sinneszelle hindurchziehen (Fi. Jenseits des Kernes verlaufen sie im terminalen Fortsatz der Sinneszelle in derselben Weise, d. h. als Einzelindividuen, und ohne sich zu verästeln, allmählich konvergierend weiter. Innerhalb der Umbüllungszelle haben sie sich soweit genähert, daß sie einen axialen Strang bilden, einen wahren Achsencylinder. Auf Querschnitten kann man anfangs noch in diesem Achsenstrang die einzelnen Fibrillen erkennen, am oberen Ende des Kernes der Umbüllungszelle erscheint er uns aber schon als solides Gebilde (Taf. II, Fig. 10 u. 11 und Taf. III, Fig. 13, 14, 15 u. 17 Fi, Ax). Nach dem Stift zu verjüngt er sich ganz wenig; er durchbohrt die Vacuole, tritt dann in den Stift ein, ohne mit dessen Wandung in Berührung zu kommen, und findet im sogenannten Stiftkopf sein Ende.

Dieses Gebilde, welches ich als den Achsenstrang oder Achsenfaden bezeichne, tritt immer so ungemein deutlich hervor, daß es schon von Siebold erkannt ist (1844, p. 54) und bei sämtlichen Forschern, mit Ausnahme von Schmidt, Erwähnung findet. Graber beschreibt den Achsenstrang als einen fadenartigen Fortsatz des Stiftes (1875, p. 105), den er bis zur Ganglienzelle zurückverfolgen konnte und bezeichnet ihn als peripheren Achsenfortsatz derselben. Ich kann bestätigen, daß bei schlecht konservierten Präparaten die Fibrillen fast bis zum Kerne hin zu einem Strang zusammenkleben.

Bei der unregelmäßigen Form der Endschläuche ist es als ein glücklicher Zufall zu bezeichnen, daß ich in einer 5 μ -Serie von *Aceridium aegyptic* den ganzen Fibrillenverlauf auf zwei Schnitten übersehen konnte. Ich habe in Fig. 17a und b (Taf. III) versucht, diese beiden Schnitte photographisch genau wiederzugeben. In Fig. 17a sehen wir in der Nervenfasern (NF) die zarte axiale Neurofibrille (aFi), welche sich in 7 terminale Fibrillen (als Elementarfibrillen darf ich sie wohl nicht bezeichnen) teilt (Fi). In Fig. 17b erkennen wir genau an der abgeschnittenen Stelle die Fortsetzung der 7 Fibrillen und sehen, wie sie neben dem noch eben angeschnittenen Kern in grader Richtung nach dem terminalen Fortsatz der Sinneszelle hinziehen. Hier fehlt ein Teil des Fibrillenkegels, welcher im vorhergehenden Schnitt zu suchen wäre; nur eine Fibrille ist unlädiert geblieben, und wir können diese bis zum Achsenstrang (Ax) hinauf verfolgen.

Fig. 10 (Taf. II) zeigt uns alle Phasen des Fibrillenapparates im Längs- und Querschnitt. Besonders instruktiv sind die Querschnitte, denn wir finden hier alle Partien der Sinneszelle reihenweise geordnet vor. Wenn wir unten anfangend von rechts nach links die quergeschnittenen Schichten durchgehen, so können wir uns leicht das oben geschilderte Verhalten des Fibrillenkegels rekonstruieren.

Die Zahl der Fibrillen der Sinneszelle scheint wechselnd zu sein. Bei *Mec. gr.* und den übrigen heimischen Acridiideen habe ich 20—30 gezählt, bei *Aceridium aegypticum* höchstens 20. Es ist aber doch wahrscheinlich, daß dort, wo bedeutend weniger Fibrillen zu sehen sind, wie in Fig. 17, eine Verklebung mehrerer Individuen stattgefunden hat.

Besonders merkwürdig sind die Dickenverhältnisse der Fibrillen, denn jede einzelne Fibrille der Sinneszelle ist ebenso dick wie die axiale Neurofibrille der Nervenfasern, während sie doch, wie man annehmen sollte, nur einen Bruchteil derselben ausmachen dürfte. Der Achsenstrang hinwiederum, welcher sich bekanntlich nach dem Stift zu etwas verjüngt,

hat in der Vacuole einen Durchmesser von $0,5 \mu$ und ist hier um das vielfache dicker als der proximale Achsenfaden. Ungefähr in gleicher Stärke tritt er in den Stift ein, wird in dessen unterem Drittel nur wenig dünner und verfeinert sich dann schnell so sehr, daß er uns jetzt nur noch als unmeßbar feines Fädchen erscheint.

Ich wiederhole, daß der Achsenstrang kontinuierlich den Stift durchsetzt, ohne Seitenzweige an die Stiftwand abzugeben, weder beim Eintritt in den Stift noch im Stiftlumen.

Wie dieses ganze Verhalten mit der Apathyschen Anschauung vom Bau der Fibrillen in Einklang zu bringen ist, bin ich nicht im stande anzugeben.

Ich muß nun noch einmal darauf zurückkommen, daß ich meine Resultate über den Verlauf der Fibrillen ausschließlich an Osmium- und Formolpräparaten gewonnen habe. Apathy sagt nämlich in seiner Polemik gegen Heidenhain (1902, p. 72/73) mit Bezug auf die Kupfferschen Untersuchungen über den „Achsenzylinder“ markhaltiger Nervenfasern, daß es mit Hilfe der von Kupffer angewandten Osmiumfixierung nicht möglich sei, die Neurofibrillen innerhalb der Zellen sichtbar zu machen. Die Sichtbarkeit der Neurofibrillen in den Nervenfasern sei nur jener Eigenschaft der Osmiumsäure zu danken, daß sie die Interfibrillärsubstanz des Achsenzylinders ohne Schrumpfung fixiert und daher die darin eingebetteten Neurofibrillen einen größeren Abstand voneinander bewahren und nicht etwa einer erhöhten Färbbarkeit derselben; sie erscheinen in den Nervenfasern deshalb dunkler, weil sie ein dichterer Körper seien als die Interfibrillärsubstanz. Aber inmitten des Protoplasmas der Ganglienzellen und anderer Zellen käme dies Moment nicht zur Geltung, weil hier die Neurofibrillen vom Protoplasma nicht färberisch differenziert werden könnten.

Mit der von Kupffer angewandten Säurefuchsinfärbung ist dieses in der Tat nicht möglich, ebensowenig wie mit Apathys Hämatoem IA, das habe ich oft genug ausprobiert, wohl aber mit Eisen-Hämatoxylin. Durch die Eisenbeize erhalten die Fibrillen die Eigenschaft, den Farbstoff fester zu halten als das Protoplasma, so daß man dieses vollständig entfärben kann, und man sieht die Fibrillen doch noch als schwarze Fäden. Die Formolpräparate geben, was diese Strukturverhältnisse betrifft, nicht so schön differenzierte Bilder, weil bei ihnen auch das Protoplasma den Farbstoff schwerer wieder abgibt. Ein großer Nachteil der Heidenhain-Färbung, unter dem die Übersichtlichkeit der Präparate außerordentlich leidet, liegt allerdings darin, daß man höchstens 5 bis 10μ dicke Schnitte anfertigen darf.

Ich habe auch die Apathysche Methylenblaumethode, sowie die neue Methode von Bielschowsky zur färberischen Darstellung der Fibrillen versucht, doch mit absolut negativem Resultat. Keineswegs will ich aber behaupten, daß diese Methoden bei den Insekten nicht anwendbar wären, ich habe sie nur nicht forciert, weil ich mit der Heidenhain-Färbung vollständig ausgekommen bin.

5. Die stiftförmigen Körperchen.

Im distalen Ende des terminalen Fortsatzes der Sinneszelle liegt das stiftförmige Körperchen. Die Bezeichnung scolopales oder stiftförmiges Körperchen ist von Graber (1875, p. 48 und 1882, p. 517) geprägt worden, speziell mit Rücksicht auf die seiner Ansicht nach ähnlich gearteten stäbchenförmigen Netzhautkörperchen. Nach Grabers Angabe, und ich will hinzufügen, auch nach der aller übrigen Autoren mit Ausnahme Bolles-Lees

(1883), erscheinen die fraglichen Gebilde konstant nach der proximalen Seite zugespitzt, während das andere oder Außenende eine einem Nagelknopf vergleichbare Verdickung trägt. Graber unterscheidet demnach den peripheren Kopf, den Körper und die zentrale Spitze des Stiftes. Werfen wir jedoch einen Blick auf unsere Stiftbilder (Taf. II, Fig. 10, 11, Taf. III, Fig. 17 StfK und Textfig. 8), so will es uns scheinen, als ob diese Bezeichnungen recht unglücklich gewählt sind, denn wir sehen, daß der Körper proximal wohl etwas konisch zuläuft, aber doch grade abgestutzt ist, während das distale Ende zu einer scharfen Spitze ausgezogen ist. Wenn es daher auch viel logischer wäre, von einem bolzenförmigen Körperchen zu sprechen, so will ich doch bei der einmal eingeführten Benennung bleiben, ich werde nur umgekehrt das proximale Ende als Stiftbasis, das distale als Stiftspitze oder wenigstens als Kopfspitze bezeichnen müssen.

Bolles-Lee (1883, p. 134) ist auch (neben Hensen, dessen abweichende Auffassung wir bei Besprechung der Locustiden genauer kennen lernen werden) von sämtlichen Autoren, welche sich mit der Erforschung der stiftführenden Organe beschäftigt haben, der einzige, welcher die stiftförmigen Körperchen nicht als terminale Anschwellung der nervösen Chorda, unseres Achsenstranges, auffaßt, sondern als kapselartigen Umhüllungsapparat derselben. Den Achsenstrang oder Achsenfaden, wie er ihn nennt, hat er in die Lichtung des Stiftkörpers eintreten und unter dem Kopf sich ansetzen sehen. Bolles-Lee hat seine Studien zwar nur an Dipteren-Larven gemacht, ich bin aber zu der Überzeugung gekommen, daß alle stiftförmigen Gebilde, so veränderlich sie im allgemeinen sein mögen, doch eine auffallende Übereinstimmung in ihrer prinzipiellen Konstruktion aufweisen.

Die Formverschiedenheit der Stifte ist recht erheblich, nicht allein bei den von Leydig (1860), Graber, Bolles-Lee (1883, 1884, 1885) und Grobben (1875) beschriebenen chordotonalen Organen gewisser Insektengruppen, auch die einzelnen Familien der tympanoferen Orthopteren zeigen eine ganz ausgeprägte Variabilität. Es ist daher nicht richtig, wenn Graber (1875, p. 105) sagt, daß „die stiftförmigen Körperchen der Acridier sich von den entsprechenden Gebilden der Grillen und Laubheuschrecken in keiner Weise unterscheiden“. Nur bei oberflächlicher Beobachtung kann man zu dieser Annahme kommen. Richtig ist dagegen, daß sie bei einer jeden der drei Orthopterenfamilien einen bestimmten charakteristischen Bautypus aufweisen, obwohl ihre Form und Größe sowohl bei den verschiedenen Arten einer Familie (Locustiden und Grillen), wie auch in den Organen ein und desselben Tieres außerordentlich verschieden sein kann. In der nachfolgenden Beschreibung der Acridierstifte wollen wir daher nach Möglichkeit nur die Literaturangaben berücksichtigen, welche sich auf diese beziehen.

Bei den stiftförmigen Körperchen der Acridiideen kann man das oben angegebene Verhalten noch enger fassen: sie sind in allen Organabschnitten, sowie bei sämtlichen Spezies dieser Familie vollkommen kongruent. Die Stifte der jüngsten Larvenstadien sind nur ein wenig schlanker als die der Imagines, die der älteren gleichen ihnen vollständig.

Die Kenntnis vom Bau der Acridierstifte hat seit Siebold, dem Entdecker dieser Gebilde, keine wesentliche Förderung erfahren.

Siebold (1844, p. 64) beschreibt sie als cylinderförmige, hohle Körper mit einer stumpfen, massiven, nach vorn gerichteten Spitze; das entgegengesetzte Ende läßt er in die

„Primitivfäden des zu dem Ganglion übertretenden Nervenastes“ übergehen. Leydig (1855, p. 402) unterscheidet ein vorderes kappenförmiges und ein hinteres Ende, welches in einen feinen Stift ausgeht, „dann das eigentliche konische Stäbchen, was hohl sein dürfte, da die Wand nach innen einige Vorsprünge macht.“

Nach Ranke (1875, p. 145) sind „die Hörstäbchen spindelförmig, mit oben abgerundeter Spitze, die wie ein Köpfchen durch eine grade Grenzlinie scharf abgesetzt ist. Das konisch zulaufende Innenstück spitzt sich scharf zu und geht in einen zarten Ausläufer über. Innenstück wie Köpfchen scheinen hohl zu sein.“

Graber (1875, p. 48) vervollständigt diese Befunde dahin, daß der von ihm als Kopf bezeichnete distale Abschnitt spitz ist und von einem Kanal durchbohrt, und daß ferner ein Teil der Chorda (so bezeichnet er nach Hensen [1886, p. 197] den Achsenstrang) den Stift in der Längsrichtung durchzieht.

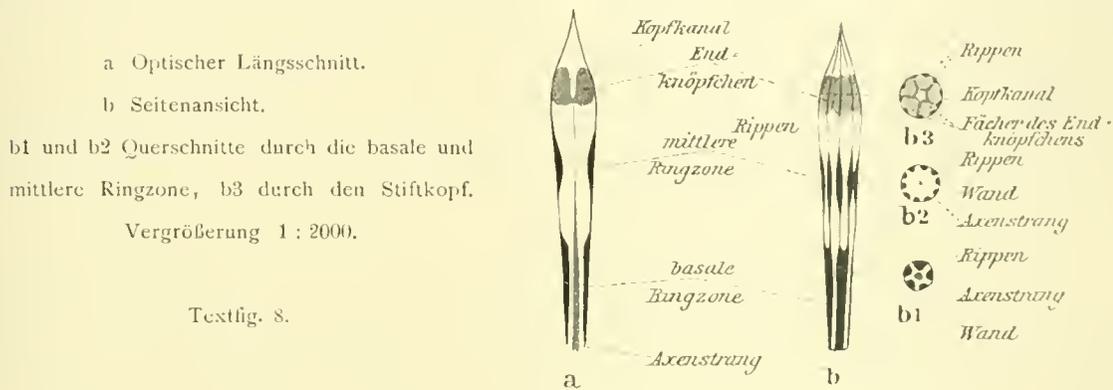
Wir sehen also, daß alle Autoren vollständig auf dem Standpunkte Siebolds stehen; sie halten das stiftförmige Körperchen für eine kapselartige Endanschwellung einer Nervenfasern.

Zur Untersuchung der Stifte habe ich ausschließlich Organschnitte benutzt. Ob eine Isolierung derselben, wie sie z. B. Herbig (1902, p. 720) mit vielem Raffinement ausgeführt hat, zu erreichen ist, ohne sie zu lädieren, lasse ich dahingestellt. Jedenfalls ist es nicht angebracht, wenn man diese äußerst diffizilen Verhältnisse studieren will, solche immerhin langwierigen Operationen vorzunehmen, ehe man die hinfälligen Gewebe in die Fixiergemische bringt; es kann dann garnicht ausbleiben, daß die zarten Körperchen schrumpfen und solche Trugbilder liefern, wie sie Herbig gezeichnet hat. In meinen 3 und 5 μ -Serien habe ich neben zahllosen Schrägschnitten, welche n. b. recht instruktiv sein können, eine große Menge von Stiften gefunden, deren Längsachse genau in die optische Ebene fiel, und die teilweise auch in der Längsrichtung angeschnitten waren, ferner die schönsten Querschnittserien. Es ist daher leicht, sich durch Kombination dieser Bilder eine Vorstellung von der Form der Stifte zu machen. Im optischen Längsschnitt erscheinen sie immer in der Weise, wie es Fig. 10, 11 (Taf. II) und 17 (Taf. III) StfK und Textfig. 8a wiedergibt, d. h. sie geben uns annähernd das Bild einer Zuckerrange oder einer Klammer, deren grade Schenkel nach unten etwas konvergieren, und deren oberes Ende schnell in eine scharfe Spitze ausläuft. In Querschnitten ist der äußere Kontur immer kreisrund. Demnach sind die Stifte drehrunde, hohle, hülsenartige Gebilde, welche in der Form von Lochseisen basalwärts etwas konisch zulaufen und an der Basis grade abgestutzt, am anderen Ende aber pickelartig zugeschärft sind. An der Basis befindet sich eine runde Öffnung zum Durchtritt des Achsenstranges, welcher weiterhin genau die Längsachse des Stiftes einnimmt, denn man sieht ihn in allen Querschnitten als feines zentrales Pünktchen (Ax). Das Lumen wird von einer hellen plasmatischen Flüssigkeit ausgefüllt, deren zarte Struktur man event. bei entsprechender Vergrößerung erkennen kann. Betrachten wir einen Stift in der Seitenansicht, so fallen uns außer der dunklen knopfförmigen Masse, welche unterhalb der Spitze das Lumen des Stiftes ausfüllt und den sogenannten Stiftkopf bildet (EK), zwei dunkle bandartige Zonen, die eine an der Basis, die andere in der Mitte des Stiftes auf. Die untere macht ungefähr ein Drittel der Stiftlänge aus, die andere, etwas weniger breite, liegt in der Mitte zwischen

dieser und dem Stiftkopf. Im optischen Längsschnitt scheint uns an diesen Stellen die Wand nach innen leistenartig vorzuspringen. Wir gewinnen daher zunächst den Eindruck, als ob die Innenwand ringbandartige Verdickungen trüge. Die Figuren 10, 11 und 17 machen uns die Stiftform sowie die Lage und Ausdehnung der beschriebenen Ringbildungen (uRZ und mRZ) anschaulich; ich gebe dazu im nachstehenden die Maße:

Länge des Stiftes 23 μ , des Körpers (Entfernung von der Basis bis zum Stiftkopf) 17 μ , des Kopfes 6 μ . Durchmesser der Stiftbasis 1,5 μ , des Stiftes am Grunde des Kopfes (breiteste Stelle) 3 μ . Breite des unteren Ringbandes 7 μ , des oberen 4 μ , die beiden hellen Zonen sind jede 3 μ breit. Das Endknöpfchen ist 3 μ hoch.

Zur weiteren Analyse der Stiftstruktur sind wir auf Querschnitte angewiesen. Fassen wir diese ins Auge (Fig. 10 und 16 [Taf. III] StfK), so fällt uns auf, daß wir keine geschlossenen Ringe, sondern kreisförmig angeordnete Punkte zu sehen bekommen, die sowohl im Bereiche der Bänder wie der Zwischenzonen voneinander isoliert sind. Die eigentliche Stiftwand ist so außerordentlich zart, daß ich lange im Zweifel war, ob überhaupt eine



kontinuierliche Wandung vorhanden ist. Erst an den weit umfangreicheren Cristastiften der Locustiden habe ich mich mit Sicherheit von ihrer Existenz überzeugen können. Sie ist nur in Querschnitten zu konstatieren und wird hier durch den äußeren kreisrunden Kontur dargestellt. Das, was die Stifte auf Längsschnitten so scharf hervortreten läßt, sind leistenartige Wandverdickungen, wie sie zuerst von Adelung (1892, p. 331) an den Cristastiften von *Locusta* erkannt sind, und die auf unseren Querschnitten als die eben erwähnten Punkte in die Erscheinung treten. Um ihr Verhalten, sowie den Aufbau des Stiftes besser demonstrieren zu können, gebe ich in Textfig. 8 halbschematische Bilder einer Seitenansicht, sowie einiger charakteristischer Querschnitte.

Die Leisten oder Rippen, wie sie Adelung nennt, verlaufen als Längsstreifen nebeneinander in grader Richtung von der Stiftspitze bis zur Basis, wie die Spangen eines geschlossenen Regenschirmes, und treten konstant in der Zahnzahl auf. Sie sind nicht in ihrer ganzen Länge gleich stark, sondern treten an der Basis und der Mitte des Stiftes im Bereiche der „Bänder“ dadurch, daß sie breiter und höher werden, mehr hervor und täuschen so an diesen Stellen eine Bandbildung vor. Ein kontinuierliches Ringband existiert also nicht. Die Rippen beginnen an der Basis ziemlich spitz und schmal und werden allmählich breiter und höher, so daß das zentrale Lumen,

welches sie zum Durchtritt des Achsenstranges freilassen, in dieser Partie des nach oben breiter werdenden Stiftes den gleichen Durchmesser behält wie an der Basis. Querschnitte durch die untere Ringbandzone zeigen uns nur fünf Rippen; es haben sich hier je zwei zu einer Doppelrippe zusammengelegt. Nach der helleren Zwischenzone zu fallen die leistenartigen Erhöhungen dann schnell ab, und die Rippen werden hier so schmal und niedrig, wie Fig. 8b zeigt. Gleichzeitig findet eine Trennung der Doppelrippen statt, wir sehen daher in diesem Querschnitte, wie in allen folgenden, 10 Einzelindividuen, welche gleichen Abstand voneinander bewahren. In der mittleren Ringzone setzt sich die Erhöhung der Rippen nicht so scharf nach oben und unten ab. Ganz besonders muß ich nun hervorheben, daß die Rippen auch in der Wandung des Stiftkopfes weiterlaufen, wie ich an Flemming-Präparaten, bei denen es gelingt, den Kopfinhalt von der Wand färberisch zu differenzieren, mit aller Bestimmtheit konstatiert habe; sie sind hier sogar etwas dicker als in der darunter liegenden hellen Zone. Weniger sicher bin ich bezüglich der hellen Kopfspitze; diese Partie ist so minimal, daß hier das Vorhandensein der Rippen nicht mit Sicherheit festgestellt werden kann. Erwähnen will ich jedoch, daß ich einigemal an der äußersten Spitze eine schmale, dunkle Ringbildung wahrgenommen habe, welche, entsprechend unseren bisherigen Erfahrungen, darauf schließen ließe, daß sich die Rippen bis ins Ende hinein erstrecken. Doch dieses ist mehr nebensächlich, die Hauptfrage ist, ob die Rippen nach der Spitze zu in der Wand auslaufen, oder ob sie wenigstens teilweise in den Inhalt des Stiftkopfes übergehen. Auf Grund meiner Befunde glaube ich das letzte mit voller Sicherheit verneinen zu können.

Im Gegensatz zu allen übrigen Autoren, welche den Stiftkopf für einen einheitlichen Stiftabschnitt halten, mache ich auch hier eine ganz strenge Trennung zwischen der Stiftwand und dem Inhalt. Die Wand unterscheidet sich am Kopf in keiner Beziehung von ihren übrigen Partien, der Inhalt dagegen wird von einem Knöpfchen gebildet, welches an seiner Basis mit dem Achsenstrang in Verbindung steht, resp. aus ihm hervorgeht. Die Struktur des Endknöpfchens habe ich ziemlich genau an Längs-, noch besser an Schrägschnitten bestimmen können. Es besteht aus fünf radiär gelagerten Abschnitten, welche wie die Fächer einer Apfelsine eng aneinander gepreßt sind, zentral aber ein Lumen (den Kopfkanal Grabers) freilassen. An der Basis des Knöpfchens wird das Lumen durch den Achsenstrang geschlossen. Es ist für mich garnicht zweifelhaft, daß wir in diesem Knöpfchen das eigentliche Nervenende zu sehen haben, und daß der Stift weiter nichts als einen kapselartigen Hüllapparat vorstellt. Ist es denn unbedingt notwendig, daß wir dem Stift nervöse Funktionen zuschreiben müssen, weil er innerhalb der Sinneszelle liegt? Wenn wir von der, bis jetzt leider unbewiesenen, Voraussetzung ausgehen, daß die scolopophore Sinneszelle hypodermalen Ursprunges ist, so ist es auch statthaft, die integumentalen Sinnesorgane zum Vergleich heranzuziehen. Z. B. habe ich in Fig. 18 (Taf. III) einen Schnitt durch das rinnenförmige Trommelfellkörperchen von *Mec. gr.*, letztes Larvenstadium, im Momente der Häutung konserviert, vor mir und sehe darin die Anlage eines Hautsinnesapparates vom bekannten Bau der Geruchs- oder Geschmacksporen. Das Lumen des Porus (Po) ist noch vollkommen ausgefüllt vom Fortsatz einer großen Hypodermiszelle, der späteren Sinneszelle. Vorerst liegt sie noch mit den anderen Hypodermiszellen in einer

Reihe und funktioniert ebenso wie diese, indem sie ihre, allerdings modifizierte, Chitindecke selber abscheidet. Erst später wird sie in die Tiefe rücken und nervöse Funktionen ausüben. Auf der anderen Seite wissen wir von den scolopoferen Sinnesschläuchen der Acridier, daß sie sich bei Tieren, die eben die Eihülle verlassen haben, vollständig ausgebildet vorfinden. Wie ich mich überzeugt habe, sind aber ihre Stifte noch ganz blaß, ihr Kontur ist kaum erkennbar, während Achsenstrang und Endknöpfchen deutlich sind. Ein tympanaler Nerv fehlt aber bemerkenswerterweise diesen jungen Larven, von einer Reizperzeption der Sinneszelle kann daher noch keine Rede sein. Meine Ansicht geht nun dahin, daß ebenso wie die integumentale Zelle sich ihren Kegel selbst baut, ehe sie zur Sinneszelle wird, auch die in die Tiefe gerückte subintegumentale Sinneszelle im stande ist, während ihrer Umbildung eine Chitinhülle für ihr Nervenende zu bilden.

Zur Begründung der Anschauung, daß die Stifte Chitingebilde sind, will ich noch das Faktum anführen, daß sie durch Kalilauge nicht zerstört werden. Schon Hensen (1866, p. 200) schreibt hierüber: „Ich finde, daß durch Kalilauge das Ganze erblaßt; aber selbst nach dem Aufkochen damit kann ich die Stifte noch wiederfinden.“ Auch ihr färberisches Verhalten ist bemerkenswert, wenn es auch wohl nicht korrekt ist, hieraus Rückschlüsse auf die Struktur zu machen. Mit Eisen-Hämatoxylin erhält man nur bei Formolpräparaten eine ebenso intensive oder noch stärkere Färbung des Stiftes wie des nervösen Apparates; bei Osmiumpräparaten gelingt es, die Stifte ganz zu entfärben, während Achsenstrang und Endknöpfchen noch tiefschwarz sind.

Zum Schluß will ich noch auf eine Bildung hinweisen, die ich bis jetzt ganz außer Betracht gelassen habe, und zu deren Deutung wir ausschließlich auf Kalkulationen angewiesen sind. Man findet nämlich nicht selten in gut konservierten Präparaten Stifte, deren Spitze in einem langen Faden ausläuft (Taf. III, Fig. 17b X). In unregelmäßigen Windungen nimmt dieser seine Richtung durch die Kappenzelle hindurch der Hypodermis zu. Man gewinnt, wie gesagt, den Eindruck, als ob der Faden eine Fortsetzung der Stiftwand wäre. Ob das tatsächlich der Fall ist, ist gar nicht zu entscheiden, denn an der äußersten Stiftspitze sind Umhüllungszelle, Sinneszelle und Stiftwand zu einer Kontur reduziert, und daher kann der Faden ebensowohl der Sinneszelle wie der Hüllzelle angehören, ohne daß der Stift beteiligt zu sein braucht. Ganz bestimmt weiß ich nur, daß der Faden nicht vom Nervenendknöpfchen ausgeht. Ich wäre geneigt, die Fadenbildung für ein Artefact zu halten, wenn ich sie nicht bei beliebig konservierten und sonst ganz einwandfreien Präparaten gefunden hätte; andererseits ist zu erwähnen, daß sie bei der überwiegenden Mehrzahl der Endschläuche auch nicht andeutungsweise zu sehen ist.

6. Das bindegewebige Stützgerüst.

Um über dieses bis jetzt vollständig übersehene Gewebe Aufschluß zu gewinnen, müssen wir uns sowohl an Längsschnitten wie an Querschnitten orientieren. Wir haben bereits im Laufe unserer Ausführungen erfahren, daß sich die Bindesubstanz im unteren Organabschnitt von der Basis bis zum „Hals“ des Organes vorfindet, und daß ferner an der Organbasis ein kugliger Zellhaufen liegt, welcher zu diesem Gewebe in Beziehung steht.

Beschäftigen wir uns vorerst mit dem Zellhaufen (Taf. II, Fig. 9 und Taf. III, Fig. 12 ZKfBst), so wissen wir von ihm außerdem schon, daß er unmittelbar vor der Eintrittsstelle des Nerven in dessen muldenförmiger Verbreiterung seine Lage hat. Nach außen macht er sich als halbkugelige Hervorragung bemerkbar, welche wiederum in einer Vertiefung liegt, so daß es den Anschein hat, als sei er von außen in das Organ hineingedrückt. Auf Schnitten haben wir erkannt, daß er eine kugelförmige Gestalt hat, die aber recht unregelmäßig sein kann, denn bei derselben Spezies wechselt das Verhältnis der Höhe zur Breite nicht unbedeutend. Sehr häufig zieht sich der Zellhaufen nach oben etwas spitzer in das Organ hinein und ist dann gewöhnlich unten in der beschriebenen Weise abgerundet. Oft findet man aber auch, daß von der unteren freien Rundung ein kurzer, spitz zulaufender Fortsatz ausgeht, wodurch diese Partie dann eine Pickelhaubenform erhält.

Die Messungen ergaben bei *Mec. gr.* eine Breite von 35 μ und eine Höhe von 30 μ . In Fig. 12 (*Stenoboth. var.*) ist der Zellhaufen 30 μ breit, in Fig. 9 (*Oedip. coer.*) 35 μ breit und ebenso hoch.

Das Körperchen ist so vollgefropft mit Binde-substanzzellen, daß man auf etwas dickeren Schnitten nur einen Haufen von Kernen sieht. Bei *Mec. gr.* habe ich ca. 60 Kerne gezählt. Die Anordnung der Zellen bietet nichts besonders Bemerkenswertes; sie liegen ganz regellos beieinander. Ihre Kerne sind sowohl hinsichtlich ihrer Form wie ihrer Größe ganz unregelmäßig gestaltet, durchschnittlich sind sie $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ so groß wie die Kerne der Sinneszellen und fallen neben diesen außerdem durch ihr dichtes Chromatingerüst auf (Kf). Von einem Zellkörper ist sehr wenig zu sehen, nur ab und zu bemerkt man um die Kerne herum einen hellen Hof, hauptsächlich bei frischgehäuteten Imagines, im übrigen ist der Raum zwischen den Kernen durch ein anscheinend ganz unregelmäßig durcheinanderlaufendes Faserwerk ausgefüllt. Auf Querschnitten (Fig. 12) könnte man den Eindruck gewinnen, als ob sich die Binde-substanz um den Haufen herum zu einer Kapsel verdichtete, es handelt sich hierbei aber um bindegewebige Lamellen, welche schon unterhalb dieses Schnittes ausgetreten sind und dem Haufen noch anliegen.

Die faserigen Ausläufer der Bindegewebszellen, welche im Haufen ganz wirr durcheinander verlaufen, ordnen sich an der Peripherie, treten seitlich und oben, soweit der Haufen vom Organ bedeckt wird, heraus und legen sich zu einem Stamm zusammen, dessen Dicke der Breite des Zellhaufens entspricht. Dieser Stamm gibt sofort mehrere starke Bündel ab, welche das Organ in distaler Richtung, besonders nach dem spindelförmigen und flügelförmigen Abschnitt zu strauchartig durchziehen. Der starke Stamm ist durch alle Querschnitte zu verfolgen, er nimmt die Richtung nach der Zapfenspitze und stellt einen zentralen Stützbalken vor, der aber gleichfalls von Sinnesschläuchen durchzogen wird. Nach oben zu wird der Stamm bedeutend schwächer. Das Gerüstwerk verzweigt sich baumartig, es löst sich in immer kleinere Bündel auf und umhüllt mit seinen Ausläufern sämtliche Sinneszellen und deren Fortsätze röhrenartig bis zu den Umhüllungszellen hinauf, welche ihrerseits das distale Ende der Sinneszellen umschneiden (Fig. 10, Taf. II, und 17, Taf. III fBst). Auf diese Weise erhalten die äußerst hingefälligen Sinneszellen nicht nur eine Stütze, sie werden auch vollständig voneinander isoliert. Am dünnsten liegt die Binde-substanz um den kernhaltigen Teil der Sinneszellen, besonders dort, wo sie gedrängt aneinander liegen. Unser Stützgewebe hat anscheinend die

Struktur des geformten fibrösen Bindegewebes, wie wir es bei den Wirbeltieren kennen, es unterscheidet sich von diesem aber doch ganz wesentlich. Fassen wir die längsgeschnittenen Bündel (Fig. 9) näher ins Auge, so können wir die Fasern, aus denen sie zusammengesetzt sind, sehr leicht erkennen; um jedoch über diese volle Klarheit zu erhalten, ist es notwendig, quergeschnittene Bündel, am besten auf den Organquerschnitten (Fig. 13) daneben zu betrachten. Schon die stellenweise dunklere Färbung, welche in der zentralen Partie des Querschnittes auffällt, macht uns darauf aufmerksam, daß die Fasern hier entweder dicker sind oder dichter beieinander liegen. Wir können annehmen, daß beides zutreffend ist. Bei genügender Vergrößerung sehen wir nämlich, daß sich die zentralen Fasern durch ihre relative Dicke auszeichnen, auch erscheinen sie im Querschnitt nicht rund, sondern ganz unregelmäßig. Der Unterschied gegen die Fasern der Umgebung ist zwar nicht groß, aber immerhin bemerkbar. Betrachten wir hierneben Querschnitte aus distaleren Organbezirken (Taf. III, Fig. 14 und 15), so fällt uns auf, daß die Fibrillen viel feiner und punktförmig erscheinen. Wir schließen daraus, daß es sich bei den dickeren Fasern nicht um eine Fibrille, sondern um ein kleines Fibrillenbündel handelt, welches sich späterhin auffasert.

Die Fibrillen verlaufen nach Möglichkeit ganz grade gestreckt. Wenn es auf Längsschnitten den Anschein hat, als ob ihre Bündel ein Flechtwerk bildeten, so kommt dieses Bild dadurch zu stande, daß sie sich durch die vielfach gebogenen Sinneschläuche hindurch winden müssen, was wohl eine Überkreuzung, aber keine Durchflechtung bewirken kann. Mit den bekannten Wellenlinien des fasrigen Bindegewebes der Wirbeltiere dürfen diese Biegungen natürlich ebenfalls nicht verglichen werden.

Um die Sinneszellen herum ordnen sich die Fibrillen in der Weise, daß sie distal vom kernhaltigen Teil dem terminalen Fortsatz parallel verlaufen und ihm ringsum mantelartig anliegen, so daß wir auf Querschnitten um den runden Sinneszellenfortsatz diese Umscheidung als punktierten Ring zu sehen bekommen (Taf. II, Fig. 10, und Taf. III, Fig. 14, 15 fbst). Um mir dieses klar zu machen, habe ich das Bild einer Weinflasche, welche in einer Strohülle steckt, vor Augen, wobei die Hahne die Fibrillen vorstellen sollen. Denken wir uns die Strohülle oben offen, so haben wir uns auch gleich die Endigungsweise der Fibrillen demonstriert, denn alle Fibrillen endigen frei an der oberen Grenze des bindesubstanzführenden Organabschnittes. Wir haben hiermit wiederum einen hervorragenden Unterschied gegen das Verhalten der Fibrillen im fibrösen Bindegewebe der Wirbeltiere konstatiert, von denen man bekanntlich sagt, daß weder ihr Anfang noch ihr Ende zu finden sei. Kurz, nehmen wir alles in allem, so haben wir ein Gewebe vor uns, zu dem wohl nirgends weder ein Homologon noch ein Analogon zu finden ist.

Mit dem beschriebenen Stützgerüst ist der ganze Vorrat an Bindesubstanz, welcher in der proximalen Organpartie zu finden ist, noch nicht erschöpft. Es ist bei der Betrachtung der Schnitte jedenfalls aufgefallen, daß zwischen den Bündeln häufig Kerne (Kr) liegen, welche durch ihr dichtes Chromatingerüst und ihre unregelmäßige Gestalt sich sofort als Bindesubstanzkerne zu erkennen geben. Es existiert nämlich noch zwischen den Zügen der Stützsubstanz ein zartes Bindegewebe, welches eine mehr netzartige Beschaffenheit besitzt. Bei *Oedipoda* und *Stenobothrus* ist diese „retikuläre“ Bindesubstanz so gering entwickelt, daß sie kaum bemerkbar ist, bei andern Acridiern, wie *Mec. gr.* und besonders *Acrid. aeg.* nimmt sie dagegen einen sehr breiten Raum ein. Wir können sie da-

her in Fig. 10 (rBst) sehr schön erkennen, und es erscheint uns hier auch sofort natürlich, daß die mit Kr bezeichneten Bidesubstanzkerne diesem Gewebe angehören müssen.

Da ich anfänglich in dem ganzen bindegewebigen Gerüst eine mächtige Ausbreitung des Neurilemms des Tympanalnerven, besonders da das Organ keine entsprechende Hülle besitzt, zu sehen glaubte, so schien es mir, als ob ich hier einen gewiß seltenen Übergang der fibrillären zur retikulären Bidesubstanz gefunden hätte. Durch Untersuchung von larvalen Organen stellte sich jedoch bald die interessante Tatsache heraus, daß das fasrige Stützgerüst erst sekundär in das Organ hineingewachsen ist, denn noch im letzten Larvenstadium findet sich ein langer Strang, welcher wie eine Nabelschnur vom unteren freien Ende des Zellhaufens neben dem Tympanalnerven herabläuft und sich in der Brustmuskulatur verliert. Es bleibt also nur übrig, daß wir ausschließlich die retikuläre Bidesubstanz als Fortsetzung der Nervenscheide ansehen dürfen.

Die obere Grenze des bindesubstanzführenden Organbezirkes gegen die durchsichtige Endzone liegt infolge der bekannten Anordnung der Endschläuche in einer fast planen, horizontalen Ebene; nur im Stielabschnitt dringt das Bindegewebe mit den Sinneszellen des spindelförmigen Fortsatzes weiter nach oben (Taf. III, Fig. 14, 15 und 16 fBst).

Es bleibt uns nun noch übrig, der Umhüllung des Organes zu gedenken. Graber (1875, p. 103) ist der Ansicht, daß das Organ eine „pigmentierte Matrix besitzt, welche der entsprechenden Hautlage am Nerven gleicht“. Er sieht sie als Fortsetzung des Neurilemms des Tympanalnerven an, welches er mit Leydig für die Matrix der chitinösen Nervenscheide hält. Ich vermute, daß Graber hier die Matrixkerne der Tympanalblase gesehen hat, welche bekanntlich dem Endorgan dicht anliegt, denn eine besondere Hülle bindegewebiger oder zelliger Art besitzt das Organ nicht und die platten Kerne, welche man ab und zu an der Peripherie des bindegewebigen Abschnittes zu sehen bekommt, gehören der retikulären Bidesubstanz an. Das Organ wird allein von einer zarten, strukturlosen Membran, einer direkten Fortsetzung der integumentalen Basilmembran, eng umschlossen. Daß diese Hülle keine Matrix im Graberschen Sinne besitzt, ist am besten in der Endzone, da wo sie der hyalinen Zwischensubstanz anliegt, zu sehen, denn niemals wird man hier neben ihr Zellgebilde finden. Die Hülle geht auch auf den Tympanalnerven über, wie wir in Fig. 9 (Taf. II), wo sie sich neben dem Bidesubstanzzellhaufen etwas abhebt, sehr schön erkennen können.

7. Die hyaline Zwischensubstanz.

Die gestreckten distalen Enden der Sinnesschläuche liegen ebenso wie ihr proximaler von fasriger Bidesubstanz umhüllter Abschnitt vollkommen isoliert nebeneinander. Der Raum zwischen ihnen wird von einer ganz homogenen, strukturlosen, glasartig durchsichtigen Substanz eingenommen, welche, ohne eine Lücke zu lassen, alle Winkel und Ecken, von der fasrigen Bidesubstanz bis hinauf zur Hypodermis, ausfüllt, und die sich sehr scharf gegen die angrenzenden Gewebe absetzt. Obgleich diese Substanz von allen Elementen des Endorgans das übersichtlichste ist, so habe ich mir dennoch weder über ihre Beschaffenheit noch über ihre Herkunft volle Klarheit verschaffen können (Taf. II, Fig. 9, 10, 11, und Taf. III, Fig. 14, 15, 16 hyZw).

Nie sieht man Einlagerung von Zellen oder Kernen oder auch nur fädige Strukturen, niemals Linien, welche auf eine zellige Abgrenzung hindeuteten. Sie ist ziemlich leicht nach Heidenhain färbbar, gibt aber auch den Farbstoff beim Differenzieren sehr schnell wieder ab. Bezüglich der Konsistenz dieser Masse war ich lange im unklaren, bis ich folgende Beobachtung machte. Bei frisch getöteten Tieren hatte ich die Tympanalblase vom Organ abgehoben. Entfernte ich nun unter der binoculären Lupe das Endorgan von den Trommelfellkörperchen, so blieb an der Anheftungsstelle ein kleines, zähflüssiges, klares Tröpfchen von gelblicher Farbe zurück, das sich von einem Blutstropfen nur durch seine Konsistenz unterschied. Darauf untersuchte ich das Endorgan in 24prozentiger Kochsalzlösung und konstatierte, daß die durchsichtige Endzone völlig kollabiert war. Da ich aber noch zahlreiche Stifte erkennen konnte, so war zu folgern, daß die Endschläuche zum größten Teil von der Hypodermis abgerissen waren, während die hyaline Zwischensubstanz ausgeflossen und in Form des zähflüssigen Tropfens zurückgeblieben war. Es wäre nicht nötig gewesen, die schwer abzuziehende Tympanalblase vorher zu entfernen, ich habe dies nur getan, um mich zu vergewissern, daß sich in der Umgebung des Organes kein Blut befindet. Durch diesen Versuch ist festgestellt, daß die Zwischensubstanz flüssiger Natur ist: können wir aber mit Bestimmtheit sagen, daß sie eine gallertige Konsistenz besitzt? Ich glaube kaum, denn es ist wohl möglich oder gar wahrscheinlich, daß das Protoplasma der abgerissenen Endschläuche sich mit ihr gemischt und ihr so die zähflüssige Beschaffenheit gegeben hat.

Nach allem, was wir über die hyaline Zwischensubstanz erfahren haben, bleiben uns daher für ihre Beurteilung drei Möglichkeiten. Zunächst könnten wir sie für Blutflüssigkeit halten; das Fehlen von Blutkörperchen würde dem nicht sehr widersprechen, da bekanntlich die korpuskulären Elemente im Insektenblut nicht sehr zahlreich sind. Immerhin hätten mir aber bei den Tausenden von Schnitten, die ich durchmustert habe, wenigstens einige Blutkörperchen auffallen müssen. Ferner könnte es gallertige oder homogene Bindsesubstanz sein, welche bei Evertibraten sehr verbreitet ist; in dem Falle dürften aber wohl die charakteristischen runden oder sternförmigen Zellen nicht fehlen. Endlich können wir zu der Annahme kommen, daß es sich um ein Ausscheidungsprodukt der Hüllzellen der Endschläuche oder der Matrixzellen handelt. Mir scheint diese letzte Ansicht am meisten für sich zu haben, denn sie erklärt uns am zwanglosesten die homogene Beschaffenheit sowie den flüssigen oder zähflüssigen Zustand der Substanz.

Ich kann nicht umhin, im Anschluß hieran auf die schon eingangs wiedergegebene Bemerkung Hensens zurückzukommen, „daß sich zwischen dem Ganglion und dem Trommelfell eine Flüssigkeit, entsprechend dem Labyrinthwasser, befindet“, denn ich bin überzeugt, daß dieser ausgezeichnete Forscher bei seinen Präparationen an lebenden Tieren die Substanz schon in derselben Form gesehen hat wie ich. Von ihrer Bedeutung hat er sich allerdings eine falsche Vorstellung gemacht.

F. Das Organ des rinnenförmigen Körperchens.

Die Lage und der Bau des rinnenförmigen Trommelfellkörperchens ist bei der Besprechung der integumentalen Tympanalgebilde ausführlich erörtert worden. Auch über den

Verlauf des Nerven, welcher zur Rinne führt, sind wir hinreichend orientiert. Wir treten daher gleich in medias res, indem wir uns dem Hautsinnesorgan zuwenden, welchem das rinnenförmige Körperchen als Behälter dient.

Die Chitindecke des rinnenförmigen Körperchens ist von zwei Arten von Porenkanälen durchbohrt. Die eine Art haben wir schon kennen gelernt, als wir das Körperchen in toto untersuchten. Wir sahen sie in aufgehellten Präparaten vorwiegend in der Vorderfläche und der Kuppe der Rinne ganz unregelmäßig gelagert, und sie erschienen uns hier in der Aufsicht als kreisrunde, ca. 5 μ breite Ringe. Bei *Mec. gr.* zählten wir deren ca. 10. Es ist uns auch bekannt, daß diesen Poren Sinneshaare aufsitzen, welche bei manchen Spezies (*Stenobothrus*) eine erhebliche Länge besitzen, bei anderen (*Mecosth.*, *Oedip.*) sehr kurz und dolchartig sind. Sie sind massiv und an ihrem Grunde in der typischen Weise gelenkig eingefügt.

Die zweite Art von Porenkanälen ist wegen ihrer versteckten Lage und ihrer Kleinheit in einer Flächenansicht selbst mit Immersion sehr schwer aufzufinden. Über ihre Verbreitung und Konstruktion können wir aus diesen Gründen und wegen der dunklen Farbe des Chitins nur an ganz dünnen Schnitten mit Hilfe der Ölimmersion Aufschluß gewinnen. Es sind Gebilde, die in ganz ähnlicher Form seit langem an den Antennen und Mundwerkzeugen als Gruben und Grubenkegel bekannt sind. Ihr Vorkommen ist fast ganz auf die hintere obere Partie der Rinne beschränkt, soweit sich der flügelartige Fortsatz des tympanalen Endorgans an deren hinteren Rand anheftet resp. soweit die rinnenartige Fortsetzung des Zapfenlumens reicht. Hauptsächlich in und neben dieser Vertiefung bis in das Zapfenlumen hinein stehen die fraglichen Porenkanäle in ganz unregelmäßiger Anordnung und immer isoliert, obwohl manchmal zwei Poren dicht nebeneinander liegen. Bei den Acridiideen, deren rinnenförmiges Körperchen sich schutzdachartig über die Zapfenöffnung legt, finden wir sie besonders an der dem Lumen zugekehrten Seite dieser Chitinfalte.



- a. Grube ohne Kegel.
- b. Grube mit Kegel.
- c. Haar.

Textfig. 9.

In dem ungleich dicken und welligen Chitin sind auch die Längenunterschiede der Porenkanäle nicht unbeträchtlich, ihre Form bleibt jedoch im großen und ganzen dieselbe. Gleich unterhalb ihrer kleinen kreisrunden äußeren Öffnung, welche meistens etwas eingezogen ist, weitet sich das Lumen der Poren kuppelartig aus und behält dann entweder diesen Durchmesser bis zur inneren Öffnung bei, oder es wird vor derselben noch einmal ein wenig enger. Diese ist ebenfalls kreisrund und häufig durch eine ringwallartige Erhebung des Randes mehr nach innen verlegt. Im ganzen betrachtet hat demnach der Kanal eine Glockenform (Taf. III, Fig. 16 Po und Textfig. 9). Nahe der äußeren Öffnung springt aus der Wand eine kräftige, grade abgestutzte Ringleiste hervor, aus deren oberer Kante eine zarte, nach außen konvexe, uhrglasähnliche Verschlussmembran hervorgeht. Hierdurch

wird der Kanal in die äußere „Grube“ und in den zentralen eigentlichen Porenkanal geschieden. Neben dieser häufigsten Form finden sich auch Gruben, in die vom Zentrum der Membran aus ein äußerst kleiner Hohlkegel hineinragt. Nur bei *Aceridium aegypt.* habe ich Kegel oder Zapfen gefunden, welche die äußere Öffnung erreichten. Nebenstehende halbschematische Zeichnung gibt uns ein Bild von den verschiedenen Typen der Gruben und eines Sinneshaares.

Die Tiefe und Gestalt der Gruben ist ziemlich konstant, unter der ungleichen Stärke der Chitindecke hat nur der Porenkanal zu leiden, welcher dementsprechend lang oder kurz und manchmal auch etwas winklig gebogen ist. In Fig. 16 mißt die Grubenöffnung im Durchmesser 1,5 μ , die Tiefe der Grube 2 μ , der Durchmesser der inneren Öffnung des Porenkanals 6 μ , die Längsachse des ganzen Porus 6,5 μ .

Die Zahl, in der diese Gebilde auftreten, ist im Verhältnis zu der fast 500 μ langen Rinne sehr gering; ich habe bei sämtlichen Arten, ♂ und ♀, immer nur 10 bis höchstens 14 zählen können. *Acerid. aeg.*, welches sich in so vielen Beziehungen anders verhält, besitzt jederseits 30 bis 35, die auch mehr zerstreut liegen.

Jede Grube bildet den chitinösen Endapparat einer Sinneszelle, welche im Lumen des rinnenförmigen Körperchens ihre Lage hat, und ebenso spärlich wie ihre Poren finden sich daher auch die Sinneszellen Fig. 16 SZ. Diese liegen nie zwischen den Epidermiszellen, sondern immer ganz frei in dem Raume, welcher nach innen zu durch die darüber gespannte Basilmembran (DM) einen Abschluß erhält. Die Anordnung der Sinneszellen ist eine ganz regellose, manchmal liegen sie einzeln, meistens aber in Gruppen von 2, 3 oder 4 Zellen beieinander. Sie sind sehr leicht an ihren kugligen oder ellipsoiden Kernen kenntlich, welche in Form und Aussehen denen der tympanalen Sinneszellen gleichen, aber doch beträchtlich kleiner sind (Durchmesser 9 μ und auch ein etwas dichteres Chromatingerüst besitzen. Der pigmentfreie Zelleib ist recht schwach entwickelt, er umgibt den Kern als ein schmaler heller Hof. Auffallend ist die Menge von Hüllzellen (HZ), welche den Sinneszellen schalenartig anliegen. Man sieht von ihnen nur die großen Kerne, die den Hypodermiskernen außerordentlich ähneln, aber niemals wie diese von pigmentiertem Protoplasma umgeben sind. Liegen mehrere Sinneszellen zusammen, so sind sie in einer Reihe aneinander gedrängt, wie Erbsen in ihrer Hülse. Um solch eine Reihe bilden dann die Hüllzellen oft einen förmlichen Sack.

Die einzelnen Sinneszellen liegen mit ihren Hüllzellen in sehr zarten gliösen Membranen, welche mit der Neuroglia des Rinnennerven in Verbindung stehen. Ich halte diese Membranen für Ausscheidungen der Hüllzellen oder für eine Fortsetzung der Neuroglia, denn eine bindegewebige Zwischensubstanz anzunehmen, liegt kein Grund vor.

Die Verbindung der Sinneszelle mit dem Nerven wird durch ein sehr feines Fäserchen (NF) hergestellt, welches an beliebiger Stelle an sie herantritt. Der terminale Fortsatz (TF₀) ist etwas breiter und sehr scharf konturiert. Er erscheint als ein langer, schmaler Schlauch, welcher vielfach wellige Biegungen macht und bis zu seinem Ende den gleichen Durchmesser behält. Seine Länge richtet sich nach der ganz unregelmäßigen und manchmal recht ansehnlichen Entfernung der Sinneszelle vom Porus. Dieser Terminalschlauch liegt anfangs frei im Lumen der Rinne, tritt dann gewöhnlich schräg an die Hypodermis, schlängelt sich eine kurze Strecke zwischen deren Zellen oder zwischen ihr und der Cuticula,

um darauf möglichst winkelrecht in den Porenkanal zu treten. Seine Anheftung nimmt er im Zentrum der Schließmembran resp. am Grunde des Kegels oder des Haares, nachdem er sich kurz vorher drahnagelartig zugespitzt hat.

In dem sonst glasklaren Schlauche sieht man immer deutlich einen feinen axialen dunklen Faden (Neurofibrille), welcher an seinem peripheren Ende, in der Schlauchspitze, also dicht an der Chitimmembran, ein Knöpfchen bildet. Dieses Endknöpfchen dringt bei den Grubenkegeln in den zarten Kegel ein und füllt ihn ganz aus. Dasselbe Verhalten scheint bei den Haaren vorzuliegen, die, obgleich sonst massiv, am Grunde doch noch einen kleinen kegelförmigen Hohlraum besitzen.

Die Wand des Schlauches ist ein sehr widerstandsfähiges Gebilde, auch an geschrumpften Präparaten erscheint sie fast intakt, und ich bin auf Grund meiner entwicklungsgeschichtlichen Studien zu der Überzeugung gekommen, daß sie ebenso wie der Stift des Gebörorganes ein chitiniges Produkt ihrer Sinneszelle ist. Ja ich behaupte, daß Schlauchwand und Stift ganz homologe Bildungen sind, die sogar eine gewisse typische Übereinstimmung in ihrer Struktur aufweisen, denn ich habe bei den relativ dicken Schläuchen von *Aerid. aeg.* mit aller Sicherheit auf Querschnitten das Vorhandensein äußerst zarter Rippen konstatiert. Fig. 18 (Taf. III) zeigt uns einen in der Entwicklung begriffenen Geruchsapparat. In der hohen und dunkel pigmentierten Hypodermis fällt ein farbloses Zellnest auf, bestehend aus drei Zellen. Die eine macht sich durch ihren großen, kugligen, helleren Kern sofort als künftige Sinneszelle kenntlich, die anderen beiden werden zu Hüllzellen, sie unterscheiden sich von den übrigen Hypodermiszellen nur dadurch, daß sie kein Pigment besitzen. In der Sinneszelle sehen wir den terminalen Schlauch angelegt und in diesem den nervösen Faden. Der cuticulare Apparat ist erst schwach entwickelt, aber doch schon deutlich erkennbar. Gegen diesen strikten Beweis meiner Annahme, daß die Terminalschlauchwandung eine intrazelluläre Ausscheidung der Sinneszelle ist, wird wohl kaum etwas einzuwenden sein. Auch habe ich hier definitiv festgestellt, daß die Hüllzellen hypodermalen Ursprungs sind. Wenn ich nun auch die Weiterentwicklung nicht beobachtet habe, so ist es doch klar, daß nach Vollendung des Porus die Sinneszelle mit ihren Hüllzellen unter die Hypodermis treten und nur den Terminalschlauch zurücklassen wird.

Eine der Sinneszelle angehörende Protoplasmahülle scheint der Schlauch des ausgebildeten Organes nicht mehr zu besitzen, jedenfalls nicht zwischen den Hypodermiszellen; außerhalb derselben glaube ich zuweilen eine blasse Hülle beobachtet zu haben, die aber ebensowohl, wenn sie tatsächlich vorhanden ist, von den Hüllzellen ausgehen kann. Der große Raum im Porenkanal, um den Terminalschlauch herum, wird von den benachbarten Hypodermiszellen ausgefüllt.

Hervorheben will ich noch einmal, daß immer nur eine Sinneszelle den Terminalschlauch bildet, obgleich die Zellen häufig in Paketen beieinander liegen, und daß daher von einem Terminalstrang im Sinne vom Rath's (1888, p. 417) keine Rede sein kann. Dieses gilt sowohl von den Gruben wie von den Sinneshaaren der Rinne.

Außer dem nervösen Apparat treten in der Rinne zahlreiche große Zellen von unregelmäßiger Gestalt auf (Fig. 16 wFZ). Ihr umfangreicher Protoplasmaleib sendet nach

allen Richtungen Fortsätze und Fäden aus, die oft ineinanderfließen. Dieselben Zellen finden sich in großer Menge am vorderen Tympanalfelde zwischen der Hypodermis und der Basalmembran (Fig. 13 wFZ, Taf. III), vorzüglich in der Nähe des Nerven und der Nervenfasern. Will (1885, p. 24) hat solche Zellen in den Geschmacksorganen der Hymenopteren gefunden und hält sie für Drüsenzellen. Vom Rath (1888, p. 418) beobachtete sie in den Antennen und Palpen verschiedener Insekten und nennt sie Begleitzellen, „weil sie den Nerven bei seinem Eintritt in die Sinneszellengruppen begleiten“. Nach meiner Auffassung sind es wandernde Fettzellen.

Es würde nun den Rahmen meiner Arbeit überschreiten, wollte ich ausführlich auf die außerordentlich umfangreiche Literatur eingehen, welche sich mit den Hautsinnesorganen der Arthropoden oder auch nur der Insekten beschäftigt, auch wäre es wohl unangebracht, wollte ich von meinen wenigen monotonen Befunden auf diese in so großer Mannigfaltigkeit auftretenden Sinnesorgane Rückschlüsse machen. Andererseits ist es mir in der Hauptsache ja garnicht darum zu tun, über vorliegende Organe neue histologische Facta zu bringen, meine eingehende Beschreibung soll vielmehr den Beweis für den interessanten Befund liefern, daß sich am Trommelfell ein Organ befindet, welches wir berechtigt sind, nach den Kenntnissen, die wir von derartigen Gebilden haben, für ein Geruchsorgan zu halten.

Seit der Zeit, da Erichson (1847) die Gruben an den Antennen der Insekten entdeckte und ihnen die Fähigkeiten, Gerüche wahrzunehmen, zuschrieb, hat sich das Interesse der Forscher diesen Gebilden zugewandt. Die Arbeiten von Burmeister (1848), Perris (1850) und Leydig (1860) bestätigten und erweiterten die Erichsonschen Befunde in teils physiologischer, teils anatomischer Richtung. Es blieb aber auch nicht aus, daß Autoren wie Lepsès (1858), Wolff (1875) und Graber (1879) sich als energische Gegner der Erichsonschen Hypothese erwiesen, indem besonders Graber die in Frage stehenden Gebilde für Gehörorgane erklärte. Sie wurden jedoch bald durch Paul Mayer (1879), Hauser (1880) und speziell durch die vorzügliche Arbeit Kraepelins (1883) ad absurdum geführt, so daß seitdem diese Streitfragen definitiv erledigt sind. Bei den neueren Autoren, von denen besonders Ruhland (1888), vom Rath (1888) und Nagel (1895) namhaft zu machen sind, kommt für die Gruben, deren Kegel die Oberfläche nicht erreichen oder auf sonst eine Weise gegen Berührungsreize geschützt sind, nur Geruchs- oder Geschmacksperzeption in Frage.

Durchmustert man ihre Abbildungen, so wird man mehrfach auf Bilder stoßen, die den meinigen sehr ähnlich sind, ich verweise speziell auf Nagel (Taf. VII, Fig. 110a), sowie auf Kraepelin (Taf. II, Fig. 8a) und vom Rath (Taf. XXXI, Fig. 22g). Gruben ohne Kegel von der Bauart, wie ich sie gefunden habe, scheinen bisher unbekannt geblieben zu sein. Die Chitinporen, welche Nagel (p. 85) unter obiger Bezeichnung beschreibt und Taf. II, Fig. 22, 23, 24 abbildet, sind viel primitiver konstruiert und besitzen auch nach seiner Angabe keinen Nervenapparat. Am ehesten möchte ich noch das von Nagel als kuppenförmiges Organ bezeichnete Gebilde (Taf. VII, Fig. 106a) zum Vergleich heranziehen. Bezüglich des nervösen Apparates finden wir bei Kraepelin eine mit ausgezeichneten Abbildungen (Taf. II, Fig. 8) illustrierte Beschreibung von Gruben eines *Melolontha*-Fühlers, die sich fast mit meinen Befunden deckt. Er sagt (p. 37): „Der hinzutretende

Nerv erfüllt nicht ganz das Lumen des Porenkanals, sondern erscheint als ein zarter, einer fast kugligen Ganglienzelle entspringender Achsencylinder, der von Epithelzellen umschlossen wird.“ Von Gruben, die nur mit einer Sinneszelle in Verbindung stehen, erwähnt vom Rath ebenfalls nur die Organe des *Melolontha*-Fühlers (p. 435, Taf. XXXI, Fig. 32). Seine Auffassung vom Bau des Sinnesapparates weicht nur unwesentlich von der Kraepelins ab.

Die Erforschung der Lokalisation des Geruchsvermögens hat sich neuerdings besonders Nagel angelegen sein lassen. Er hat auf Grund vieler physiologischer Experimente konstatiert (1895, p. 90), „daß bei allen mit feinem Geruchssinn begabten Insekten der Sitz des diesem Sinne dienenden Organes die Fühler sind, bei einzelnen Insektenfamilien aber auch Riechvermögen der Taster nicht fehlt.“ Dennoch ist auch Nagel nicht im stande gewesen, bei allen Insekten durch Exstirpation der Fühler und Palpen den Geruchssinn ganz zu vernichten. Bekannt sind die vielfach bestätigten Versuche Grabers (1885, p. 452), an Küchenschaben, welche noch nach der Dekapitation auf Gerüche reagierten. Ebenfalls ist der Befund Hausers (1880, p. 7), daß Hemipteren auch nach Verlust der Antennen sich noch fast ebenso empfindlich gegen riechende Stoffe zeigten, wie im unverletzten Zustande, bis jetzt noch nicht widerlegt. Obgleich man daher bis heute auch bei diesen Tieren nur an den typischen Stellen des Kopfes die bekannten Geruchsporen gefunden hat, so ist bei ihnen doch in Anbetracht dieser Beobachtungen die Geruchsempfindlichkeit anderer Körperstellen nicht abzustreiten.

Ich glaube nun hiermit bei einer Insektenfamilie zuerst den einwandfreien anatomischen Nachweis von Geruchsporen an einer Partie des Abdomens gebracht zu haben, die physiologisch wie geschaffen ist für die Aufnahme von Geruchsempfindungen. Eine äußerst sympathische Hypothese Nagels (p. 108) besagt, daß die Grubenkegel der Riechwerkzeuge nur dann in Tätigkeit treten können, wenn bewegte Luft in die Gruben eindringt, und daß demnach die Insekten, um gut riechen zu können, ihre Riechorgane gegen die Luft bewegen müssen, sei es durch Bewegen der Antennen oder während des Fluges. Die tympanalen Geruchsgruben der Acridiideen werden nun auch beim sonst vollständig ruhigen Tiere durch die Atmung in einer ständigen rhythmischen Bewegung gehalten, so daß, ähnlich wie bei der regio olfactoria der Säugetiernase, fortwährend bewegte Luft über sie hinwegstreicht.

IV. Locustodea.

A. Allgemeines.

Den Ausgangspunkt für meine Untersuchungen über die tibialen Tympanalapparate bildete der Befund von Rippen in der Wand der Acridierstifte. Die überraschende Konvergenz, die mir hier mit der von Adelung zuerst beschriebenen Rippenbildung bei den Cristastiften der Locustiden entgegentrat, gab mir Veranlassung, die leichter zugänglichen und flächenhaft auseinandergezogenen Organe der Locustiden und Grillen zu einer vergleichenden Untersuchung heranzuziehen, und ich kam hierbei zu dem Resultat, daß die Struktur der Endschläuche, die Beschaffenheit ihrer konstituierenden Zellen, der Fibrillenapparat der Sinneszellen, kurz das ganze nervöse Organ histologisch nach demselben Schema eingerichtet ist wie bei den Acridiideen; der begrifflicherweise recht erhebliche Unterschied ist fast ausschließlich morphologischer Natur.

Da nun trotz der eingehenden Untersuchungen speziell Grabers und Adelungs auch in dieser Richtung noch manches unklar oder unrichtig aufgefaßt war, schien es mir unerläßlich, die morphologischen Verhältnisse gleichfalls noch einmal nachzuprüfen, denn ohne die genaue Kenntnis der Gestalt und des Aufbaues eines Objektes werden die Resultate einer histologischen Untersuchung immer fragmentarisch und unsicher sein.

Wenn ich nun auch zugeben muß, daß mir die Befunde, welche ich am Acridierorgan gemacht habe, das Studium außerordentlich erleichterten, teilweise überhaupt erst eine richtige Auffassung ermöglichten, so möchte ich doch bemerken, daß ich mich bemüht habe, möglichst objektiv und unbeeinflußt von meinen früheren Befunden an die Untersuchung des Locustidenorgans heranzutreten, und ich werde auch nicht verfehlen, die Punkte hervorzuheben, welche ich nicht zu klären im stande war, ohne auf die Acridierendschläuche zurückzugreifen.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, daß bei den in Frage stehenden Organen der verschiedenen Locustidenspezies sowohl die morphologischen wie die histologischen Unterschiede nur eine ganz untergeordnete Bedeutung haben, hielt ich es für nützlich, in derselben Weise vorzugehen wie bei den Acridiideen, indem ich einen Vertreter herausgriff, welcher mir die Verhältnisse am einfachsten und übersichtlichsten zeigte, um diesen dann um so eingehender zu beschreiben. Am geeignetsten erschien mir hierzu *Decticus verrucivorus*, dessen Tibia annähernd so groß ist wie die von *Locusta viridissima*, da die Zahl der Endschläuche aber viel geringer ist, so nimmt das Gesamtorgan in der Tibia fast ein Drittel weniger Raum ein. Hinderlich war mir allerdings anfänglich die gradezu gewaltige Chitinhülle des Decticusbeines, die es fast unmöglich machte, tadellose Schnittserien zu erhalten. Über diese Schwierigkeit half mir jedoch bald eine sehr einfache und daher um

so empfehlenswertere Methode hinweg, mit deren Hilfe ich im stande war, das Bein seines Chitinskelettes zu entkleiden, ohne daß die Weichteile die geringste Veränderung erlitten. Sie wird folgendermaßen ausgeführt: Das Paraffinpräparat wird zunächst zur besseren Handhabung, in der Weise wie man es zum Schneiden vorbereitet, auf einem Mikrotomblock befestigt, am besten so, daß die beiden Spalten nach oben sehen. Die folgenden Manipulationen sind nur unter der binoculären Lupe und mit Hilfe sehr spitzer und stabiler Nadeln und Messer auszuführen. Es ist dann zweckmäßig, zuerst die Trommelfelldeckel fortzubrechen. Darauf werden von der sehr stark chitinisierten Oberseite mit einem Messer einige Chitinlamellen in der Längsrichtung abgesplittert, und nun kann man sehr leicht das Chitin stückchenweise nach den Seiten zu absprengen. Bei einiger Vorsicht wird sich hierbei immer nur das Chitin ablösen. Ist die Oberseite chitinfrei, so wird das Präparat herumgedreht und die andere Seite in derselben Weise bearbeitet. Nach dieser Methode habe ich auch meine Totopräparate hergestellt, nur wurde hier erst die ganze Beugeseite der Tibia, in welcher die Muskulatur liegt, fortgeschnitten. Bei solchen Präparaten ist es aber notwendig, die pigmentierte Matrix zu entfernen, da diese sonst das Bild fast undurchsichtig macht; oberhalb der Crista gelingt dies sehr leicht, auch die zwischen Hypodermis und Crista liegende Blutschicht fällt von selbst mit fort, am Subgenualorgan ist aber äußerste Sorgfalt und eine sehr ruhige Hand erforderlich, weil hier die Sinneszellen und teilweise die Nerven der Matrix dicht anliegen. Sind alle diese Manipulationen mit Erfolg ausgeführt, so brauchen Osmiumpräparate nur vom Paraffin befreit und in Kanadabalsam überführt zu werden, und man hat ein wundervolles Übersichtsbild vor sich, welches noch obendrein den schätzenswerten Vorzug hat, daß sich sämtliche Organteile in ihrer natürlichen Lage befinden. Meine Fig. 19 ist nach einem solchen Präparate gezeichnet und gibt daher ein vollkommen naturgetreues Bild des Organes.

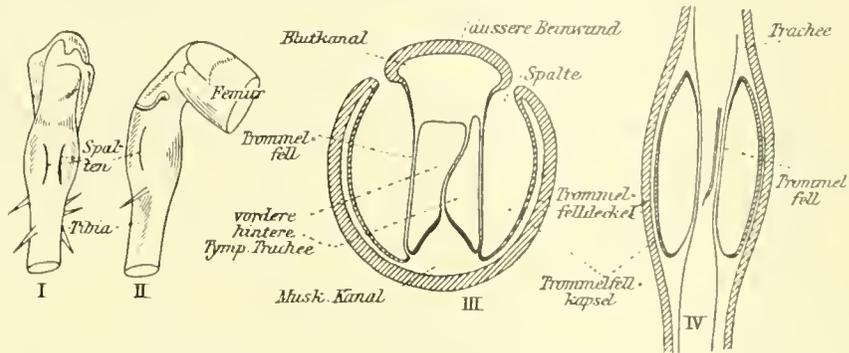
Zur Färbung der Totopräparate kann ich eigentlich nur Eisen-Hämatoxylin empfehlen, welches nach genügender Differenzierung Stifte, Achsenstrang und das Chromatin der Kerne schwarz, die übrigen Gewebebestandteile dagegen grauweiß erscheinen läßt. Auch Ehrlichs Hämatoxylin gibt recht schöne Bilder.

Zur Lagebestimmung wähle ich den von Graber (1875, p. 3) eingeführten Beschreibungsmodus und werde der leichteren Verständlichkeit wegen bei Zitieren der anderen Arbeiten, speziell der von Adelung, die sonst total verwirrenden Bezeichnungen in diesem Sinne ändern. Wir müssen uns nach Graber die Vorderbeine so gestellt denken, wie es die Mittelbeine in Wirklichkeit sind; die Tibia steht dann senkrecht zum Boden, sie hat ein oberes proximales und ein unteres distales Ende, eine dem Leibe zugekehrte Innenfläche, die davon abgewendete Außenfläche u. s. w. Ferner werden wir von einer Längs- oder Vertikalachse der Tibia, von einer sagittalen Querachse, die der Längsachse des Körpers parallel läuft, und von einer frontalen Querachse, außerdem von einer sagittalen und einer frontalen Längsebene und endlich von einer horizontalen Querebene sprechen.

B. Das Chitingerüst der Tympanalregion mit den Trommelfellen.

Die Beschreibung der Integumentteile werde ich so kurz wie möglich fassen. Diese Verhältnisse sind von den früheren Bearbeitern, besonders von Graber, so ausführlich be-

handelt, daß es genügt, sie hier an der Hand der Graberschen Ausführungen (1875, p. 7., denen ich nur wenig hinzuzufügen habe, soweit zu besprechen, als es zum Verständnis des inneren Organes notwendig ist. Die nachstehenden Textfiguren sind Adelong (1892, p. 319) entnommen, teilweise aber korrigiert.



I Außenansicht. II Seitenansicht der Tibia. III Horizontaler Querschnitt durch die Mitte der Tympanalregion.
IV Transversaler Längsschnitt durch die Tibia.

Textfig. 10.

An der Außenseite der Vordertibia, näher dem Tibio femoralgelenk zu, befinden sich zwei schmale, symmetrisch gelagerte und in der Mitte schwach einwärtsgebogene Ritzen oder Spalten, von denen jede in einen linsenartig gestalteten Hohlraum führt, dessen innere Wand zum größten Teil von dem Trommelfell, die äußere von einer Integumentduplikatur, dem Trommelfelldeckel, gebildet wird. Der Hohlraum wird als Trommelfellkapsel oder als Trommelfelltasche bezeichnet. Die Trommelfelldeckel (Taf. IV, Fig. 19 und Taf. III, Fig. 20 TrD) werden von Graber als Ausstülpungen des Integumentes beschrieben, die sich als Schutzdach über das Trommelfell legen. Für ein richtiges Verständnis ist es jedoch besser, wenn wir uns vorstellen, daß die Trommelfellkapsel durch eine taschenartige Einstülpung des Integumentes, deren mediane Wand sich der Trachee anlegt und zum Trommelfell (Fig. 20 vT und hT) wird, während die laterale das innere Blatt des Trommelfelldeckels bildet, entstanden ist. Die Länge einer Spalte beträgt bei *Declius verrucivorus* 850 μ . Mit deren unterem Winkel schließt auch die Kapsel ab, während diese oberhalb des proximalen Winkels noch 280 μ als ein allmählich schmaler und spitzer werdender und blind endender Hohlraum weiter in das Beinlumen eindringt. Der Längendurchmesser der Kapsel beträgt 1130 μ , im transversalen Querdurchmesser (Fig. 20 TrK) mißt sie 550 μ , im sagittalen 160 μ . Der zwischen den hochgewölbten Trommelfelldeckeln liegende Beinabschnitt ist von vorn und hinten stark komprimiert; dafür ist er in transversaler Richtung nach beiden Seiten bauchig aufgetrieben. Der bikonvexe Steg zwischen den beiden Spalten bildet die eigentliche äußere Wand des Beinlumens der Tympanalgegend. Dieses außerordentlich stark chitinisierte Wandstück geht oben und unten gleichmäßig in die Beinwand über. Es ist sowohl in vertikaler wie in horizontaler Richtung ein wenig nach außen konvex gekrümmt und an beiden Rändern medianwärts umgebogen, so daß es im Querschnitt agraffenartig erscheint (Fig. 20 äW).

„Die Trommelfelle selbst erscheinen als an Farbe, Glanz und Elastizität dünnen Glimmerplättchen vergleichbare, äußerst zarte Membranen, von der Form einer etwas ovalen

Ellipse, deren längste Dimension der Vertikalachse der Tibia entspricht“ (Graber 1875, p. 5). Sie beginnen ca. 100 μ unterhalb der oberen Kapselspitze, nehmen also nicht die ganze innere Kapselwand ein, wie Graber angibt. Auch die von ihm konstatierte Kongruenz der Trommelfelle trifft nicht ganz zu, denn ich habe das vordere immer etwas länger gefunden (950 μ bei *Dect. verr.*) als das hintere (900 μ). Ihr Breitendurchmesser beträgt 440 μ . Ein ausgeprägter Trommelfellrahmen, wie wir ihn bei den Acridiideen kennen gelernt haben, fehlt hier; eine Anlage zur analogen Rahmenbildung ist jedoch nicht zu verkennen, denn an der Innenseite biegt sich die Kapselwand, ehe sie in das Trommelfell übergeht, erst ein wenig nach außen heraus (Fig. 20 R). Was für ein Gebilde von Graber für den „dicken, wulstförmigen Rahmen, der bei *Decticus* ganz unbeschädigt vom übrigen Integument losgetrennt werden kann“, gehalten ist, kann ich mir nicht erklären, auf jeden Fall ist die Beschreibung unrichtig, und ebenso unzutreffend ist seine Angabe, daß das Trommelfell uhrglasförmig in das Bein eingesenkt sei.

Wie bei den Acridiideen ein großer Teil des sonst glasklaren Trommelfelles durch eine dickere Cuticula und pigmentierte Matrix ausgezeichnet ist, macht sich auch hier in der äußeren Längshälfte eine solche Partie in der Aufsicht als ovaler, undurchsichtiger Fleck kenntlich, welchen eine durchsichtige, sehr dünne innere Zone halbmondförmig umgibt. Unabhängig von diesen Zonen trägt das Trommelfell (aber nur bei Imagines) an der medianen Fläche, mehr dem äußeren Rande zu, eine schmale Chitinleiste, welche in einer nach innen konvexen, der inneren Beinseite annähernd parallelen Linie verläuft (Fig. 20 TrL); wir wollen sie als Trommelfelleiste bezeichnen. Bis zu dieser Leiste liegen die Trommelfelle fast parallel, in graden, ein wenig nach unten und außen konvergierenden Ebenen. Darauf wenden sie sich in einem mehr oder weniger scharfen Knick, je nach der Breite der äußeren Beinwand, in grader Richtung ihrer äußeren Einfassung zu.

Die Entfernung der Trommelfelle voneinander beträgt an ihrem proximalen Ende 400 μ , am distalen 250 μ . In der Mitte der Tympanalregion liegen sie am Innenrande 300 μ , außen 320 μ und an der Leiste 200 μ auseinander.

C. Vom inneren Bau der Tibia.

Im oberen Ende der Tibia werden durch die seitlichen Verwachsungen der zentralliegenden Trachee mit der Beinwandung zwei gleichfalls in der Längsrichtung des Beines verlaufende Kanäle abgegrenzt, welche vom Knie bis zum distalen Ende der Tympanalregion nirgends in direkter Verbindung stehen und im Bereiche der Trommelfelle ganz streng voneinander geschieden sind: Zwischen der Trachee und der Außenwand des Beines liegt ein blutführender Kanal, und an der Beugeseite der Tibia sind Muskeln, Sehnen und Nerven in einem röhrenartigen Hohlraum eingeschlossen; wir bezeichnen sie hiernach mit Graber als Muskelkanal und Blutkanal.

Der Muskelkanal (Taf. III, Fig. 20 MK) ist in der Kniegegend sehr weit und unvollständig abgegrenzt, er nimmt aber schnell die Form einer engen und geschlossenen Röhre an, welche der inneren Beinwand so dicht anliegt, daß diese zugleich die innere Wand des Kanales bildet. In der Tympanalgegend erweitert er sich nach unten zu allmählich, ohne jedoch seinen geschlossenen Charakter zu verlieren. Seine äußere Wandung besteht

im supratympanalen Abschnitt aus straffem Bindegewebe, zwischen den Trommelfellen wird sie von der rinnenartig ausgehöhlten und stark chitinierten Innenwand der Trachee gebildet. Der Kanal umschließt den Tibial- und Tarsalnerven (Fig. 20 TibN und TarsN), eine starke Sehne (S) und in den erweiterten Partien mehrere Tarsalmuskeln (M).

Für uns ist es nun vor allem von Wichtigkeit, den Verlauf und die Form der Trachee und des Blutkanals kennen zu lernen.

Die Trachee (Taf. IV, Fig. 19 Tr), welche im Femur drehrund ist und zentral verläuft, erleidet innerhalb der Tibia verschiedene Veränderungen ihrer Form und Lage, ohne daß ihr Lumen eine irgendwie bedeutende Zu- oder Abnahme erfährt. Selbst nach ihrer Teilung innerhalb der Tympana sind die beiden Äste zusammen kaum umfangreicher als die Stammtrachee.

Wenn wir uns die Beinstellung vergegenwärtigen, welche wir für die Topographie angenommen haben, so durchzieht die Trachee den Femur vom Rumpf nach außen in horizontaler Richtung bis zum Kniegelenk. Hier heftet sie sich an die äußere Wand der Tibia durch Verbindung ihrer Matrix mit der Hypodermis des Integumentes. Dann biegt sie nach unten um, indem sie von der Außenwand wieder abrückt und sich allmählich nach innen wendet. Die Verbindung mit der Beinwand bleibt aber bestehen und zieht sich in dem Maße wie sich die Trachee von der Außenwand entfernt bandartig nach der hinteren Beinseite. Graber (1875, p. 35) hat diese Verbindungen als Tracheensusensorien beschrieben. Gleichzeitig geht die Trachee mit der vorderen Beinwand, und weiterhin auch ihre innere Wand mit dem Muskelkanal eine bindegewebige Verbindung ein, und damit ist der äußere Blutkanal abgegrenzt. Zu den von allen späteren Forschern wiederholten Angaben Siebolds (1844, p. 72) und besonders zu der Beschreibung Grabers (p. 29) muß ich bemerken, daß die Trachee weder im Knie eine Verengung erleidet, noch unterhalb des Knies über der Tympanalgegend eine Anschwellung zeigt; im Gegenteil habe ich durch Messungen konstatiert, daß sie vom Knie bis zum Beginn der Trommelfellkapseln allmählich etwas enger wird und sich dann wieder verbreitert, um den Raum zwischen den Kapseln auszufüllen.

Über den weiteren Verlauf der Trachee sowie über ihr Verhältnis zur Umgebung kann man sich nur an Querschnitten orientieren. Durchmustern wir diese in distaler Richtung, so sehen wir, daß die Trommelkapseln zuerst zu beiden Seiten der äußeren Tracheenwand als kleine Chitinringe auftreten und sich weiterhin nach der inneren Beinwand zu zwischen Trachee und Integument erweitern, so daß die Trachee zwischen ihnen zu liegen kommt. Sobald die Trachee von oben her in den Bereich der Kapseln getreten ist, flacht sich ihre äußere, dem Blutkanal zugekehrte Wand ab. Ihre vordere und hintere Wand steht zunächst mit den Kapseln durch kurze Suspensorien in Verbindung und schmiegt sich ihnen resp. den Trommelfellen fernerhin dicht an. Hieraus ist zu entnehmen, daß die Trachee im Tympanalbezirk vierkantig ist und sich auf Querschnitten als Rechteck präsentiert. Innerhalb der Tympana nimmt die Trachee eine ganz bestimmte typische Form an, die ich kurz in folgender Weise zusammenfassen will: Der im ganzen vierkantige Tracheenstamm macht ungefähr von der Mitte der Trommelfelle ab eine sanfte und gleichmäßige Krümmung nach außen. Die äußere Wand ist flach und infolge der Krümmung in ihrer Längsrichtung nach innen eingebogen, während die in derselben Rich-

tung gebogene Innenwand nach außen zu durch den Muskelkanal muldenförmig eingedrückt ist. Die vordere und hintere Wand liegt an den Trommelfellen.

Bemerkenswert ist nun die Spaltung der Tympanaltrachee. Ihre Zweiteilung ist zuerst von Hensen (1866, p. 194) beschrieben, welcher der Ansicht war, daß schon am Knie zwei Tracheenstämme bestehen, die nebeneinander nach unten verlaufen. Dieser Irrtum ist aber verzeihlich und wird jedem Beobachter unterlaufen, der die Trachee in toto untersucht, denn fast immer ist ihre äußere Wand (gewöhnlich noch stärker, als es in Fig. 19 Tr angedeutet ist) in Form einer Längsfurche eingebuchtet, wodurch sie im Querschnitt nierenförmig erscheint. Dieses Verhalten habe ich bisher nicht erwähnt, weil ich glaube, daß es in vivo nicht besteht. Graber ist bei der Untersuchung des intratympanalen Tracheenabschnittes im ganzen zu einem richtigen Resultat gekommen, in einigen wichtigen Punkten muß ich ihn jedoch ergänzen. Obgleich er erkannt hat, daß die Spaltung der Trachee erst zwischen den Trommelfellen erfolgt, so ist doch aus seiner Beschreibung nicht genau zu ersehen, wo dieselbe zu suchen ist. Wir finden daher auch bei Adelson (1892, p. 320), welcher sich anscheinend nicht selbst mit diesen Verhältnissen befaßt hat und Graber zitiert, folgenden Passus: „In der Region der Trommelfelle angelangt, spaltet sich der Stamm in zwei Äste, welche sich am distalen Ende der Trommelfelle wieder zu einem Stamme vereinigen.“ Da nun diese Tracheenpartie den größten Teil des nervösen Apparates trägt, so ist es von Wichtigkeit, zu konstatieren, daß die Spaltung erst viel weiter distal, ungefähr zwischen dem ersten und zweiten Drittel der Trommelfelllänge erfolgt; sie markiert sich aber fast bis zum Anfang der Tympanalregion hin als eine unbedeutende Falte der äußeren Wand, welche auf Querschnitten als kleines Zäpfchen in das Lumen in der Trachee hineinragt. Bei *Decl. verr.* beginnt diese Falte 150 μ distal der Kapselspitze in der Nähe der hinteren Kante der Trachee, mit welcher sie parallel nach unten verläuft. Erst 300 μ distal, nachdem sie bis dahin nur wenig höher geworden ist, senkt sie sich schnell der inneren Tracheenwand zu und stellt so die Trennung in eine vordere und hintere Trachee her (Fig. 19 und 20 vTr und hTr). Die beiden Tracheen liegen so eng aneinander gepreßt, daß z. B. O. Schmidt (1875, p. 204/05) eine Verdoppelung der Stammtrachee in Abrede stellt, er spricht vielmehr von einem „Steg, welcher die Gehörblase in zwei unsymmetrische Längsräume teilt“. Im Effekt kommt es ja hierauf hinaus, und das Bild einer Mittelplatte wird dadurch noch vollständiger, daß die Tracheen sich noch im Bereiche der Trommelfelle, ohne auseinandergewichen zu sein, in derselben Weise wieder vereinigen, wie sie oben aus dem gemeinschaftlichen Stamm hervorgegangen sind. Da wir die Form der Tympanaltrachee schon im ganzen, ohne Rücksicht auf ihre Zweiteilung betrachtet haben, muß uns die Gestalt der beiden Zweigtracheen sofort verständlich werden, wenn wir uns die Form und Stellung dieser „Mittelwand“ (Fig. 20 St) klar machen. Sie hebt sich von der Kuppe der über den Muskelkanal bogenartig gewölbten Innenwand in einer Linie ab, die genau in der Medianebene der Tibia liegt und daher die Tracheenwand in der Längsrichtung halbiert. Nach der Außenwand zu macht sie nun in der Weise eine S-förmige Biegung, daß sie zunächst in der Medianebene liegt, darauf nach hinten umbiegt und dann in der Nähe des hinteren Trommelfelles eine zweite Biegung nach außen macht. Bei ihrem Übergang in die Außenwand gehen ihre beiden Blätter ein wenig

auseinander, so daß die Teilung an der Außenfläche durch eine Längsriefe (Fig. 19 und 20 LR) angedeutet ist, welche parallel zum hinteren Trommelfell verläuft und in proximaler Richtung eine Fortsetzung durch die oben erwähnte Faltenbildung erfährt. Ebe die Mittelwand ihr unteres Ende erreicht, macht sie in der Längsrichtung eine zweite gleichfalls S-förmige Biegung, indem sie sich erst der vorderen Tracheenkante zuneigt und dann dicht vor derselben wieder die distale Richtung einschlägt. Mit dieser Verschiebung zieht auch die Längsriefe auf die andere Seite hinüber, und von außen betrachtet (Fig. 19) legt sich die hintere Trachee wulstartig vor das untere Ende der vorderen und gibt so dem tympanalen Tracheenabschnitt, welcher das nervöse Endorgan trägt, seinen unteren Abschluß.

Nach der Wiedervereinigung der beiden Tracheen, welche ca. 100 μ über dem unteren Ende des hinteren Trommelfells erfolgt, wird der ganze Stamm durch den Muskelkanal nach der vorderen Beinseite gedrängt. Für den noch übrigen Teil des hinteren Trommelfelles schiebt sich ein Tracheenblindsack an diesem entlang bis zu seinem äußersten Ende.

Es erübrigt sich, auf die unsymmetrische Form der beiden Tympanaltracheen noch weiter einzugehen, denn wenn ich meiner obigen Beschreibung noch hinzufüge, daß die beiden Blätter der Mittelwand, ebenso wie die den Muskelkanal deckenden Wände, aus denen sie hervorgehen, stark chitinisiert sind (Fig. 20), so will es mir als fraglos erscheinen, daß der Endzweck der Teilung der Tympanaltrachee eben die Bildung dieser „Mittelwand“ ist, die infolge ihrer Starrheit im stande ist, die äußere Wand der vorderen Trachee gespannt zu halten und außerdem durch ihre S-förmige Biegung eine ausgezeichnete Elastizität besitzen muß. Auch die auffallend starke Chitinisierung der inneren Tracheenwände hat augenscheinlich nur den Zweck, die Trachee gegen Läsionen zu schützen, die ihr durch die Muskeln drohen.

Diese Verhältnisse weisen uns nun auf die wichtige Funktion hin, welche die äußere Tracheenwand übernommen hat, und wir wollen daher ihren intratympanalen Abschnitt noch einmal in toto einer Betrachtung unterziehen.

Die Biegung, welche die Trachee von der Mitte der Trommelfelle ab nach unten und außen macht, veranlaßte Siebold (1844, p. 75), ihre Außenwand für „kahnförmig ausgehöhlt“ zu halten. Graber (p. 30) glaubt eine bessere Beschreibung zu geben, indem er sie für „muldenförmig ausgehöhlt“ erklärt. In meiner obigen Definition der Tympanaltrachee habe ich sie flach genannt, womit ich zunächst nur ausdrücken wollte, daß wir sie uns als nicht ausgehöhlt zu denken haben. Vollständig eben ist sie aber nur im obersten Tympanalbezirk. Schon ca. 40 μ unterhalb der hinteren Kapselspitze zieht ein kurzes, kräftiges (30 μ dickes) Suspensorium die hintere Kante der äußeren Tracheenwand in diagonaler Richtung nach hinten und außen dem Integument zu (Fig. 19 hMW), so daß sie hier schräg nach vorn abfällt. Die Erhöhung der hinteren Kante macht sich noch nach der Spaltung der Trachee bis zur Mitte der Trommelfelle hin bemerkbar. Mit dem Auftreten der mittleren Längsfurche geht der große vordere Abschnitt der Außenwand aus der diagonalen wieder in die sagittale Stellung zurück, indem er in der Furche so weit nach innen sinkt, bis seine grade Fläche in einer sagittalen Ebene liegt; der schmale hintere Abschnitt erhält dadurch die Form einer bortartig nach außen

vorstehenden abgerundeten Kante. In distaler Richtung hebt sich dann der vordere Abschnitt ganz allmählich zu der Höhe des hinteren.

Was das Verhältnis der Trachee zu den Trommelfellen betrifft, so ist zu bemerken, daß ein Teil des äußeren Tympanumfeldes garnicht von der Trachee bedeckt wird. An der inneren Beinseite fallen, wie Graber (p. 29) richtig erwähnt, die Kanten der Trachee und die Ränder der Tympana nahezu zusammen. Da aber die Außenwand der Trachee in ihrer Längsrichtung nach innen eingebogen ist, während der äußere Trommelfellrand einen nach außen konvexen Bogen macht, so kommt hierdurch ein schmaler bikonvexer Abschnitt der Tympana, welcher jedoch immerhin an seiner breitesten Stelle in der Mitte der Trommelfelle den dritten bis vierten Teil von deren Breite ausmacht, neben dem äußeren Blutkanal zu liegen. Die beiden Felder sind durch die Längsleiste, welche an der Innenseite der Trommelfelle verläuft, ganz scharf gegeneinander abgegrenzt. Die beiden Außenkanten der Trachee werden durch die Leisten von den Trommelfellen abgedrängt, so daß beiderseits an den Trommelfellen entlang eine Längsfurche entsteht, deren Basis die Leisten bilden. An den Leisten ist die Trachee mit dem Trommelfell fest verwachsen, im übrigen besteht aber zwischen ihren Berührungsflächen keine Verklebung weder des Chitins noch der Matrixzellen, wie ich im Gegensatz zu Graber, der die Leiste ebensowenig wie Adellung erwähnt, behaupten möchte.

Die Form und Weite des Blutkanals (Taf. III, Fig. 20 BK) wird zum größten Teil durch die Lage und Form der Trachee bedingt, wir können daher seine Beschreibung kurz fassen. Er beginnt am Knie sehr eng und erweitert sich schnell in demselben Verhältnis wie die Trachee nach innen rückt. Über der Tympanalgegend nimmt er fast das halbe Beinlumen ein. Lassen wir das Subgenualorgan, welches an dieser weitesten Stelle von der Beinwand aus segelartig in den Blutkanal hineinragt und ihn bis auf einen schmalen Spalt einengt, außer Betracht, so wird sein Lumen mit dem Auftreten der Trommelfellkapseln wieder bedeutend enger. Seine intratympanale Form, die gleichfalls durch die Einlagerung der tympanalen Nervenendorgane in bestimmter, noch näher zu beschreibender Weise eine Abänderung erleidet, wird im übrigen aus der ausgiebigen Beschreibung, die ich von den Tracheen und dem Integument gegeben habe, hinreichend klar.

Der Inhalt des Blutkanals besteht neben der Blutflüssigkeit und deren korpuskulären Elementen (Fig. 20 Bltk) aus Fett (FZ) und feinen Tracheen. Die letzteren beiden Bestandteile treten besonders distal vom Subgenualorgan hervor, der proximale Abschnitt enthält fast nur Blut, während sich hier das Fett in unregelmäßigen, von großmaschigem Bindegewebe durchzogenen Hohlräumen vorfindet, welche seitlich und nach innen vor der Trachee liegen und mit dem Blutkanal in Verbindung stehen.

D. Die Nervenendapparate.

a) Allgemeine Übersicht.

Streng genommen gehört ein ganzer Abschnitt des tibialen Nervenapparates nur bedingungsweise in den Rahmen der vorliegenden Arbeit über „tympanale“ Sinnesorgane, ich

meine das ganz außerhalb der Trommelfelle liegende Supratympanalorgan. Würde es immer nur in Begleitung der Trommelfellbildung auftreten, so hätten wir trotz seiner extratympanalen Lage keinen Grund, dasselbe anders zu beurteilen als die intratympanalen Abschnitte. Es ist aber bekannt, daß Graber, welcher wohl als der Entdecker des supratympanalen Organes anzusehen ist, nicht allein vollkommen homologe Bildungen in den atympanalen Mittel- und Hintertibien der Locustiden und Grillen gefunden hat, sondern auch in den Tibien aller drei Beinpaare ganz heterogener Insektengruppen (Acridioideen, Formiciden, Blattiden, Melolontha und Dyticus). Ich will nicht auf die Hypothesen eingehen, welche sich mit der Sinnesfunktion dieser „Subgenualorgane“ beschäftigen, mögen sie als statische oder als schallperzipierende Organe aufgefaßt werden, so viel scheint mir aber sicher, daß auch in den tympanoferen Tibien der Locustiden und Grillen a priori das Supratympanalorgan von den Trommelfellen ganz unabhängig ist und phylogenetisch schon vor der Tympanalisierung bestanden hat, daß es dagegen durch die Tympanumbildung, die vielleicht ganz zufällig in seiner Nachbarschaft entstanden ist (vgl. Acridier), eine außerordentliche Entfaltung erfahren hat, die besonders durch eine Beteiligung seitens des eigentlichen Tympanalnerven erzielt wird, und daß es somit sekundär und wahrscheinlich auch funktionell in die tympanale Sinnesorganbildung hineingezogen ist. Es ist daher nicht angebracht, das Supratympanalorgan gesondert zu behandeln, und ich werde es, um es nicht von den homologen atympanalen Vorkommnissen künstlich abzugliedern, unter der auch sonst, speziell für die Grillen geeigneteren Graberschen Bezeichnung „Subgenualorgan“ beschreiben.

Das hervorstechendste Merkmal im Aufbau der tibialen Sinnesorgane der Locustiden besteht in ihrer flächenhaften Ausbreitung. Während sich die Endschläuche im Acridierorgan strickartig zusammengedreht haben, liegen sie hier in einer graden oder gebogenen Ebene immer einzeln nebeneinander, und es ist aus diesem Grunde verhältnismäßig leicht, die Abschnitte, in die das Organ zerfällt, auseinander zu halten.

Graber unterschied das supratympanale oder gabelförmige und das intratympanale oder Sieboldsche Endorgan. Eine unregelmäßige Gruppe von etwa 20 Endschläuchen, die er (p. 54) „hart unter dem supratympanalen Organe“ liegen sah, hielt er für den distalen Fortsatz der Gabel. Diesen Abschnitt hat Adelung unter der Bezeichnung „Zwischenorgan“ mit Recht besonders behandelt. Wir teilen demnach mit Adelung (p. 320) das Organ nach der Gruppierung der Sinneszellen und ihrer Endschläuche in drei Abschnitte: das Subgenualorgan, das Zwischenorgan und die Hörleiste oder Crista acustica, über deren Lagerungsweise wir vorläufig einen kurzen Überblick gewinnen wollen.

Das Subgenualorgan (Taf. IV, Fig. 19 SO) findet sich unmittelbar über der Tympanalbildung als ein klappenartig in den Blutkanal hineinragendes Gebilde. Seine Sinneszellen liegen in einem hufeisenförmigen Bogen, dessen Schenkel nach innen und unten gerichtet sind, fast unmittelbar am Integument. Der Scheitel des Bogens ist an der äußeren Wand in der Symmetrieebene der Tibia zu suchen, die Enden seiner etwas ungleichen Schenkel liegen an der vorderen und hinteren Beinseite, ziemlich in einer Höhe mit den Spitzen der Trommelfellkapseln. Die Endschläuche durchqueren nebeneinander verlaufend in grader Richtung das Lumen des Beines und nehmen an einer umschriebenen Stelle der hinteren Beinwand, neben und unterhalb des Endes der Sinneszellenreihe, ihre Anheftung.

Mit der Trachee steht das Organ in keiner direkten Verbindung, sein freier unterer Rand liegt der abgeflachten äußeren Tracheenwand parallel und ist ihr fast bis zur Berührung nah. Die Endschläuche bilden in der angegebenen Weise ein vollkommen geschlossenes System, ein Zerfall derselben in zwei Gruppen, wie ihn Adelung (p. 342) konstruiert, besteht ebensowenig wie die von Graber geschilderte Gabelform.

Das Zwischenorgan (Fig. 19 ZwO) nimmt durch die Art der Lagerung seiner Endschläuche eine Mittelstellung zwischen Subgenualorgan und Crista ein, denn einerseits haben diese keine Fühlung mit der Trachee, und andererseits liegt ihr Ursprung extratympanal, während sich ihr scolopoferes Ende zwischen den Trommelfellen befindet. Das Organ entsteht aus zwei zusammenhängenden Sinneszellengruppen, welche sich an der vorderen Beinseite zwischen Integument und dem Ende des subgenualen Sinneszellenbogens eingeschoben haben. Die Endschläuche sind ebenfalls flächenhaft geordnet und verlaufen alle in distaler Richtung, um sich der Reihe der Cristaendschläuche anzuschließen.

Die Crista acustica (Hörleiste, Sieboldsches Organ) (Fig. 19 Cra) ist dasjenige Organ, welches der Tympanalbildung seine spezifische Gestalt verdankt und mit der Tympanaltrachee, dem „cavum tympani“, direkte Beziehungen eingeht. Um die Crista morphologisch bestimmen zu können, dürfen wir nur ihre vom Cristanerven ausgehende Endschlauchreihe betrachten, denn wenn wir mit Adelung die von ihm als Cristamasse bezeichnete Hüllsubstanz hinzurechnen würden, so wären wir nicht im stande, sie gegen das Zwischenorgan abzugrenzen. Die Sinneszellen schließen sich denen des Zwischenorgans an und liegen daher ebenso wie diese immer an der vorderen Beinseite. Sie ziehen einreihig oder alternierend geordnet an der äußeren Kante der Trachee entlang. Die Endschläuche liegen in parallelen Reihen auf der Trachee, die ersten schon über den Trommelfellen, aber innerhalb der Tympanalbildung, die untersten über der Wiedervereinigung der beiden tympanalen Tracheenäste, also ein Weniges unter der Mitte der Tympana.

b) Verlauf und Verzweigung der Sinnesnerven.

In die Tibia treten zwei aus dem ersten Brustganglion entspringende Nervenstämme. Der stärkere von den beiden, der eigentliche Beinnerv, verläuft an der Beugeseite des Beines zwischen der Trachee und dem Integument und spaltet sich im Kniegelenk in zwei gleich dicke und einen schwächeren Ast. Die beiden stärkeren Äste, welche wir schon als Tibial- und Tarsalnerv kennen gelernt haben, werden weiterhin vom Muskelkanal umschlossen. Der dritte Ast tritt an das Subgenualorgan. Wir nennen diesen von Adelung zuerst beobachteten Nerven den Subgenual- oder nach Adelung Supratympanalnerven (Taf. IV, Fig. 19 SN). Der zweite Nervenstamm ist der Tympanalnerv. Er besitzt rein sensorische Qualitäten und ist von seinem Ursprunge an von dem anderen Beinnerven vollkommen getrennt. In seinem ganzen Verlaufe, bis zum unteren Ende der Crista liegt er ausschließlich an der vorderen Beinseite neben der Trachee und innerviert einen Teil des Subgenualorgans, das Zwischenorgan und die Hörleiste (Fig. 19 TM). Die Endorgane werden also von zwei Nerven verschiedenen Ursprungs versorgt. Adelung (p. 321 und 345) gibt an, daß „der Tympanalnerv ebenfalls in der Nähe des Knies aus dem Tibialnerven, etwas proximaler als der Supratympanalnerv, entspringt“, was um so merkwürdiger ist, als er den Verlauf

des kaum halb so dicken Subgenualnerven ganz richtig beschreibt. Die Selbständigkeit des Tympanalnerven scheint schon Siebold bekannt gewesen zu sein (1844, p. 75).

Der Subgenualnerv (Fig. 19 SN) zieht nach seinem Ursprung im Kniegelenk in distaler Richtung nach der hinteren Beinseite, durchbohrt hier das Suspensorium und wendet sich dann, indem er immer in nächster Nähe der Hypodermis liegt, nach der äußeren Beinregion. Kurz bevor er, etwas hinter der Symmetrieebene, an die Sinneszellenreihe des Subgenualorgans tritt, teilt er sich bei *Decl. verr.* in drei Äste. Einer von diesen wendet sich direkt nach außen an die Hypodermis (SN₁), um hier die Sinneshaare zu versorgen, die beiden anderen (SN₂ und SN₃) gehen gabelartig auseinander und legen sich der Innenseite des Sinneszellenbogens dicht an, indem der eine am vorderen, der andere am hinteren Schenkel entlang läuft. Der vordere Ast versorgt aber nur einen Teil der vorderen Endschläuche, die übrigen stehen mit einem Ast des Tympanalnerven in Verbindung (Fig. 19 und Textfig. 11 tSN). Die Innervierung der Sinneszellen erfolgt wie beim Acridierorgan in der Weise, daß die Nerven an jede Zelle eine Faser abgeben; sie werden daher in distaler Richtung immer dünner. Der Subgenualnerv ist bei *Decl. verr.* 11 μ dick. Die Entfernung von seinem Ursprung im Kniegelenk bis zum Scheitel des Organes beträgt, an der Vertikalachse gemessen, 325 μ .

Der 22 μ dicke Subgenualnerv von *Locusta viridissima* (Textfig. 11) teilt sich in vier Äste, von denen einer an die Hypodermis, die übrigen drei an das Subgenualorgan treten.

Der in der Vorderseite des Beines verlaufende Tympanalnerv (Fig. 19 TN) liegt im Femur neben der Trachee. Im Knie wendet er sich von ihr ab, legt sich an die Hypodermis der vorderen Gelenkfalte und macht mit dieser eine leichte Biegung nach innen. Von hier läuft er zwischen Trachee und Integument in grader Richtung schräg nach außen und unten, so daß er mit dem Beginn der Trommelfellkapseln neben der äußeren Tracheenkante zu liegen kommt. Auf diesem Wege tritt er in Fühlung mit den Sinneszellengruppen des Subgenual- und Zwischenorgans. Die Tracheenkante begleitet er bis zu seinem Ende, welches er neben der untersten Sinneszelle der Crista acustica erreicht. Im oberen Tympanalbezirk liegt der Nerv bis zum Auftreten der Tracheenfalte, die späterhin zur Scheidewand wird, auf der äußeren Tracheenwand, dicht neben deren Kante. Von der bezeichneten Stelle ab rückt er in die Längsriefe, welche vom Trommelfell und der vorderen Tracheenkante gebildet wird. Die gleichfalls nachrückenden Sinneszellen der Crista drängen ihn aber bald wieder nach außen, so daß er jetzt die Trachee nicht mehr berührt, dagegen dicht an der Sinneszellenreihe und dem Trommelfell entlang läuft (Fig. 20 CrN). Im Femur ist der Nerv 40 bis 45 μ dick. Er gibt hier zahlreiche kleine Zweige an das Integument ab und mißt daher unter dem Knie nur noch 30 μ , oberhalb der Crista nach Abgabe des Subgenual- und Zwischenorganastes 26 μ .

Sobald der Tympanalnerv in den Bereich des Subgenualorgans gekommen ist, schickt er an dessen vorderen Sinneszellenbogen einen ca. 100 μ langen und 11 μ dicken Ast (Fig. 19 und Textfig. 11 tSN). Dieser Subgenualast verläuft, nachdem er anfänglich dem Stamme angelegen hat, in fast horizontaler Richtung nach hinten und ein wenig nach außen und unten und teilt sich im Moment, wo er die Sinneszellen ungefähr in der Mitte des vorderen Bogenschenkels erreicht, wiederum in zwei Äste, in einen oberen und einen unteren. Der obere, schwächere läuft dem vorderen Ast des Subgenualnerven entgegen, der untere be-

gleitet die Sinneszellenreihe bis zu ihrem unteren Ende. Der Nerv ist von Graber (p. 54) als Supratympanalnerv beschrieben.

90 μ oberhalb der vorderen Kapselspitze und 60 μ unterhalb des Ursprungs des Subgenualastes tritt aus dem Tympanalnerven der obere Nerv des Zwischenorgans heraus (Fig. 19 ZwN₁). Der 7 μ dicke Nerv läuft zuerst eine Strecke von 35 μ in einem spitzen Winkel zum Tympanalnerven nach unten und außen, biegt dann rechtwinklig nach außen um und schiebt sich zwischen Hypodermis und Subgenualorgan ein. Dieses horizontal verlaufende, 75 μ lange Ende reicht bis an die äußere Beinseite und trägt an seiner Unterseite die ihm dicht anliegenden Sinneszellen, welche das Bestreben haben, sich paarig zu ordnen.

Der untere Nerv des Zwischenorgans (Fig. 19 ZWN₂) entspringt wiederum 50 μ distal vom Ursprung des oberen aus dem Tympanalnerven. Er ist ein feiner, ganz kurzer Nerv (5 μ dick, 30 μ lang), welcher an der medianen Seite des Tympanalnerven austritt, etwas schräg nach außen und hinten zieht und dann gleich an die zweite vertikalliegende Sinneszellengruppe des Zwischenorgans tritt.

Das ganze übrige distale Ende des Tympanalnerven können wir als Cristanerv (Fig. 19 CrN) bezeichnen, denn außer einem 11 μ starken Ast, welchen er an die Hypodermis der äußeren Beinseite abgibt, und der ihn 50 μ nach dem unteren Nerven des Zwischenorgans verläßt, versorgt er nur noch die Endschläuche der Hörleiste. Von dem integumentalen Ast ab ist der Nerv noch 650 μ lang. Er nimmt, da er kontinuierlich Nervenfasern an die Sinneszellen abgibt, in distaler Richtung immer mehr an Stärke ab und endet mit der Crista.

c) Das Subgenualorgan.

Graber meint, daß ihm weit besser als die Totalform und Lagerung des Subgenualorganes der feinere Bau seiner Elementarteile bekannt geworden sei. Ich muß eingestehen, daß der Fall bei mir umgekehrt liegt, denn mit Hilfe meiner Quer- und Längsschnittserien glaube ich vollständige Klarheit über die Form des Organes gewonnen zu haben, einige, wenn auch geringfügige histologische Erscheinungen sind mir dagegen leider noch zweifelhaft geblieben.

Das Subgenualorgan ist in der Art seines Aufbaues ein vollkommen selbständiges und in sich geschlossenes Gebilde, welches weder getrennte Gruppierungen der Sinneszellen noch der Endschläuche aufweist. Ich bin genötigt, hierauf besonders hinzuweisen, weil sowohl Graber wie Adelson das Organ in zwei scharf gesonderte Abschnitte teilen.

Graber (1875, p. 54—58) unterscheidet nach der Lagerung der Endschläuche einen vorderen und einen hinteren Endorganabschnitt und beschreibt das ganze Gebilde als gabelförmiges (supratympanales) Endorgan. Zu jedem Abschnitt soll ein bandförmig in die Länge gezogenes „Ganglion“ gehören, denen er die Bezeichnung Vorderhorn und Hinterhorn beilegt. Von den Ganglienzellen des Vorderhorns gibt er an, daß sie rings um den Supratympanalnerven liegen und sich bis zur Mitte der Außenwand erstrecken. Die von ihnen ausgehenden „Nervenendröhren“ sollen sich an der hinteren Beinwand befestigen. Vom Hinterhorn sagt er, daß dessen Endschlauchzone sich längs dem Integument der Außenwand und auch noch der Tracheenwand bis ungefähr zur Mitte derselben erstreckt, daß es

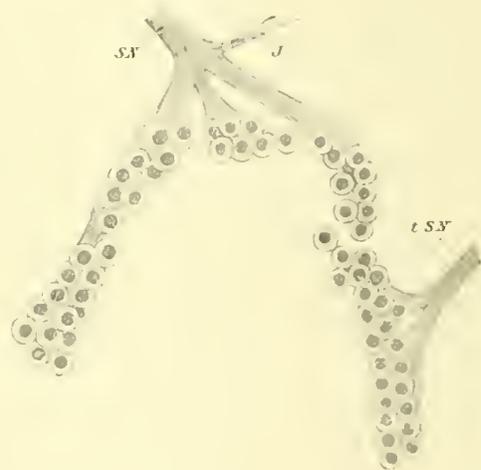
sich aber nicht wie das Vorderhorn an der entgegengesetzten, sondern an derselben Beinseite anheftet, auf welcher die Ganglienzone sich ausdehnt.

Adelung (p. 341—46) glaubt diese Angaben bestätigen zu können, er macht sogar zwischen den beiden Abschnitten, besonders bezüglich der Sinneszellengruppen, eine noch schärfere Trennung. Seine erste Gruppe soll der äußeren Wölbung des Beininteguments anliegen und eine bis mehrere Reihen bilden, die zweite der vorderen Beinseite. Über die Form der letzteren spricht er sich nicht aus; aus seiner Fig. 7 GZ [Taf. XIV] ist aber zu entnehmen, daß er sich dieselbe als unregelmäßigen Haufen gedacht hat. Die Endfasern beider Gruppen sollen sich dann zu einem Strang vereinigen, der an die Cuticula der hinteren Beinseite tritt. Es ist augenscheinlich, daß Adelung hier die Graberschen Ausführungen mißverstanden hat, denn betrachten wir neben unserem obigen Referat Grabers Fig. 58 sti und besonders 73 Gr, so erkennen wir, daß das „Hinterhorn“ nicht mit der Gruppe II Adelungs, sondern mit den Endschläuchen identisch ist, die er als Zwischenorgan beschrieben hat. Graber bezeichnet dieselben Endschläuche p. 63 als supratympanalen Cristaabschnitt.

Wenn ich nun oben gesagt habe, daß die Sinneszellen des Subgenualorgans (die bipolaren Ganglienzellen der Autoren) keine scharf gesonderte Gruppierung einnehmen, so

Sinneszellenbogen des Subgenualorgans von *Locusta viridissima*.

- SN* Subgenualnerv (teilt sich bei *Loc. vir.* in 4 Äste).
J integumentaler Ast.
tSN Subgenualast des Tympanalnerven.



Textfig. 11.

sollte damit vor allem konstatiert werden, daß eine solche nicht in der Auffassung Adelungs, als Ausdruck einer Trennung des Gesamtorgans besteht. Wohl aber können wir beobachten, daß die Sinneszellen eines jeden Nervenastes auch durch die Art ihrer Lagerung eine gewisse Zusammengehörigkeit zeigen, so daß wir eventuell im stande sind, die Zahl der zu jedem Nerven gehörenden Zellen zu bestimmen (Textfig. 11). Die einzelnen langgezogenen, aus einer oder mehreren Reihen bestehenden Gruppen liegen mit ihren Enden eng an- und teilweise nebeneinander und bilden so insgesamt den mehrfach genannten kontinuierlichen Zellbogen. Dieser Bogen liegt nicht allein an der vorderen und äußeren Beinwand, er erstreckt sich auch auf die hintere Seite bis zur Anheftungsstelle der Endschläuche. An der vorderen Beinseite zieht er, vom Integument durch das Zwischenorgan getrennt, als ein unregelmäßiges ein- oder mehrreihiges Band bis zum unteren Ende des Organes, welches hier dicht über der Spitze der Trommel-

fellkapsel liegt. Adelson wird diese Zellreihe wohl übersehen haben, denn seine Gruppe II gehört nicht dem Subgenualorgan, sondern dem Zwischenorgan an.

Die Anheftungsstelle der Endschläuche (Taf. IV, Fig. 19 J) ist eine genau in der Längsrichtung des Beines liegende schmale Partie der äußeren Beinwand. Sie beginnt dicht neben und außerhalb der untersten Sinneszelle und erstreckt sich soweit nach unten, daß sie fast in einer Höhe mit der distalsten Sinneszelle der vorderen Seite abschneidet. Denken wir uns nun durch den ganzen Bogen eine grade Ebene gelegt, so erhalten wir ein ungefähres Bild von der Stellung, welche das Subgenualorgan im Beine einnimmt: Die Ebene wird eine schräg von oben und außen nach unten und innen in das Beinlumen vorspringende Scheidewand mit einem runden, der Beinwand anliegenden und einem graden freien Rande vorstellen. Die Größe und Stellung des Organes illustrieren wir uns am besten mit Hilfe von Zahlenwerten. Wenn wir uns durch den Scheitel und die Enden des Sinneszellenbogens Horizontalebene gelegt denken, so beträgt der senkrechte Abstand zwischen der Scheitelebene und der des vorderen Bogenendes 200μ , 50μ mehr als vom hinteren Bogenende. Dieser Unterschied wird durch die 50μ lange Anheftungsstelle nicht ganz ausgeglichen, denn diese liegt noch eine Strecke von ca. 20μ neben den Sinneszellen. Der 300 bis 350μ lange untere Rand neigt sich daher ein wenig schräg nach vorn und unten. Der Winkel, in dem die Organfläche zur Horizontalebene geneigt ist, beträgt 40° .

Solch eine schematisch ebene Form, wie wir oben angenommen haben, hat das Organ nun in der Tat nicht, und zwar vorwiegend deshalb, weil seine Endschläuche nicht in ihrer ganzen Länge grade ausgespannt sind, sondern in ihrem Anfangsteil eine mehr oder weniger starke Biegung erleiden. „Sie beschreiben fast alle,“ wie Adelson (p. 343) sagt, „in der Nähe der Ganglienzelle einen kleineren oder größeren Bogen, indem sie zuerst distal verlaufen und sich dann der hinteren Beinseite zuwenden.“ Da nun die Sinneszellen größtenteils in einer, wenn auch geringen Entfernung von der Hypodermis liegen, so ist es richtiger zu sagen: sie treten erst alle nach außen an das Integument, oder soweit sie nicht am Integument liegen, an das Zwischenorgan, verlaufen an diesem eine kurze Strecke, durch lockeres Bindegewebe festgehalten, nach unten und biegen dann an einer bestimmten Stelle nach dem Beinlumen zu um, um jetzt in schnurgrader Richtung ihrer Anheftungsstelle zuzustreben (Taf. IV, Fig. 21). Stellen wir uns demnach vor, wir betrachteten das Organ von der Innenseite, so würden wir eine schaufelförmige Fläche sehen, deren runder, der Beinwand anliegender Rand nach uns zu aufgekümmert ist. Aus dieser Form ist auch zu entnehmen, daß, von außen betrachtet, der Sinneszellenbogen nach innen von der runden Anheftungszone des Organes liegen muß; nur an der proximalen Partie, da, wo der Subgenualnerv herantritt (Fig. 19), können die Sinneszellen etwas darüber hinwegsehen. Es ist mir daher nicht verständlich, wenn Adelson (p. 343) von den proximalen Endschläuchen (seiner ersten Gruppe) sagt, „daß die distal liegenden Ganglienzellen den Beginn eines Teiles der Endschläuche verdecken“. Adelson muß hiernach der irrigen Ansicht sein, daß die Endschläuche sich nach innen einbiegen oder übereinanderschichten, denn in der von ihm gedachten Außenansicht seiner Totalpräparate (Taf. XIV, Fig. 7) werden, wie wir gefunden haben, im Gegenteil die Sinneszellen von der Anheftungszone verdeckt. Adelson meint nun ferner, daß die Krümmung der Endschläuche in distaler Richtung stetig zunehme, besonders die untersten Endschläuche

seiner II. Gruppe läßt er eine tiefe Krümmung nach unten machen. Derartige beachtenswerte Verhältnisse habe ich nicht gefunden; aber Adellung mußte ja wegen der von ihm angenommenen hohen Lage seiner Sinneszellengruppe zu dieser Ansicht kommen.

Sobald die Endschläuche sich von der Hypodermis abheben, legen sie sich alle in einfacher Lage fächerartig nebeneinander. Nach der verhältnismäßig kurzen und schmalen Anheftungsstelle zu nehmen sie allmählich an Umfang ab, aber doch nicht so viel, daß sie bis zu ihrem Ende in derselben einschichtigen Reihe liegen könnten. Es müssen daher immer einige benachbarte Endschläuche nebeneinander inserieren, eine Verschmelzung der Enden mehrerer Endschläuche erfolgt jedoch sehr selten. Eine gewisse Reihenfolge halten sie also auch bei ihrer Insertion ein, und wir können sagen, daß die Endschläuche, welche von der hinteren Beinseite ausgehen, sich am proximalen Ende der Insertionsstelle anheften, und die folgenden, gradatim weitergehend, ihre Anheftung immer weiter distal nehmen, so daß die Schläuche, denen die untersten Sinneszellen der vorderen Seite angehören, am freien Rande des Organes entlang laufen und sich auch am untersten Ende der Insertionsstelle befestigen. Adellung hat, nach seinen Abbildungen (Fig. 7) zu urteilen, diese Anordnungsweise ebenso aufgefaßt wie ich, er spricht aber von einem „Strange, zu dem die Endfasern sich vereinigen“.

Die äußersten Endschläuche der hinteren Seite nehmen eine von der beschriebenen Norm recht abweichende Lagerung und Form ein. Ein Teil von ihnen schließt sich den übrigen an, ohne aber deren regelmäßige einschichtige Lage zu zeigen. Ein anderer Komplex von ca. 10 Schläuchen ist ganz aus dem Verbande ausgeschieden und befestigt sich, zu einem unentwirrbaren Knäuel zusammengedreht, neben der Anheftungsstelle des Organes am Integument. Alle diese Schläuche sind jedoch so verkümmert, daß sie kaum als scolopofere Gebilde zu erkennen sind (Taf. IV, Fig. 21 NOrg).

Die histologischen Untersuchungen der subgenualen Endschläuche haben ergeben, daß sie nicht allein dieselben Zellen und Zellbestandteile aufweisen wie die Acridierschläuche, sondern daß die konstituierenden Elemente auch die gleichen Lagebeziehungen einnehmen, wie wir sie dort kennen gelernt haben. Es sind aber doch einige nicht unwesentliche Unterschiede zu verzeichnen, insbesondere sind es die Stifte, die eine etwas abweichende Architektur zeigen.

Der an der Sinneszellenreihe hinstrichende Nerv gibt an jede Zelle eine Faser ab (Taf. IV, Fig. 19 SN₂ und SN₃, Fig. 23 tSN), welche allmählich breiter wird und gleichmäßig in die Sinneszelle übergeht. Diese hat meistens eine Spindelform, denn ihr terminaler scolopoferer Fortsatz ist am Grunde nur wenig breiter als die gegenüberliegende Nervenfasern. Die Sinneszelle (Taf. IV, Fig. 21 22 und 23 SSZ) besitzt einen Durchmesser von 18 μ und schließt einen kugligen, 13 μ dicken Kern von dem bekannten Aussehen der Sinneszellenkerne ein. Um diesen proximalen Teil liegt eine zarte Hülle, welche eine direkte Fortsetzung der Nervenscheide zu sein scheint. Ihr gehören die platten Kerne (Fig. 21, 22 und 23 HZK) an, die schalenartig den Sinneszellen anliegen und daher in den Schnitten halbmondförmig erscheinen. Im Acridierorgan hatten sich diese Kerne von den Sinneszellen entfernt und lagen zerstreut zwischen den Bündeln der faserigen Stützsubstanz, in der von uns so bezeichneten retikulären Bindesubstanz.

Aber auch die fasrige Binde substanz finden wir hier wieder, nämlich an dem folgenden Abschnitt der Endschläuche, welcher sich in der oben beschriebenen Weise an das Integument lehnt. So mächtig ausgebildet wie bei den Acridiern ist sie zwar nicht, auch sind die einzelnen Fibrillen viel zarter, doch bildet sie auch hier bis zur Umhüllungszelle hin und ein wenig noch innerhalb derselben eine geschlossene Scheide um den Sinneszellenfortsatz (Fig. 21 und 22 fBst) und bewirkt außerdem seine Anheftung an die Hypodermis. Die zugehörigen Kerne (Kf) haben keine bestimmte Lage, sie sind unregelmäßig geformt und kleiner und chromatinreicher als die Sinneszellenkerne.

Es ist nun zu bemerken, daß bei allen Endschläuchen, ganz unabhängig von ihrer Gesamtlänge, der proximale scolopofere Abschnitt, also die Sinneszelle mit ihrem Hüllapparat, annähernd gleich lang ist. Ich bin zwar nicht im stande, dieses mit Zahlen zu belegen, aber wir finden, daß die Stifte, die uns das Ende des terminalen Fortsatzes der Sinneszellen kenntlich machen, in einer ebenso kontinuierlichen Bogenreihe nebeneinander liegen wie ihre Sinneszellen (Fig. 19 SStfK). Ferner ist ersichtlich, daß sich auch die Endpartien der Sinneszellenfortsätze, welche durch die Umhüllungszelle charakterisiert werden, durch ihre gleichmäßige Form und Größe auszeichnen. Die oberen Endschläuche sind nun eine weit kürzere Strecke mit der Nachbarschaft bindegewebig verbunden als die distal gelegenen, von denen die untersten sich erst unmittelbar vor der Umhüllungszelle frei machen; diese ist daher niemals in die Befestigungszone mit hineingezogen. Je weiter nach oben, um so früher biegen die Endschläuche und mit ihnen ihre Faserhülle vom Integument ab, um so mehr entfernt sich von ihm die Umhüllungszelle. (Die verkümmerten Organe der hinteren Beinseite sind bei diesen Ausführungen außer Betracht geblieben.)

Kehren wir nach diesem Situationsbilde zur Sinneszelle und ihrem terminalen Fortsatz zurück, so fällt uns an der Stiftbasis die große, gar nicht zu übersehende Vakuole (7μ Durchmesser) auf (Fig. 21 V).

Der Fibrillenapparat besitzt sowohl in der Sinneszelle, wie im terminalen Fortsatz, abgesehen davon, daß die Fibrillen viel zarter und weniger zahlreich sind, dieselbe Konstruktion wie bei den Acridiern (Fig. 21 Fi), bis auf eine höchst merkwürdige Erscheinung, die wir dort nicht gesehen haben: Der feine axiale Strang, welcher den Stift in der Längsrichtung durchsetzt, zeigt nämlich etwas über der Stiftmitte eine scharf umschriebene, 2μ lange und 1μ breite spulenartige Verdickung (Fig. 21 Spu), deren Wesen mir bisher nicht ganz klar geworden ist; ich werde auf dieselbe bei Besprechung der Stifte zurückzukommen haben. Die Stifte sollen mit denen der anderen Organe gemeinsam abgehandelt werden.

Die Umhüllungszelle (Fig. 21 und 22 UZ) hat eine Cylinderform, sie ist 52μ lang und 17μ breit. Der meist kuglige, etwas unregelmäßige Kern (UZK) ist 8μ dick und liegt ganz regelmäßig in ihrem proximalen Ende. Ihr heller Zelleib ist gegen den dunkleren der Kappenzelle durch einen scharfen Kontur abgesetzt.

Die Kappenzelle (Fig. 21 und 22 KZ) ist es, welche den Endstrang oder die Endfaser Grabers bildet. Ihr proximales Kappenende, welches der Umhüllungszelle aufsitzt, spitzt sich sehr schnell zu und löst sich dann in eine große Anzahl feiner, fädiger Elemente auf, die straff gespannt strangartig beieinander liegen (Fig. 21 und

22 EF). Der Strang ist durch die hohen Hypodermiszellen der Anheftungsstelle (Fig. 21 J) hindurch bis zur Cuticula zu verfolgen. Eine Verschmelzung mehrerer Endstränge habe ich vereinzelt bei den randständigen distalen Endschläuchen beobachtet, Regel ist aber, daß sie isoliert nebeneinander liegen und ebenso inserieren. (Bei den homologen Zellen des spindelförmigen Fortsatzes des Acridierorgans war dies nicht der Fall. Vgl. Taf. II, Fig. 11). Durch die Konservierung erfolgt leicht eine Verklebung und Schrumpfung der Endstrangfäden in derselben Art wie wir uns die bekanntlich ebenfalls künstliche Achsen-cylinderbildung der Nerven denken. In den problematischen Figuren Oyens (1901 Fig. 11 und 12), welcher den Versuch gemacht hat, die tibialen Chordotonalorgane des *Bazillus Rossi* zu beschreiben, finden wir solch einen ad maximum geschrumpften Endstrang überraschend wahrheitsgetreu abgebildet. Oyen hält ihn (p. 22) für eine „Fortsetzung der Nervenfasern, die Achsenfasern Bolles-Lees“, er läßt ihn in seinen Zeichnungen aber erst eine ganze Strecke jenseits des Stiftes beginnen. Ich gestatte mir hierzu nur die kleine Korrektur, daß Bolles-Lee die Achsenfasern im Stiftkopf endigen läßt, wie in seiner diesbezüglichen Arbeit (1883, p. 136) zu lesen ist.

Der wurstförmige Kern der Kappenzelle (Fig. 21 und 22 KZK) ist 17μ lang und liegt gewöhnlich ein wenig distal von der Kopfspitze des Stiftes oder noch etwas mehr nach der Anheftungsstelle zu zwischen den Fibrillen der Endfaser.

Von der fasrigen Bindesubstanz bis zu ihrer Anheftungsstelle sind die Endschläuche in eine homogene, zellfreie Masse eingebettet (Fig. 21 und 22 hyZw), die in jeder Beziehung der hyalinen Zwischensubstanz der Acridier gleicht und auch wohl derselben homolog ist.

Graber (1875, p. 53) unterscheidet am Subgenualorgan drei Zonen: die der Ganglienzellen, der Endschläuche und der integumentalen Verbindungsfasern. Unter der Bezeichnung Endschlauch versteht er den peripheren Fortsatz der Ganglienzelle bis zum Kopf des stiftförmigen Körperchens, in welchem er das „Nervenende“ sieht. Er beschreibt die Endschläuche als spindelförmige Follikel mit einem peripheren Gipfelkern (Kappenzellkern). Die Verbindungsfasern mit dem Integument sind nach seiner Ansicht die verschmälerten Fortsätze der Endschläuche, die er (1882, p. 540) auch als chordotonale Endfasern bezeichnet. Er hält diese Gebilde für Röhren, welche einen Kern (Faserkern) enthalten und im übrigen einen körnigen Inhalt erkennen lassen. Ich habe verschiedentlich in einiger Entfernung vom Kappenzellkern dicht am Endstrang einen Kern gesehen, der mit dem Faserkern Grabers identisch sein könnte. Jedoch kann ich mich absolut nicht entschließen, ihn dem Endstrang zuzurechnen, denn einerseits steht eine solche Annahme meinen positiv sicheren Kenntnissen, die ich vom Bau der Endschläuche erlangt habe, direkt entgegen, und außerdem klingt es fast ungläubhaft, daß Graber mit seinen primitiven Hilfsmitteln diese kleinen versteckten Kerne, die wahrscheinlich den sogenannten accessorischen Zellen (Taf. IV, Fig. 21 accZ) angehören, erkannt haben soll, hat er doch selbst den viel leichter kenntlichen Kappenzellkern, wie in seiner Fig. 86 (Taf. VIII) zu sehen ist, ganz falsch bestimmt. Trotzdem will ich die Frage mit Rücksicht auf Kerngebilde, die wir beim Zwischenorgan kennen lernen werden, offen lassen.

Adelung hat der Graberschen Beschreibung des Baues der Endschläuche nichts Neues hinzuzufügen. Nur noch einen weiteren Kern will er innerhalb der Endfaser dicht

an der Befestigungsstelle gesehen haben (p. 342). Von diesem Kern kann ich ganz bestimmt behaupten, daß er nicht existiert.

Ich möchte noch mit einigen Worten auf die Endschläuche der hinteren Beinseite zurückkommen. Die Verkürzung, die sie fortschreitend von oben nach unten erleiden, erfolgt erklärlicherweise hauptsächlich auf Kosten der Kappenzelle. Aber auch die anderen Zellgebilde zeigen infolge ihrer unregelmäßigen und gedrängten Lagerung nicht allein gestaltliche Veränderungen, sondern auch eine Größenabnahme. Insbesondere fiel mir dieses an den Stiften auf, die hier eine äußerst zierliche und schlanke Gestalt besitzen. Geradezu winzig sehen sie in dem vom Subgenualorgan getrennten Abschnitt (Taf. IV, Fig. 21 NOrg) aus, welcher sich mit seiner birnförmigen, geschlossenen Form wie eine Miniaturausgabe des Acridierorganes ausnimmt. Die Endschläuche dieses subgenualen Nebenorganes, wie wir es bezeichnen wollen, scheiden sich zwar nicht äußerlich, denn sie sind alle miteinander verflochten, aber wohl funktionell in zwei Gruppen: die einen heften sich in der bekannten Weise an die Hypodermis und sind scolopofer, die anderen bilden den Sinnesapparat einer kräftigen Borste, die konstant an dieser Stelle zu finden ist. Ich habe hier, was ich besonders betonen möchte, einen überraschend schönen Beweis für meine in einem früheren Kapitel aufgestellte Hypothese von der genetischen Gleichwertigkeit der scolopoferen subintegumentalen und der integumentalen Sinnesorgane erhalten. Auf Grund bestimmter gemeinsamer Eigenschaften glaubte ich besonders die Homologie des Stiftes mit der Schlauchwand einzelliger integumentaler Sinnesorgane behaupten zu dürfen; hier treten mir nun integumentale Sinnesschläuche entgegen, um deren nervösen Achsenfaden erst in derselben Entfernung vom Zellkern wie bei den benachbarten scolopoferen Schläuchen eine geriefte cylindrische Hülle auftritt, die bis zum Sinneshaar verläuft, und die ich für nichts anderes als einen langausgezogenen Stift ansehen kann. Diese Gebilde konnte ich, da sie eine tiefschwarze Färbung annehmen, auf Schnitten leicht verfolgen. Leider gelang es mir nicht, das Verhalten der Hüllzellen genau zu eruieren, doch habe ich bei einigen Schläuchen die Umbüllungs- und Kappenzelle (Fig. 21 UZ₁ und KZ₁) deutlich unterscheiden können.

Die Schilderung der Elemente, aus denen das Subgenualorgan besteht, ist mit den Endschläuchen und ihrem Hüllapparat nicht erschöpft. Es bleibt vor allem noch eine Zellschicht zu erwähnen, welche von Adelung zuerst beobachtet ist und von ihm folgendermaßen beschrieben wird (p. 344): „Die verhältnismäßig großen Zellen sind stets proximal von den Endschläuchen gelegen und nehmen die ganze Fläche ein. Auf sagittalen Längsschnitten erscheinen sie langgestreckt. Ihr plasmatischer Inhalt zeigt retikulären Bau. Die Zellen enthalten einen großen, meist ovalen Kern. Die einzelnen Zellen sind ineinander verflochten.“ Adelung bezeichnet sie als Begleitzellen oder accessorische Zellen. Das Resultat meiner Untersuchungen ist kaum befriedigender als das Adelungs. Der ganze Komplex der engverbundenen Zellen (Taf. IV, Fig. 21 und 22 accZ) bietet das Bild eines hohen (50 μ) Polsters, welches auf der Kappenzellzone, nicht auf der Gesamtoberfläche des Organes liegt. Am höchsten ist es über dem proximalen Ende der Kappenzellen und fällt nach deren Anheftungsstelle zu allmählich und gleichmäßig ab. Proximal schneidet es ziemlich genau oberhalb der Stiftköpfe ab, so daß hier eine obere freie Kante entsteht, die

sich noch ein wenig in proximaler Richtung vorschiebt und so die Stiftzone überdacht. Was nun die einzelnen Zellen betrifft, so sind dies außerordentlich umfangreiche Gebilde mit ganz hellem Protoplasmaleib und großem kugligen, scheibenförmigen oder wurstförmigen Kern. Sie liegen in der Weise dachziegelförmig übereinander, daß immer die proximale Zelle von der distalen gedeckt wird. Ihre Länge ist verschieden, sie übertrifft aber die Breite und Höhe (ca. 40μ) meistens um das doppelte und dreifache. Die längsten accessorischen Zellen besitzt, wie auch Adelung bemerkt hat, *Locusta viridissima*, wo sie fast ebenso lang wie die ganzen Kappenzellen sind (die distalen sind hier $250-300 \mu$ lang, und da sie vielfach höher und breiter sind als diese, so stellen sie recht respektable Zellen vor, wie sie wohl nicht oft beobachtet werden. Die Zellen stehen untereinander in sehr inniger Verbindung, zwischen ihren unebenen welligen Berührungsflächen wird man nie eine Lücke antreffen. Eine Verflechtung der einzelnen Zellen, wie sie Adelung angibt, habe ich aber nicht beobachten können.

Der Zweck, den das Zellpolster zu erfüllen hat, ist schwer zu erkennen. Adelung meint, daß es „gewissermaßen ein Gerüst bildet, welches vielleicht dem System der Endschläuche zur Stütze dient“, und fügt dann hinzu, „daß dieses aber den saitenartigen Charakter der Endschläuche sehr ungünstig beeinflussen würde“. Zweifellos würde es ein mächtiger Dämpfer sein, aber mir will es überhaupt scheinen, als stände die Grabersche Hypothese von der klaviersaitenartigen Spannung der integumentalen Endfasern auf recht schwachen Füßen, und ich halte es für garnicht unwahrscheinlich, daß es sich bei dieser Endstrangbildung um eine einfache Anpassung an die Röhrenform des Beines handelt, haben wir doch die gleiche Bildung im Stilabschnitt und im spindelförmigen Fortsatz des Acridierorganes gefunden, wo von einer derartigen Funktion gewiß nicht gesprochen werden kann. Außerdem müßten meiner Ansicht nach die Fasern viel straffer gespannt sein, wenn sie durch einen Ton in Schwingung geraten sollen.

In einem meiner Präparate, welches von einer *Platypleis* stammt, die ich leider nicht genauer bestimmt habe, fand ich zu meiner Überraschung an Stelle der accessorischen Zellen auf der Endfaserzone einen festen Körper, der aus konzentrisch geschichteten, harten Chitinlamellen besteht. Er bedeckt nur die zentrale Partie der Zone, liegt aber unmittelbar auf den Endfasern und ist teilweise, besonders vorne, von einer dünnen Schicht accessorischer Zellen eingehüllt, die im übrigen entweder fast garnicht zur Entwicklung gekommen oder wieder soweit zurückgebildet sind. Der Körper hat eine unregelmäßige, nicht genauer zu bestimmende Form und ist 100μ breit, 90μ lang und 70μ hoch. Obwohl ich seine Entwicklung nicht kenne, darf ich es als fraglos hinstellen, daß er von den accessorischen Zellen ausgeschieden ist, die hierdurch ihren ektodermalen Ursprung zu erkennen geben. Die konzentrischen Lamellen sind jedenfalls während der Häutungsperioden entstanden.

Die Umhüllungsmembran (Fig. 21 und 22 H.Mbr.) des Subgenualorgans ist nach Graber (p. 58) eine direkte Fortsetzung der hypodermalen Basilmembran. Sie bildet um das Organ eine feste, eng anliegende Scheide und ist besonders innig mit den accessorischen Zellen verbunden. Eigene Zellen besitzt die Membran nicht. An der distalen Organfläche hebt sich die Hülle bei manchen Locustiden (*Locusta virid.*, aber nicht bei *Decl. verr.*) als eine querverlaufende Duplikatur ab, welche bandartig nach der äußeren Beinseite überspringt und hier in die Basilmembran übergeht. Das Band ist besonders gut auf trans-

versalen Längsschnitten zu verfolgen; es ist hinten in der Nähe der Anheftungsstelle der Endschläuche sehr hoch und verstreicht allmählich nach vorn und oben. Adelung (p. 343) hat diese Membranduplikatur für einen Faserstrang gehalten, „der sich von der Hypodermis nach unten senkt und die Endschläuche der zweiten Gruppe als gemeinschaftliche Hülle umgibt.“

d) Das Zwischenorgan.

Eine solch selbständige Stellung wie das Subgenualorgan nimmt das Zwischenorgan nicht ein, es ist vielmehr mit der Crista so innig verbunden, daß wir es für deren Fortsetzung halten könnten, „für das aufgewundene Ende der Leiste“, wie Hensen (1866, p. 195) sagt, wenn es sich nicht in der Form und Lagerung seiner Endschläuche vollkommen anders verhielte. Ein hervorstechendes Kriterium der Cristaendschläuche besteht darin, daß sie auf der Tympanaltrachee liegen, und daß sie vom Tympanalnerven direkt innerviert werden, das Zwischenorgan hat dagegen mit der Trachee gar keine Berührung, und seine in Gruppen beieinander liegenden Sinneszellen werden von besonderen Ästen des Tympanalnerven versorgt. Dennoch ist es sehr schwer, die beiden Organe auseinander zu halten und besonders eine Vorstellung von der Form des Zwischenorganes zu gewinnen, weil ihre Endzonen sich übereinander schichten und ihre Kappenzellen noch obendrein durch Zellbrücken miteinander verbunden sind. Wir sind daher auch nicht im stande, an Totalpräparaten, welche uns die Form des Subgenualorganes und besonders der Crista acustica so vorzüglich demonstrieren, den gewünschten Einblick zu tun; fast ausschließlich sind wir hierzu auf Querschnittserien angewiesen, aus deren Studium ich auch die nachfolgende Beschreibung geschöpft habe.

Um gleich zum besseren Verständnis ein annäherndes Bild des Zwischenorganes (Taf. IV, Fig. 19 ZwO) zu geben, so liegen die distal gerichteten und einschichtig nebeneinander verlaufenden Endschläuche, wenn wir vorläufig von der Kappenzellpartie absehen, in einer Ebene, welche dieselbe Biegung macht wie das Integument, und deren Konkavität daher nach der Medianebene des Beines sieht. Das Organ liegt ausschließlich in der vorderen Beinhälfte über und außerhalb des oberen Endes der Crista acustica.

Die Lage der Sinneszellen zwischen dem Subgenualorgan und der vorderen Beinwand ist uns bekannt. Nach der Innervierung haben wir zwei Gruppen unterschieden, die Gruppe des oberen und die des unteren Nerven (Fig. 19 ZWN₁ und ZwN₂). In beiden Gruppen liegen die Zellen nicht regellos nebeneinander, sondern bilden eine alternierend geordnete Doppelreihe. Die obere Gruppe verläuft neben dem Integument als ein kurzes Band fast horizontal nach außen und hinten (Taf. IV, Fig. 23 ZwSZ) und besteht aus 8 Zellen. Die untere, welche aus 9 Zellen zusammengesetzt ist, schließt sich dem inneren, neben dem Tympanalnerven liegenden Ende der oberen Gruppe unmittelbar an und bildet in distaler Richtung einen mehr rundlichen Zellhaufen. Die aus dieser rechtwinklig gebogenen Gesamtgruppe entstehenden Endschläuche gehen nun in der oben angedeuteten Ebene, wie Adelung (p. 337) richtig sagt, strahlig auseinander. Die Form des Organes, d. h. der Ebene, in welcher die Endschläuche sich ausbreiten, läßt sich ziemlich genau durch eine Figur veranschaulichen, welche durch den Mantel eines abgestutzten Halb-

kegels dargestellt wird; die Spitze wird von der oberen Sinneszellengruppe, die Basis von der Stiftzone gebildet. In allen Beinquerschnitten treten uns daher die ebenfalls quergetroffenen Endschläuche in einer bogenförmigen Reihe entgegen.

Die Endschläuche der oberen Gruppe liegen an der Außenseite des Beines, dicht neben dem Integument. Mit ihrem Anfangsteil sind sie wie die subgenualen Endschläuche mit der Hypodermis durch Bindegewebe verbunden, sie geben aber bald diese Verbindung auf und biegen sich dann nach ihren Kappenzellen zu ein wenig vom Integument ab. Ihre Richtung ist aus den Fig. 19 und 23 ersichtlich. Der hinterste Schlauch, welcher dem äußeren Rande des Halbkegelmantels entspricht, liegt am meisten horizontal, seine Stiftpartie erreicht fast die Medianebene, die folgenden sind immer mehr nach unten gerichtet. Diese äußeren Endschläuche des Zwischenorgans sind die einzigen im ganzen tibialen Apparat der Locustiden, welche von der Sinneszelle bis zum Stifteende ziemlich gestreckt sind, alle übrigen sind proximal vom Stift gebogen oder gar geknickt.

Der innere Abschnitt des Zwischenorgans geht vom unteren Nerven aus. Seine Endschläuche reihen sich auf der einen Seite ihrer ersten Gruppe, auf der anderen der Crista an. Wie es für alle Endschläuche die Regel zu sein scheint, daß die Biegung, die sie in ihrem proximalen Teil erleiden, zu dem Zwecke geschieht, um ihre Stifte in die verschiedentlich betonte kontinuierliche Reihe zu bringen, so bemerken wir auch hier, daß der Übergang von den distal gerichteten äußeren Endschläuchen des Zwischenorgans zu den horizontal auf der Trachee liegenden oberen Cristaendschläuchen durch eine bei jedem folgenden Schlauche stärker ausgeprägte Knickung erreicht wird. Sie wenden sich erst alle in etwas distaler Richtung nach hinten der Medianebene zu und biegen dann in immer schärferem Winkel nach außen und unten um.

Die Bindesubstanz, in welche der Anfangsteil auch dieser Schläuche eingebettet ist, geht aus dem Stützgewebe des anstoßenden Subgenualorgans und der äußeren Endschlauchgruppe hervor und zieht sich als eine diagonalgestellte freie Lamelle von der Trachee nach dem Integument.

Halten wir uns nun noch einmal den bisher erörterten Abschnitt vor Augen und berücksichtigen dabei, daß das proximale Ende der Endschläuche nicht in einer horizontalen, sondern in einer von außen nach innen absteigenden Reihe liegt, so wird es uns verständlich, daß auch die mehr divergierenden scolopoferen Enden eine ähnliche Richtungslinie zeigen müssen, die aber durch die beschriebene Lagerung mehr ausgeglichen ist. Denken wir uns daher etwa die Stiftköpfe durch eine Linie verbunden, so wird diese als eine von oben und außen nach unten und innen absteigende halbe Schraubenwindung erscheinen, die der Rundung der äußeren Beinwand fast parallel läuft.

Was die histologischen Verhältnisse betrifft, so ist die Ähnlichkeit mit den Endschläuchen der Acridiideen so groß, daß ich, um Wiederholungen zu vermeiden, mir ersparen will, auf ihre Beschreibung näher einzugehen. Es genügt, wenn ich auf Fig. 23 (Taf. IV) hinweise, welche uns die äußeren Endschläuche im Längsschnitt zeigt. Erwähnen will ich nur, daß ich nirgends so wunderbar klar den zarten Kontur des Sinneszellenfortsatzes, besonders neben dem stiftförmigen Körperchen, gesehen habe, und ferner, daß auch hier die Stiftchorda das in den subgenualen Stiften zuerst beobachtete

Spulchen besitzt. Die Kappenzellen sind sehr umfangreich und mit den benachbarten Cristaendschläuchen zu einem unregelmäßigen Haufen zusammengedrängt (Fig. 19 KZH); eine flächenhafte Berührung findet aber nie statt, sie liegen immer in einer gewissen Entfernung voneinander.

Graber und Adelung machen einen Unterschied zwischen den Endschläuchen des Subgenualorgans einerseits und denen des Zwischenorganes und der Crista andererseits, indem sie die ersteren als Endschläuche, die anderen als Endblasen benennen. Die subgenualen Endschläuche reichen nach Graber (1875, p. 60) von der Ganglienzelle bis zum Stiftende und setzen sich über das stiftförmige Körperchen in Form einer Faser fort, die Endblasen hingegen umfassen die Partie der Umhüllungs- und Kappenzelle. Der zwischen „Ganglienzelle“ und Umhüllungszelle liegende Abschnitt wird von ihm als Verbindungsnerv bezeichnet.

Grabers Angaben über das Zwischenorgan sind belanglos; er hat es weder vom Subgenualorgan, noch von der Crista zu trennen vermocht.

Adelung (p. 337—340) läßt es von einer Ganglienzellgruppe ausgehen, „die an einer Stelle der vorderen Beinwand angehäuft erscheint. Die Verbindungsnerven schwellen zu Endblasen an, indem ihre Scheide sich erweitert, während der Achsencylinder nach einer unbedeutenden Verjüngung zu einem stiftartigen Gebilde anschwillt.“ Die Endblasen findet er dicht aneinander gedrängt, bei genauem Studium sogar ineinander verflochten, obwohl er eine gewisse Regelmäßigkeit in der Anordnung zu sehen glaubt. Adelung beschäftigt sich dann ausführlich mit der Gestalt und dem Aufbau des Kappenzellkomplexes und scheint diesen für das eigentliche Zwischenorgan zu halten, denn hiernach würde mir erst die Bemerkung verständlich, „daß der Gehörstift nicht in der Mitte der Endblasen liegt, wie dies bei den Cristaendorganen der Fall ist, sondern in ihrem proximalen Anfangsteil“. Im übrigen ist mir die Beschreibung ziemlich unklar geblieben.

Während also Hensen, Schmidt (1875, p. 205) und teilweise Graber, die von ihnen erkannten Stifte des Zwischenorganes der Crista zurechneten, mußte hingegen Adelung infolge seiner oben skizzierten Auffassung dahin kommen, daß er das ganze proximale Cristaende, d. h. die Cristaendschläuche, deren Kappenzellen dem erwähnten Zellkomplex angehören (bei *Decl. verr.* sind es 7), dem Zwischenorgan angliederte. In seiner Fig. 7 (Taf. XIV) sind sie mit *co'* bezeichnet. Es ist mir sehr leicht gefallen, nachzuweisen, daß der proximale Teil dieser Endschläuche, ihre „Verbindungsnerven“, von dem Zellkomplex verdeckt, in der für die Cristaschläuche typischen Art auf der Trachee liegt und zu den Sinneszellgruppen des Zwischenorganes weiter keine Beziehung hat.

Für uns, die wir die Formveränderungsfähigkeit der Gebilde, die wir als Kappenzellen bezeichnet haben, sowie ihre Neigung, miteinander Verbindungen einzugehen, kennen, bietet die Erscheinung, die hier in Gestalt dieses Zellhaufens vor uns liegt, nichts Neues, ebenso wenig wie uns der Anschluß der benachbarten Cristakappenzellen außergewöhnlich erscheinen und uns Veranlassung geben kann, ihre Endschläuche anders zu beurteilen, als die übrigen der Crista. Wir werden daher auch Adelung nicht darin folgen, daß wir den Schwerpunkt auf das in Rede stehende Zellkonvolut legen, etwa weil es besonders auffällig ist.

Den schwer zu eruiierenden Aufbau des Kappenzellhaufens (Taf. IV, Fig. 19

KZH) können wir uns ganz schematisch vorstellen, wenn wir uns die Bogenreihe, in welcher die Stifte des Zwischenorgans liegen, und ihr Lageverhältnis zur Crista vergegenwärtigen. Die Kappenzellen der distal gerichteten inneren Zwischenorganschläuche werden dann der Trachee am nächsten liegen und die Basis des Haufens bilden, die beteiligten Cristakappenzellen legen sich seitlich neben diese und darüber hinweg, und endlich heben sich oben und außen die Kappenzellen der äußeren Endschläuche des Zwischenorgans als ein besonderer Aufbau ab, „die Endblasen türmen sich“, wie Adelung sagt, „an der Außenseite höher auf“. Die Gesamtform ist ungefähr die einer unregelmäßigen Scheibe, welche etwas breiter als lang (150 μ :130 μ) und etwa halb so dick wie breit ist, die schräg von vorn und außen nach unten und innen geneigt ist und weder mit dem Integument, noch mit der Trachee in Berührung steht.

Die Größe und Form der Kappenzellen wechselt außerordentlich; sie sind schmal mit langgezogenen oder breit mit mehr kugligen Kernen. Doch fällt es nicht allein aus diesem Grunde sehr schwer, ihre Anordnung auf Schnitten zu verfolgen, es ist vielmehr der Umstand, daß sie alle mehr oder weniger in unregelmäßiger Weise gekrümmt sind. Fast will es scheinen, als hindere die chitinige Deckmembran der Crista, welche sich dicht über den Zellhaufen tütenartig zu einem Strang zusammenzieht (Fig. 19 und 22 vMW) und sich mit diesem am Integument befestigt, eine beliebige Ausdehnung der Kappenzellen und bewirke zugleich ein kegelartiges Zusammenschieben der Zellenden. Erwähnenswert ist hier Adelungs Ansicht von der Befestigung des Organes. Er sagt, daß von den Endblasen faserartige Fortsätze ausgehen, die in einem Bündel vereinigt an die Cuticula des Integuments herantreten. Da, wo die eigentliche Faser beginnt, soll innerhalb derselben noch ein Kern auftreten. Mit diesem Faserbündel will Adelung Grabers „Membranwurzel“ erklärt haben, die nach seiner Auffassung natürlich nicht vorhanden sein kann, da er die Existenz einer Cristadeckmembran bestreitet. Für uns ist es nun zunächst von Wichtigkeit, zu konstatieren, ob „die Fortsätze am distalen Ende der Endblasen“, in denen Adelung einen Übergang zu den chordotonalen Fasern des Subgenualorgans sieht, tatsächlich vorhanden sind, obwohl wir hierin absolut nichts Außergewöhnliches finden würden, denn wir hätten dann nur ein Homologon für die Spindel des Acridierorganes gefunden; nur der zweite Kern macht uns stutzig. Ich muß Adelung darin recht geben, daß die Zellen fast alle, besonders die basalliegenden, in der Richtung nach dem Strang zu umbiegen, doch glaube ich, daß dieses mehr ihrer Neigung, sich in der Art der Cristakappenzellen an die Deckmembran anzulehnen, zuzuschreiben ist, denn die frei liegenden äußeren Kappenzellen des Zwischenorgans, welche sich in der beschriebenen Weise bogenförmig auftürmen, zeigen solch ausgeprägte Krümmung nicht, und wenn ich lange im Zweifel über das Verhältnis der Kappenzellen zu den Fasern der Membranwurzel war, so sah ich an diesen Zellen zur Evidenz, daß sie voneinander ganz unabhängig sind. Die Kappenzellen endigen sämtlich subintegumental, aber untereinander gehen sie zahlreiche Verbindungen ein. Jede Zelle ist mit fädigen Fortsätzen und Stacheln bedeckt, die in die Oberfläche der Nachbarzelle eindringen oder mit deren gleichgearteten Fortsätzen verschmelzen (Fig. 22 und 23 ZBr). Diese Zellbrücken sind so deutlich, daß sie garnicht zu übersehen sind.

Was aber bedeuten nun die Fasern der Membranwurzel, sowie die Kerne, welche noch distal der Kappenzellen liegen sollen? An der äußeren Seite des Kappenzellkomplexes,

zwischen ihm und der Deckmembran und in grader Linie unterhalb der Membranwurzel (wir wollen diese ganz treffende Bezeichnung Grabers beibehalten) findet sich eine große Anzahl langer, meist longitudinal gerichteter Kerne dicht beieinander (Taf. IV, Fig. 22 WK). Eine Plasmahülle ist nicht zu erkennen, statt dessen liegen die Kerne in einem Stroma faseriger Substanz. Aus dieser, sowie aus den noch viel deutlicher zu verfolgenden Fasern der Deckmembran entsteht das Adelungsche Faserbündel (vMW). Betreffs der Insertion der Fasern am Integument meint Adelung (p. 339), daß sie „an die Stelle der Hypodermiszellen treten und hier langgestreckte Kerne enthalten“; wir wollen statt dessen sagen: Die Hypodermiszellen sind in die Faserbildung mit aufgegangen, und ihre Kerne liegen zwischen den Fasern (Fig. 22 HyK). Ich bin der Ansicht, daß es sich hier um eine den Suspensorien ähnliche Bildung handelt. Unter dieser Graberschen Bezeichnung haben wir früher die Verbindung zwischen Tracheenmatrix und Hypodermis kennen gelernt, bei der wir häufig das Vorkommen langer Verbindungsfasern beobachteten. Ob im vorliegenden Falle der faserbildende Zellhaufen, den wir an der Spitze des Kappenzellkomplexes gefunden haben, von der Trachee oder von der Hypodermis stammt, kann nur die Entwicklungsgeschichte entscheiden. Meine Larvenpräparate zeigten mir denselben relativ viel größer und mehr abgesetzt, als er bei den Imagines auftritt, auch machten sie es mir wahrscheinlich, daß er keineswegs allein zur Herstellung einer Verbindung mit der Hypodermis dient, sondern daß er auch zur Bildung der Crista beiträgt, wenn auch nicht der Endorgane, so doch der sogenannten Cristamasse, einer der hyalinen Zwischensubstanz analogen Gallerte, die auch die Endschläuche des Zwischenorgans einhüllt.

e) Die Crista acustica. (Sieboldsches Organ.)

Dieses Organ ist seit seiner Entdeckung durch Siebold von den verschiedenen Forschern mit so viel Liebe und Sorgfalt bearbeitet worden, daß man annehmen sollte, es sei nun wenigstens morphologisch vollkommen geklärt. Wie wenig dieses aber der Fall ist, lehrt uns schon der Satz, mit dem Adelung seine Beschreibung (p. 322—336) einleitet: „Die Länge der Crista entspricht derjenigen der ovalen Trommelfelle. Sie beginnt in der Nähe des proximalen Endes der Trommelfelle und verläuft bis zu ihrem distalen Ende.“ Dabei ist nichts leichter als die Ausdehnung der Crista, wenigstens nach unten hin, zu konstatieren. Man braucht nur in der Weise wie Adelung seine Totalpräparate hergestellt hat, die äußere und innere Beinwand zu entfernen, und man wird schon mit schwächster Vergrößerung sofort erkennen, daß die Hörleiste nicht weit über die Mitte der Trommelfelle hinausreicht. Zum Belege die Masse, welche ich bei *Dect. verr.* ermittelt habe: Der erste Cristaendschlauch tritt 75 μ oberhalb des proximalen Trommelfellendes, 25 μ unterhalb der Kapselspitze aus dem Cristanerven, das untere Ende der Crista liegt 440 μ über dem Ende des vorderen Trommelfelles, von dem wir wissen, daß es 950 μ lang ist. In dieser Weise ließen sich die früheren Abhandlungen beinahe Satz für Satz zerpfücken, doch ziehe ich es vor, mich einer objektiven Schilderung zuzuwenden.

Als Hörleiste bezeichnen wir die Endschlauchreihe, welche eine ganz bestimmte typische Lagerung auf der Außenwand der Tympanaltrachee einnimmt. Graber (1882, p. 109) führt als charakteristisch für die Crista an, daß sie sich „auf einer Membran (der

besagten Tracheenwand) befindet, die sich zwischen einem luftförmigen und einem tropfbar flüssigen Medium ausspannt“, und legt ihr hiernach den recht treffenden Namen „tracheales Nervenendorgan“ bei, in Gegenüberstellung zu den übrigen Organen, welche mit der Trachee keine Berührung haben.

Die Crista von *Deet. verr.* (Taf. IV, Fig. 19 Cra) besteht aus 40 Endschläuchen, von denen die oberen 7 mit dem Zwischenorgan in Verbindung stehen (Fig. 19 prE), während die übrigen 33 sich mit ihren Kappenzellen an eine Chitinmembran heften, welche Zwischenorgan und Crista überdeckt und diese Organe vom Blutraum scheidet. Die typische Form und Lagerung der Cristaendschläuche gibt sich darin zu erkennen, daß sie sämtlich in einem rechten oder spitzen Winkel geknickt sind und mit dem so entstandenen proximalen Schenkel auf der Trachee liegen, während der distale in der Medianebene des Beines zwischen Trachee und Deckmembran ausgespannt ist. Wir wollen daher einen vorderen trachealen und einen medianen Abschnitt unterscheiden, statt der von Hensen, Graber und Adelung gebrauchten Einteilung in Ganglienzelle, Verbindungsnerv und Endblase.

Aus dem Cristanerven, welcher in der (p. 89) ausführlich beschriebenen Weise am vorderen Trommelfell neben der Tracheenkante herabläuft, treten fortlaufend die Nervenfasern an die am Grunde meist dicht aneinander gedrängten Endschläuche. Die Sinneszellen (Taf. IV, Fig. 19 und Taf. V, Fig. 24 CrSZ) liegen gewöhnlich in einer alternierenden Doppelreihe; selbst bei den Spezies, die vorwiegend eine einfache Reihe aufweisen (*Locusta*), sind sie wenigstens streckenweise so geordnet. Im proximalen Abschnitt der Crista liegen die Sinneszellen in einiger Entfernung vom Nerven auf der Trachee. Am weitesten entfernt ist die oberste (30—40 μ). Sie folgt unmittelbar auf die letzte Sinneszelle des Zwischenorgans, und die an sie herantretende Nervenfasern läuft fast horizontal. Je weiter nach unten, um so näher rücken die Zellen an den Nerven heran, um so mehr nehmen die Nervenfasern eine distale Richtung ein. Der neunte bis zehnte Endschlauch tritt schon in Berührung mit dem Nerven, und im ganzen folgenden distalen Abschnitt sind Nerv und Sinneszellenreihe eng aneinandergedreht, die Sinneszellen liegen in der vorderen Längsrinne zwischen Trommelfell und Tracheenkante, und der Nerv streicht außen darüber hinweg. Die jetzt immer in der Höhe der darüberliegenden Sinneszelle austretenden Nervenfasern (Fig. 24 NF) heben sich daher kaum noch vom Nerven ab. Die Verhältnisse liegen hier also grade umgekehrt, wie sie Graber (1875, p. 61) angibt: „Der zentrale Fortsatz der Ganglienzelle liegt im oberen Teil dem Nervenstrange eng an, oder er biegt im unteren Abschnitt, unter einem bei 20° betragenden Winkel von demselben ab.“ Ein vollkommen richtiges Bild von der Verbindung der Cristanerven mit den Sinnesschläuchen finden wir bei Hensen (1866 Fig. 16), Adelung (p. 334) gibt dagegen an, daß die Nervenfasern unter einem Winkel von 45° vom Tympanalnerven abzweigen und hat seine Fig. 3 und 7 (Taf. XIV) dementsprechend gezeichnet.

Bis auf die proximalen Endschläuche, welche mit ihren Kappenzellen untereinander und mit dem Zwischenorgan verbunden sind, sind sie alle in ihrem ferneren Verlauf vollkommen unabhängig voneinander. Gleich hinter den Sinneszellen ordnen sie sich in der bekannten Weise zu einer einschichtigen Lage (Fig. 19 und 24a) und verlaufen dann an der Trachee entlang in horizontaler Richtung und in annähernd gleichem Abstände voneinander

bis zur Medianebene des Beines nach hinten, um jetzt nach außen unzubiegen (Taf. III, Fig. 20 Eschl). Eine genaue Beschreibung der Verlaufsrichtung dieses vorderen trachealen Abschnittes kann ich nicht geben, denn es besteht keine bestimmte Norm; in dem einen Präparate neigen sie ein wenig mehr nach unten, im andern liegen sie vorwiegend horizontal, und häufig sieht man gar, wie in Fig. 19 und 24a, daß benachbarte Schläuche sich kreuzen. Dazu kommt, daß die Tracheenwand durchaus nicht ganz eben ist und nur den proximalen Schläuchen einen ganz graden Verlauf gestattet, während die unteren, um aus der Tiefe der Längsfurche auf die Tracheenwand zu gelangen, eine recht energische Biegung nach außen machen müssen. Wenn aber nun auch die Verlaufslinien nicht geometrisch parallel und horizontal liegen, so machen sie doch andererseits keine Exkursionen, die bemerkenswert genug wären, um der Annahme zu widersprechen, daß alle Endschläuche das Bestreben zeigen, auf möglichst kürzestem Wege die Medianebene des Beines zu erreichen.

Die durchschnittliche Entfernung der trachealen Endschlauchpartien voneinander beträgt 20 μ , nach unten zu rücken sie mit der Größenabnahme der Endschläuche immer mehr aneinander. Entgegen der naheliegenden Annahme, daß diese Zone „das Bild einer Klaviatur“ (Schmidt 1875, p. 206) gibt, betont Graber (1875, p. 62) mit Recht, daß „von einer Gradation in den Längendimensionen der Verbindungsnerve keine Rede sein kann“. Vom Sinneszellenkern bis zur Umbiegungsstelle gemessen, schwankt die Länge zwischen 80 und 100 μ ; eine merkbare Abnahme ist erst bei den untersten „Verbindungsnerve“ zu konstatieren, deren letzter 30 μ mißt.

Mit Ausnahme der mehrfach gekennzeichneten proximalen und einer Anzahl Endschläuche vom unteren Cristaende biegen sie alle genau in der Symmetricebene nach außen um. In dieser Ebene stehen sie aber gewöhnlich nicht ganz senkrecht auf der Trachee, sondern sie zeigen eine leichte, in proximaler Richtung zunehmende Neigung nach oben, als hätten sie ebenfalls das Bestreben, mit dem Kappenzellkomplex des Zwischenorgans in Verbindung zu treten (Taf. V, Fig. 24b). Bei den 7 proximalen Endschläuchen erfolgt die Knickung ein wenig hinter der Medianebene, und ihr medianer Abschnitt bildet mit dem trachealen einen nach oben immer spitzer werdenden Winkel. Scheinbar haben sie sich hierdurch von der Crista abgesondert; wir haben aber bei allen bisher besprochenen scolopiferen Systemen gefunden, daß die Anordnung der Endschläuche immer darauf hinausging, die Stifte in eine kontinuierliche Zone zu bringen. Dieser Zweck wird auch hier erreicht. Die Stifte der oberen Cristaendschläuche stehen wohl etwas schräg zur Trachee, aber sie liegen mit den unteren Cristastiften in einer Reihe, und außerdem stellen sie den gleichmäßigen Übergang zu den distal gerichteten Stiften der inneren Lage des Zwischenorgans her.

Am unteren Cristaende besteht, besonders bei der reich ausgestatteten Hörleiste von *Locusta*, eine förmliche Überproduktion von Endschläuchen. Eine Anzahl dieser Gebilde, die anscheinend in der Entwicklung zurückgeblieben sind und durch ihre schlanken Stifte auffallen, liegen hier oft dicht gedrängt in doppelter unregelmäßiger Reihe nebeneinander.

Bekannt ist die graduelle Größenabnahme des medianen Abschnittes der „eigentlichen“ Cristaschläuche, wie sie Graber nennt, d. h. derjenigen, welche an der Deckmembran endigen (Fig. 24b). Der oberste mißt von der Trachee bis zum Ende

der Kappenzelle 80 μ , der zweite 70 μ , der dritte 66 μ . Vom nächsten ab werden sie durchschnittlich immer 2 bis 2½ μ kürzer. Die 7 proximalen Schläuche weisen solche Größenunterschiede nicht auf.

Die Cristaendschläuche sind trotz ihrer teilweise außerordentlichen Größe und leicht übersichtlichen Lage keine sehr günstigen Objekte zur Untersuchung ihres histologischen Aufbaues, und es ist sehr wahrscheinlich, daß auch mir die Deutung mancher Erscheinungen nicht gelungen wäre, wenn mir nicht meine Kenntnisse vom Bau der Acridierendschläuche den richtigen Weg gezeigt hätten, denn obwohl sie von diesen und nicht viel weniger von den anderen tibialen Endorganen gestaltlich sehr verschieden sind, so sind doch, wie ich hier noch einmal besonders betonen will, an ihrer Zusammensetzung keine Elemente beteiligt, die wir nicht schon kennen gelernt hätten, und andererseits fehlt auch keine der bekannten Erscheinungen.

An der Sinneszelle unterscheiden wir wieder den proximalen kernhaltigen Teil (die Ganglienzelle) und den terminalen Fortsatz, welcher an seinem Ende den Stift einschließt. Die Kerne (Fig. 24a SZK) zeigen immer eine vollkommene Kugelform, ihr Durchmesser beträgt 15 μ . Die unregelmäßigen Kernformen und die zusammengedrückten kubischen Sinneszellen, welche uns Adelung in seinen Fig. 3 und 7 vorführt, lassen schließen, daß er diese Bilder nach total geschrumpften Präparaten gezeichnet hat. Mit Bezug auf seine Fig. 7 ist noch hervorzuheben, daß eine derartige Größenabnahme der Sinneszellen bei keiner Spezies besteht; wenn überhaupt von einer solchen die Rede sein kann, so kommen hierbei nur die untersten Sinneszellen in Frage (bei *Locusta viridissima* ist der Kern der untersten unentwickelten Sinneszelle 13 μ und einer Zelle vom oberen Ende 16 μ dick).

Von der gliösen Hülle der Sinneszelle und deren Kernen ist dasselbe zu sagen, wie beim Subgenual- und Zwischenorgan, nur daß hier die Kerne noch zahlreicher sind (Fig. 24a HZ).

Ganz anders als dort, tritt uns hier aber der terminale Fortsatz entgegen. Er ist nur wenig dicker (bei den oberen Endschläuchen 4–5 μ dick) als die proximale Nervenfasern und behält bis zur Umhüllungszelle den gleichen Durchmesser. Bis jetzt haben wir immer gefunden, daß der terminale Fortsatz von seinem Ursprung bis in die Umhüllungszelle hinein von einer faserigen Stützsubstanz umgeben ist, bei den Cristaendschläuchen ist das nicht der Fall. Bis nahe an die Umbiegungsstelle wird er auf der ganzen trachealen Strecke von einer äußerst zarten, eng anliegenden Membran, anscheinend einer direkten Fortsetzung der Hülle der Sinneszelle, umschieden, welcher mehrere unregelmäßige und verschieden gelagerte Kerne (Fig. 24a SchK) mit einem schmalen, plasmatischen Hof (SchZ) angehören. Diese Hüllzellen zeigen Neigung, mit den Nachbarschläuchen in Verbindung zu treten, denn sobald zwei derselben sich diametral gegenüber liegen, nähern sie sich und schlagen so eine Brücke. Daß es sich um eine zarte, eng anliegende Membran handelt und nicht um eine breite, helle Scheide, wie sie Adelung in seiner Fig. 15 gezeichnet hat, habe ich an zahlreichen Längs- und besonders Querschnitten festgestellt; derartige Bilder sieht man zwar sehr häufig, sie sind aber immer Artefakte und entstehen entweder durch Schrumpfung des Sinneszellenfortsatzes oder dadurch, daß die Hülle sich, manchmal blasig, abhebt. Ebenso unrichtig ist es, daß Adelung in seiner Fig. 5 diesen breiten Mantel über die Sinneszelle hinweg auf den Nerven übergehen läßt.

Auf ein interessantes Verhalten stoßen wir nun an der Umbiegungsstelle. Adelung sagt hierüber (p. 335) folgendes: „Zwischen den Basen der einzelnen Endblasen verläuft ein dunkel gefärbtes Band, welches durch die ansteigenden Umbüllungszellen unterbrochen wird. Es ist möglich, daß die Umbüllungszellen durch das Band hindurch treten. Die Bedeutung des Bandes ist mir unklar geblieben.“ Die Durchmusterung von Längs- und Querschnitten lehrt uns sofort, daß wir hier keineswegs ein zusammenhängendes und flaches Band vor uns haben, es liegt vielmehr röhrenartig um die Basis eines jeden medianen Endschlauchabschnittes herum eine scheinbar aus der Tracheenmatrix hervorgehende Substanz, welche aus längsgerichteten Fasern besteht, am Grunde breit aufsitzt und sich in distaler Richtung schnell zuspitzt (Fig. 24a und b fBst). Mit andern Worten, wir haben hier die bisher vermißte fasrige Stützsubstanz wieder gefunden, die jetzt dazu dient, den Endschlauch an der Umbiegungsstelle an die Trachee zu befestigen und außerdem den basalen Teil des freistehenden medianen Abschnittes zu stützen. Sie umhüllt den Sinneszellenfortsatz soweit der Kern der Umbüllungszelle reicht. Im übrigen trachealen Abschnitt besteht keine Verbindung zwischen Trachee und Endschlauch. Die innige Vereinigung der Fasersubstanz mit der Trachee kann wohl zu der Annahme führen, daß die Matrix die Erzeugerin der Fasern ist, doch halte ich dieses für sehr unwahrscheinlich; ich wüßte auch sonst nicht, wie ich mir die auffallenden, in einer graden Reihe liegenden großen Kerne erklären sollte, die konstant im Umbiegungswinkel, also vor der Medianebene, auf und zwischen den Endschläuchen liegen, und von denen Adelung richtig sagt (p. 335), daß „je eine jedem Verbindungsnerve angehört, und daß sie nichts mit der Tracheenmatrix zu tun haben“ (Fig. 24a Kf). Sie ähneln den Matrixkernen sehr, sind aber nicht so scheibenförmig rund wie diese, sondern mehr elliptisch (17 μ lang, 7 μ breit), und ihre Längsrichtung liegt in einer vertikalen Linie. Es ist zu vermuten, daß die Zellen, denen diese Kerne angehören, die Bildner der fraglichen Fasersubstanz sind.

Der Sinneszellenfortsatz verliert seine zellige Hülle, sobald er in den Bereich der Faserzellen gelangt ist. Am Grunde der Stützsubstanz besitzt er noch seine anfängliche Breite, innerhalb dieser konisch zulaufenden Röhre verjüngt er sich dann gleichfalls und behält den an ihrer Spitze erreichten Durchmesser von ca. 2 μ bis zur Vakuole (V), die uns auch hier wieder an der Basis des Stiftes entgegentritt, bei. Jenseits der Vakuole ziehen die Konturen der Sinneszelle in relativ erheblicher Entfernung vom Stifte nach der Kappe hin.

Dem Verlauf der Neurofibrillen ist nichts Neues hinzuzufügen, Fig. 24a und b (Fi) geben uns hierüber an der Hand der früheren ausführlichen Beschreibung vollkommen Aufschluß. Da aber Adelung (p. 331) angibt, „daß von einem den Stift durchsetzenden Faden nichts zu sehen ist und hieraus zu schließen ist, daß der Achsencylinder, statt in den Stift einzutreten, sich an der Spitze (der Stiftbasis) mit dessen Wand verbindet“, sehe ich mich zu dem Hinweis genötigt, daß die Verhältnisse hier in keiner Weise anders liegen, als wir es bisher kennen gelernt haben, und darf sogar hinzufügen, daß die Stiftchorda nirgend so deutlich nachzuweisen ist, wie in den großen Cristastiften. Das Spulchen, welches mir in den Stiften des Subgenual- und Zwischenorgans aufgefallen war, fehlt hier.

Die helle, großblasige Umhüllungszelle (Fig. 24b UZ) reicht vom Grunde der Stützsubstanz bis zur Kappenzelle. Ihr Kern (Fig. 24a und b UZK) liegt im basalen Teil und mit schematischer Regelmäßigkeit in der Medianebene an der proximalen Seite der Endschläuche; einer der oberen Kerne macht hiervon gewöhnlich eine Ausnahme, indem er auf die hintere Seite seines Endschlauches gerückt ist. Die Umhüllungszelle liegt mit ihrer Kernpartie neben dem Endschlauch (Fig. 24a UZ), erst an der Spitze der Fasersubstanz umfaßt sie ihn vollständig und bildet dann bis nahe an die Vakuole einen schmalen Mantel um den Sinneszellenfortsatz. Von da ab verbreitert sie sich nach der Kappenzelle zu kegelförmig.

Die Umhüllungszelle wird von Hensen (1866, p. 200) schon als Basalzelle beschrieben und in seiner Fig. 12 vorzüglich abgebildet. Adelung (p. 326 und 334) sieht in ihr eine Erweiterung „der zelligen Scheide der Nervenfasern“. Graber (1875, p. 63) will die „Endblasen“ nur „als formell einheitliche Gebilde“ gelten lassen und bestreitet eine Zusammensetzung aus distinkten Zellen. In der Blase selbst unterscheidet er eine zweite, „der äußeren an Gestalt ähnliche Innen- oder Binnenblase, in der das stiftförmige Körperchen eingebettet liegt“. Ich erwähne diese auf Zellschrumpfung zurückzuführende Blasenbildung noch einmal, um einer Verwechslung mit meiner Vakuole vorzubeugen.

Die Kappenzelle (Deckzelle Hensens) (Taf. IV, Fig. 19 und Taf. V, Fig. 24 KZ) liegt dem Endapparat wie ein Deckel auf und überragt die im Querschnitt kreisrunde Umhüllungszelle (Taf. IV, Fig. 25 UZ) allseitig, besonders aber in der Längsrichtung. Ihr Kontur ist nach allen Seiten gleichmäßig scharf ausgeprägt und läßt die Zellform daher deutlich erkennen. Diese ist nicht allein bei den verschiedenen Spezies ungleich, sie zeigt sich auch am oberen Ende derselben Crista, abgesehen von der Größenabnahme, etwas anders als am unteren. Von außen betrachtet (Fig. 19 und 25 KZ), erscheinen die großen oberen Kappenzellen oblong mit abgerundeten Ecken. Nach unten zu nähern sie sich immer mehr der quadratischen Form. Die dritte von den oberen nicht mit dem Zwischenorgan verbundenen Zellen ist $60\ \mu$ lang und $23\ \mu$ breit, und die von ihr bedeckte Umhüllungszelle hat einen Querdurchmesser von $19\ \mu$, die zehnte von unten ist $14\ \mu$ lang und $9\ \mu$ breit. Die äußere dem Blutkanal zugekehrte Fläche der Kappenzelle ist stark konvex gekrümmt, die innere ist etwas weniger gerundet, und soweit sie die Umhüllungszelle berührt, ziemlich flach. Vom übrigen Sinnesapparat dringt nur der Stiftkopf in die Zelle ein, und wir sehen hier zum ersten Male, daß Hüllzelle und Sinneszelle am distalen Stifte von der Kappenzelle vollständig verdrängt sind. Von den großen, $13\ \mu$ dicken, meist kugligen, dunklen Kernen der proximalen Kappenzellen sagt Adelung (p. 327) zutreffend, daß ihre Lage eine verschiedene ist, und ferner, daß die Kerne am distalen Ende der Crista eine andere Gestalt annehmen. Bei *Deet. verr.* und *Locusta virid.* hat sich schon der zehnte (resp. der siebzehnte) lang ausgezogen und liegt quer vor dem Stiftkopf auf seiner proximalen Seite. Nach unten zu schnüren sich dann die Kerne allmählich in der Mitte ein, „sie werden biskuitförmig und umgeben schließlich spangenförmig den Gehörstift“ (Adelung p. 32), aber nicht von unten her, wie Adelung in seiner Fig. 7 zeichnet, sondern immer von der entgegengesetzten Seite. Ferner ist die Angabe Adelungs (p. 32), daß „die Deckzellen sich dicht aneinander schließen und an den Berührungsstellen etwas abgeplattet sind“, dahin zu berichtigen, daß eine flächenhafte Berührung nie stattfindet, und auch sonst nur die sieben obersten durch

Zellbrücken verbunden sind. Wohl aber kann bei den sonst freien Kappenzellen von einer indirekten Verbindung durch die Deckmembran gesprochen werden, die mit der ganzen äußeren konvexen Zellfläche untrennbar verwachsen ist.

Die Deckmembran (Taf. III, Fig. 20, Taf. IV, Fig. 22, Taf. V, Fig. 24b DM) ist wie ein Zeltdach über das Zwischenorgan und die Crista ausgespannt. Sie geht kontinuierlich in die Basilmembran des Integumentes und der Trachee über und bildet daher zugleich gemeinsam mit dieser ein cuticulares Rohr für den Blutkanal. Ob nun die Deckmembran ein Gebilde sui generis ist, wie Hensen (1866, p. 195) und Graber (1875, p. 60 und 63) anzunehmen scheinen, oder, wie ich glaube, die durch Einlagerung der nervösen Organe von der Matrix abgehobene integumentale resp. tracheale Basilmembran, ist nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Zellige Einlagerungen, aus denen sie entstanden sein könnte, besitzt sie nirgends; es müßte denn sein, daß man sie für eine Ausscheidung der Kappenzellen erklären will.

Schon um über die Verbreitung der Cristamasse orientiert zu sein, müssen wir uns eine Vorstellung von dem Raum verschaffen, den die Deckmembran abschließt. Gehen wir von der Kuppe der Cristakappenzellen aus, so fällt sie im unteren Cristabezirk nach beiden Seiten schräg ab und überdacht die nach unten schmaler werdende äußere Wandfläche der vorderen Trachee. Hinten berührt sie dann den vorderen Rand der mittleren Längsfurche, vorn streicht sie über Sinneszellen und Nerv dicht hinweg und findet in der inneren Cuticula des Trommelfelles ihre Fortsetzung (Taf. III, Fig. 20 DM). Gleich über der Teilungsstelle der Trachee überspringt sie hinten die Längsfurche, hebt sich jetzt allmählich bis zur hinteren Tracheenkante, die bekanntlich nach oben zu gleichmäßig ansteigt, und begleitet diese dann bis zu dem runden, bandartigen Suspensorium am oberen Ende der Tympanalregion, von dem wir wissen, daß es die hintere Tracheenkante in diagonaler Richtung nach hinten und außen zieht und am Integument befestigt. Die Deckmembran legt sich als Hülle um die faserartig langgezogenen Zellen dieses Suspensoriums und geht von hier aus auf das Integument über. Graber (1875, p. 71) hat diese Verbindung als untere Membranwurzel beschrieben; wir wollen sie, da sie genau ebenso hoch liegt wie die andere, als hintere bezeichnen (Fig. 19 hMW). Auf der vorderen Beinseite breitet sich die Deckmembran in ähnlicher Weise sowohl nach vorn wie nach außen hin aus. Aus den nach beiden Seiten abfallenden unteren Flächen wird oben eine anfangs flach konvexe und später, in der Höhe der oberen freien Cristaendschläuche, eine ganz ebene. Die Membran sucht mit der hinteren Tracheenkante in eine Höhe zu kommen und muß sich infolgedessen, bei der nach vorn abfallenden Lage der oberen äußeren Tracheenwand, vorn von der Trachee abheben und direkt an das vordere Trommelfell treten, während sie mit der hinteren Tracheenkante immer Fühlung behält. Um jetzt den Kappenzellhaufen zu umfassen, steigt die Membran plötzlich von hinten, oben und etwas weniger steil von unten spitzkegelförmig nach oben und außen, überzieht aber nicht die vordere Seite des Zellhaufens, da sich hier die Endschläuche des Zwischenorgans entfalten, sondern legt sich über dieses Organ hinweg und tritt teils an das Integument der vorderen Beinseite, teils geht sie oben in die Hüllmembran des Subgenualorgans über. Am oberen Ende der Crista fällt die Membran nach der Trachee zu in einer fast horizontalen Fläche ganz steil ab, so daß sich bei der Außenansicht eines Totoppräparates (Taf. IV, Fig. 19) etwas unter dem freien Rande des Subgenualorgans eine

scharf ausgeprägte horizontale, nach unten etwas ausgeschweifte Linie kenntlich macht. Die vordere Membranwurzel entsteht, wie bekannt, dadurch, daß die Membran sich oberhalb des Kappenzellhaufens zu einem dünnen Strang zusammenzieht, welcher in der Richtung der äußeren Cristafläche nach oben und außen zieht und sich an der vorderen Beinwand dicht vor der Symmetrieebene und in der Höhe der hinteren Wurzel befestigt (Fig. 19 vMW).

Dem Zwischenorgan dient die Deckmembran ausschließlich als Hülle und ist hier daher sehr zart; für die Crista bildet sie aber außerdem noch einen Aufhängeapparat.

Von den beiden Membranwurzeln aus, die wir nach ihrer Funktion besser als Aufhängebänder bezeichnen würden, läuft nämlich zu beiden Seiten des medianen Abschnittes der Crista eine breite, leistenartige Verdickung der Membran in graden, konvergierenden Linien bis zum unteren Ende des Organes. Wie alle chitinösen Häute besteht die Deckmembran aus sehr feinen, dicht aneinander gelagerten, parallel laufenden Fibrillen; je dicker die Membran wird, um so stärker treten die Fibrillen hervor, und so sehen wir, daß die oben beschriebenen leistenartigen Verdickungen, die ich als Tragebänder der Crista bezeichnen will (Graber, p. 72, nennt sie Stützlamellen), aus kräftigen, in der Längsrichtung verlaufenden, parallelen Fasern zusammengesetzt sind (Taf. III, Fig. 20, Taf. IV, Fig. 19 und 25 TB). Besonders an der vorderen Membranwurzel, aber auch am unteren Cristaende ist dann deutlich zu erkennen, daß diese Fasern sich mit den Matrixzellen des Integumentes und der Trachee verbinden, während die Deckmembran sonst kontinuierlich in die Membrana basilaris übergeht. In den dünnen und schmalen Membranabschnitt, der sich zwischen den Tragebändern ausspannt, sind die Endschläuche mit ihren Kappenzellen eingelassen und erhalten somit eine ideale Vervollkommnung ihrer Schwingfähigkeit.

Wenn Hensen (1866, p. 195) und Graber (1875, p. 71) auch über die Ausbreitung der Deckmembran eine unvollständige Vorstellung hatten, so sind ihre Angaben über ihr Wesen und ihr Verhältnis zur Crista doch recht befriedigend und decken sich teilweise mit den meinigen. Den Raum, welcher unter der Membran neben den Endschläuchen noch übrig bleibt, denkt sich Hensen (p. 201) mit großen Zellen, Graber (p. 72) mit Blutflüssigkeit angefüllt. Adelung (p. 23—25) hat eine Deckmembran nicht beobachtet, er gibt aber an, daß der angeblich von ihr bedeckte Hohlraum von einer Substanz eingenommen wird, die er Cristamasse nennt. Diese Masse hält er für einen integrierenden Bestandteil der Crista, und ihre vermeintlichen Grenzen dienen ihm zur Bestimmung der Cristaform. Sie ist nach seiner Ansicht protoplasmatischer Natur und enthält einzelne Kerne, doch ohne Zellgrenzen. Statt der Deckmembran hat er eine Hülle gesehen, die die Cristamasse von allen Seiten, also auch an der Trachee umgibt. Über die Struktur dieser Hülle teilt er nichts mit und gibt auch nicht an, welche Konsistenz er seiner Cristamasse zuschreibt; soweit ich ihn verstanden habe, muß er sie für fest halten, denn in einer Flüssigkeit würden ja „die Endblasen“ sonst ohne jeden Halt sein.

Wir sind a priori geneigt, die Cristamasse (Taf. III, Fig. 20, Taf. IV, Fig. 22, 23, 25 und Taf. V, Fig. 24 CrM) für ein Homologon der hyalinen Zwischensubstanz des Acridierorganes und des Subgenualorganes zu halten, ihre abweichende Struktur schließt aber diese Annahme aus. Möglich ist dagegen eine teilweise Homologie in der Art, daß sich hier in

die hyaline Substanz noch ein Stützgewebe eingelagert hat. Die Resultate meiner Ermittlungen, die ich über die Struktur der Cristamasse gemacht habe, sind, kurz zusammengefaßt, folgende: Sie besteht aus einem feinen, gleichmäßig verteilten Fasergerüst, ferner aus einer klaren Zwischensubstanz, die die Lücken des Gerüstes ausfüllt, und drittens aus vereinzelt Zellen, die in wechselnder Zahl und Lage in der Masse verteilt sind.

Das Fasergerüst setzt sich aus außerordentlich feinen Fäden zusammen, die filzartig zu einem dichten Maschenwerk verflochten sind. Man beobachtet indessen häufig Differenzen, indem an einigen Stellen, besonders in der Nähe der Fasersubstanzkerne, welche an der Basis der vorderen Membranwurzel liegen, die Fäden etwas stärker ausgebildet sind und mehr gradlinig verlaufen. Ob sich aus diesem Verhalten ein Schluß auf die Entstehung des Gerüstwerks ziehen läßt, indem hierdurch auf diese bisher nicht ganz geklärte Zellanhäufung hingewiesen wird, will ich dahingestellt sein lassen. Es ist nun nach meiner Ansicht bei der Beurteilung derartig zarter Netzfiguren ein Umstand besonders zu berücksichtigen, nämlich der, daß es außerordentlich schwer, ja fast unmöglich ist, zu entscheiden, was von den Fäden im Leben bestanden hat, und was auf Gerinnung zurückzuführen ist. Aber wenn wir auch annehmen, daß das Bild des Gerüstes selbst durch gute Konservierung mehr oder weniger verändert wird (in schlecht konservierten Präparaten sieht man die strahlige, fasrige Anordnung, von der Adelung p. 323 spricht), so habe ich mich doch an vielen, mit verschiedenen Fixiergemischen behandelten Präparaten überzeugt, daß nicht das ganze Netzwerk artefakt ist, sondern daß die Cristamasse tatsächlich von einer fädigen Substanz durchzogen wird, die sich gerüstförmig ausbreitet. Die Maschen des Gerüstes werden von einer homogenen Substanz, die keine Struktur erkennen läßt, eingenommen. Sie füllt alle Räume, die unter der chitinigen Deckmembran frei bleiben, vollkommen aus und dringt auch in die Lücken der fasrigen Bindesubstanz des Zwischenorganes; es ist daher wohl statthaft, diese Substanz für flüssig zu halten. Wie schon bemerkt, ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß sie der hyalinen Zwischensubstanz homolog ist.

Auf die geringe Anzahl von Kernen in der Cristamasse ist bereits von Adelung (p. 323) hingewiesen. Bei *Loc. virid.* hat er nur 10 gezählt. Ich kann hinzufügen, daß sie bei anderen Spezies, z. B. *Platyteleis Roes.*, fast ganz fehlen können. Am relativ zahlreichsten fand ich sie bei *Deet. verr.*, besonders bei frischgehäuteten Exemplaren (Taf. IV, Fig. 22 StZ). Die kleinen, 8 μ dicken Kerne sind unregelmäßig und dicht granuliert. Um sie herum sieht man deutlich eine helle substantielle Schicht, ihren Zelleib, welcher nach verschiedenen Richtungen feine fädige und verzweigte Ausläufer aussendet und hierdurch der Zelle eine außerordentliche Ähnlichkeit mit den bekannten Bindesubstanzkörperchen verleiht. Es kann wohl kaum beanstandet werden, wenn ich annehme, daß diese Zellen in einem ursächlichen Zusammenhange mit dem Gerüstwerk stehen, und daß die Cristamasse in toto eine gallertige Beschaffenheit hat.

f) Die stiftförmigen Körperchen.

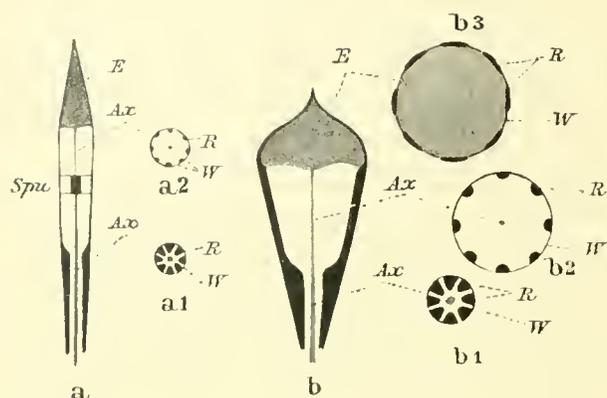
Während die stiftförmigen Körperchen sämtlicher Acridierspezies in ihrer Form, Größe und Konstruktion so sehr übereinstimmen, daß wir von ihrer Kongruenz sprechen

konnten, herrscht bei den gleichen Gebilden der Locustiden eine ganz bedeutende Formverschiedenheit. Wenn man neben den äußerst schlanken subgenualen Stiften, vorzüglich der hinteren Beinwand, die voluminösen Cristastifte betrachtet, so kann man es begreiflich finden, daß Graber (1875, p. 67) gewisse Strukturverhältnisse erkannt haben will, „durch welche sie sich auf den ersten Blick voneinander unterscheiden lassen“ und dann die ersteren als stiftförmige, die anderen mit der alten Sieboldschen Bezeichnung als birnförmige Körperchen beschreibt. Adelson (p. 329) geht hierin noch weiter, indem er behauptet, daß „stets die Stifte der drei Gruppen von Endorganen, also auch des Zwischenorgans, spezifisch gestaltet sind“. Aber selbst wenn wir nur die Größe und Form in Betracht ziehen, ist es unrichtig, von einer spezifischen Gestaltung der Stifte in den drei Organen zu sprechen, denn auch die neuen plumpen Stiftformen, welche uns in der Crista entgegentreten, gehen sowohl am oberen, wie am unteren Ende in immer schlankere Gebilde über, so daß die obersten Cristastifte völlig denen des benachbarten Zwischenorgans gleichen, und indem diese wiederum nach außen zu ein wenig schlanker werden, ist zwischen ihnen und den subgenualen Stiften kaum noch ein Unterschied zu konstatieren.

Da es mir nun gelungen ist, einen besseren Einblick in den Aufbau aller dieser Stiftformen zu erhalten als die früheren Beobachter, so bin ich zu dem bestimmten Resultat gekommen, daß die stiftförmigen Körperchen der Locustiden, ungeachtet ihrer Variationsfähigkeit, welche nicht allein in den verschiedenen Organabschnitten desselben Tieres, sondern auch bei den gleichgelagerten stiftförmigen Bildungen der verschiedenen Spezies zu beobachten ist, in ihrer typischen Ausbildung vollkommen übereinstimmen, und daß ihr Gesamtbild eine nur den Locustiden eigentümliche Formerscheinung zeigt.

Um die Konstruktion der Stifte (Taf. IV, Fig. 21, 23, Taf. V, Fig. 24 StfK) kennen zu lernen, haben wir daher vorläufig von ihrer individuellen Formungleichheit abzusehen, und es ist dann gleichgültig, ob wir bei unserer Betrachtung einen Stift des Subgenualorgans, des Zwischenorgans oder der Crista einer beliebigen Locustide im Sinne haben. Wie bei den Acridiideen, so stellen die fraglichen Körperchen auch hier drehrunde, bolzenförmige Hohlkapseln dar, die in proximaler Richtung mehr oder weniger stark konisch zulaufen und am anderen Ende eine kurze, pickelartige Spitze bilden. An der Basis sind sie grade abgestutzt und besitzen hier eine runde Öffnung zum Eintritt des Achsenstranges. Sie bestehen aus der Wand und dem Inhalt, welcher von dem hellen Plasma der Sinneszelle und dem Fibrillenendapparat gebildet wird. Halten wir ihnen nun das Bild, welches wir noch von den Acridierstiften in der Erinnerung haben, gegenüber, so fallen uns die folgenden unterscheidenden Merkmale auf: Die Kopfspitze, welche dort lang ausgezogen und spitz war, ist hier kürzer und weit weniger scharf. Ferner treten die Wandrippen in einer geringeren Anzahl (meist 8) auf und legen sich im basalen Teil nicht zu Doppelrippen aneinander, auch fehlt die mittlere ringbandartige Verdickung der Rippen. Nehmen wir noch die Nervenendigung, welche von der Beschreibung der Stifte nicht zu trennen ist, hinzu, so bemerken wir im Stiftkopfe das vollständige Fehlen eines Kopfkanales und ferner in den Stiften des Subgenual- und Zwischenorgans das Auftreten einer spulenartigen Aufreibung oder Umhüllung der Stiftchorda.

Das Auffinden der Wandrippen in den Cristastiften ist wohl der schätzenswerteste Befund der Adelsonschen Arbeit, durch den die Kenntnis vom Bau der Stifte eine bedeutende Förderung erfahren hat, und der uns gleichzeitig eine Erklärung für die Trugbilder gibt, die seit Hensen von den verschiedenen Forschern als innerer Tubus beschrieben werden. In neuerer Zeit glaubt Herbig (1902, p. 720 und 22) auf Grund seiner Studien an den Grillenstiften diese Angaben Adelsons wieder in Frage stellen zu dürfen. Es ist ja nun kaum anzunehmen, daß Herbig seine (nebenbei bemerkten unrichtigen) Befunde auf die Locustiden übertragen hat, ohne sich bei diesen orientiert zu haben, doch meine ich, daß er die bei den Cristastiften schon mit schwacher Vergrößerung deutlichen Wandverdickungen erkannt haben müßte, obwohl er sie bei den Grillen übersehen hat. Adelson beschreibt



a Subgenialstift,
b Cristastift,
beide im optischen Längsschnitt.

a₁ u. b₁ Querschnitt durch die basale Ringzone.
a₂ u. b₂ durch den oberen Abschnitt des Stiftkörpers.
b₃ durch den Stiftkopf.

Ax Axenstrang.
E Endknopf (+ Polstermasse?).
W Stiftwand.
R Rippen.
Spu Spulenförmiges Körperchen.

Textfig. 12. Vergr. 1 : 2000.

die Rippen sehr richtig als Verdickungsstreifen der inneren Stiftwand, doch schafft er durch seine Querschnittsbilder (Fig. 4) eine ganz andere Vorstellung; nach diesen zu urteilen, hätte er von einer Riefenbildung oder Kannelierung der Innenwand sprechen müssen. Sein schematisches Bild Fig. 21 gibt die Verhältnisse viel richtiger wieder. Er ist ferner der Ansicht, daß die Rippen nur bis an den Kopfteil reichen, den er „stets scharf gegen die Stiftwand abgegrenzt fand“, und hält es außerdem für wahrscheinlich, daß sie im basalen Abschnitt, „der verdickten Spitze des Stiftes“, nicht vorhanden sind, und „daß dieser Teil durch die hier gleichmäßig verdickte Stiftwand gebildet wird“.

Nach meinen Beobachtungen heben sich die Rippen (Taf. IV, Fig. 25 und Textfig. 12 R) aus der im Querschnitt linienhaft fein erscheinenden Stiftwand (W) scharf heraus und ragen leistenartig in das Stiftlumen hinein. Sie sind keineswegs auf den von Adelson angegebenen Abschnitt beschränkt, sondern ziehen von der Basis bis zur Kopfspitze an der ganzen Stiftwand entlang. In ganz derselben Weise wie bei den Acridierstiften ist dann das Lumen der basalen Stiftzonen dadurch eingengt, daß die Rippen stärker nach innen zu vorspringen; sie lassen auch hier nur eine feine cylindrische Röhre frei, die eben genügt, um dem Achsenfaden den Durchtritt zu gestatten, doch findet, wie schon erwähnt, hierbei keine paarweise Vereinigung der Rippen statt. Bis zum basalen Rande verlaufen sie in gleichem Abstände voneinander, bei den großen, basalwärts sich stark zuspitzenden Cristastiften kommen sie aber am unteren Ende so dicht aneinander zu liegen, daß sie um die Öffnung einen geschlossenen Ring zu bilden

scheinen. In der mittleren hellen Stiftzone, die von der eben beschriebenen basalen Erhöhung bis zum Stiftkopf reicht, behalten sie die gleiche Höhe. Sobald sie aber mit dem Kopfinhalt in Berührung kommen, platten sie sich ab. Sie werden bandartig flach und breit und sind in dieser Form dann bis zur Spitze zu verfolgen. Während sie im Stiftkörper nach innen vorspringen, sind sie im Kopfteil gewissermaßen nach außen gedrängt, so daß sie hier flache Kanten bilden; es ist jedoch möglich, daß dieses Hervortreten der Rippen nach außen erst post mortem durch Schrumpfung des Kopfinhaltes entstanden ist (Fig. 25¹ R). Nach der äußersten Spitze zu werden die Rippen natürlich schmaler und dünner. Wegen der Wichtigkeit dieser Befunde will ich hinzufügen, daß das Vorhandensein von Rippen am Stiftkopf nur in Querschnitten zu konstatieren ist, daß ich das geschilderte Verhalten aber mit absolutester Sicherheit, besonders an den großen Cristastiften, festgestellt habe. Aus den Querschnitten habe ich ferner ersehen können, daß eine jede Rippe kein Einzelindividuum, sondern eine Doppelbildung ist, die aus zwei symmetrischen Hälften besteht; in Schnitten durch den Stiftkörper (Fig. 25³ R) ist die Zweiteilung äußerst deutlich. Die Kenntnis dieser Struktureigentümlichkeit ist für die Beurteilung der Zahl der Rippen von Wert. Adelung hat schon konstatiert, daß sie regelmäßig in der Achtszahl auftreten, ich kann dieser Angabe nur beipflichten, doch sind Schnitte, in denen 9 oder 10 Rippen zu zählen sind, nicht selten. Da nun eine solch unregelmäßige Bauart höchst unwahrscheinlich ist, so ist wohl zu vermuten, daß in diesen Fällen beim Schneiden eine Trennung einer oder mehrerer Rippen in ihre Hälften erfolgt ist.

Nicht ganz so klar wie der Bau der Stiftwand ist mir die vom Stift umschlossene Nervenendigung geworden, trotz der kolossalen Ausbreitung, die sie im Kopf der Cristastifte erfahren hat. Der Achsenstrang (Fig. 24, 25 und Textfig. 12 Ax) tritt durch die proximale Öffnung unverändert in das Stiftlumen, wird hier schnell sehr fein und verläuft in der Längsachse bis zum Stiftkopf, um in diesen überzugehen. Der terminale Knopf, welcher bei den Acridiern so ausgezeichnet klar zu erkennen war, füllt hier die ganze Kopfpattie als ein anscheinend homogenes, solides Gebilde aus (Fig. 25¹ Kl). Eine axiale Durchbohrung, die Adelung häufig gesehen haben will, ist niemals auch nur andeutungsweise vorhanden. Selbst die kleine helle Kopfspitze, die sehr oft, besonders an den Cristastiften, zu beobachten ist, ist wahrscheinlich durch Schrumpfung des Inhaltes entstanden. Bei vielen Cristapräparaten habe ich den Eindruck gewonnen, als ob der Kopfinhalt, der, wie gesagt, meistens vollkommen homogen erscheint, aus einer dichteren zentralen, kugligen Masse an die der Achsenfaden tritt und aus einer weicheren Wandpartie bestände. Die Kugel, welche dann speziell dem Endknöpfchen entsprechen würde, schickt nach allen Richtungen stachelige Fäden in die Wandschicht und sieht so wie ein Distelköpfchen aus. Nun fällt die Entscheidung wohl schwer, ob eine dieser Erscheinungen der Wirklichkeit entspricht, oder ob die homogenen Stiftköpfe als Produkte der Osmiumsäure oder der Formoleinwirkung, die differenzierten als Gerinnungsbildungen anzusehen sind. Ich würde die letzt besprochenen Bilder gar nicht mitgeteilt haben, da ich sie von vornherein für Artefakte hielt, wenn ich nicht zufällig gefunden hätte, daß der Kopfabschnitt in den subgenualen Stiften frischgeschlüpfter Larven ganz dieselbe Konstruktion zeigt wie die Acridierstifte, indem an ihrem distalen

Ende ein deutlicher heller Raum zwischen Endknöpfchen und Wand besteht. Es ist daher die Möglichkeit nicht ganz von der Hand zu weisen, daß mit dem Älterwerden der Stifte eine Polstermasse zwischen Wand und Endknöpfchen abgelagert wird, die sich in leicht geschrumpften Präparaten wieder in der beschriebenen Weise abhebt. Die Entscheidung dieser Fragen ist jedoch von untergeordneter Bedeutung; die Hauptsache bleibt der im obigen auch für die Locustiden gelieferte definitive Nachweis, daß die Stifte nicht als Nervenendgebilde, sondern nur als Hülle für die Nervenendigung zu betrachten sind.

Wir haben noch mit einigen Worten auf die Spulchenbildung der Stiftchorda einzugehen (Taf. IV, Fig. 21 und 23 Spu). Diese Erscheinung findet sich in den Stiften des Subgenual- und des Zwischenorganes und liegt immer ziemlich genau in der Mitte des Stiftes. Soweit ich im stande war, die winzigen Körperchen zu erkennen (im Subgenualorgan von *Deet. verr.* sind sie $1,3 \mu$ lang und 1μ breit, im Zwischenorgan etwas länger und schmaler), haben sie entweder die Form eines Garnwickels , oder sie sind in der Mitte taillenartig eingezogen und zeigen dann eine Sanduhrform  oder nebenstehendes Projektionsbild . Von den beiden Enden gehen feine Verbindungsfäden in grader Richtung nach der Stiftwand hin. Es wird nun wohl unmöglich sein, das Wesen dieser Körperchen mit Sicherheit zu bestimmen. Nach meiner Ansicht dienen sie der Chorda als Führungsringe und haben die besondere Aufgabe, den nervösen Endfaden in der Längsachse des Stiftes zu fixieren. Sollte diese Annahme zutreffen, so wäre es auch höchst wahrscheinlich, daß die Fäden, welche in den großen Cristastiften von der Chorda in radiärer Richtung nach der Wand verlaufen, und die ich für den Ausdruck einer großblasigen Protoplasmastruktur gehalten habe, ebenfalls analoge Befestigungsfäden sind (Taf. IV, Fig. 25^a).

Das Bild, welches ich im vorstehenden vom Bau der stiftförmigen Körperchen gegeben habe, gleicht den Beschreibungen der früheren Beobachter sehr wenig. Über die Ausführungen von Siebold, Leydig, Hensen und Schmidt hat Graber (1875, p. 39—45 und 1882, p. 518—529) ausgezeichnete kritische Referate geliefert, auf die ich hier hinweisen möchte. Es soll nur kurz angedeutet werden, daß Siebold (1844, p. 76) die Stifte als runde gestielte Stäbchen von birnförmiger Gestalt und stumpf-abgerundetem Ende beschreibt. Von Leydig (1855, p. 405) und O. Schmidt (1875, p. 208) werden sie für vierkantige Körperchen gehalten. Hensen (1866, p. 196) schildert sie dagegen wieder als drehrund. Er ist der erste, welcher den Eintritt des Nervenfadens in den Stift gesehen hat, und bezeichnet ihn „nach Analogie des gleichen Gebildes bei den Krebsen“ als Chorda. Um die Chorda soll eine feine, weit abstehende, röhrenartige Hülle liegen, welche dadurch entsteht, daß sich die Stiftwand an der Basis nach innen umschlägt. Er bezeichnet sie als inneren Tubus. Die Stiftwand geht seiner Ansicht nach aus einer Membran der Deckzelle hervor. Auch Graber (1875, p. 48—50 und 67—69, 1882, p. 529—533) gibt an, daß die Cristastifte einen inneren Tubus besitzen und beschreibt ihn als einen trichterförmigen Hohlkörper, der sich „gegen die körnige Masse des Kopftheils so verbreitert, daß er sie fast umfängt“. Von der Chorda will er sich überzeugt haben, daß sie sich in den Tubus hineinreckt und bis zur Körnermasse verfolgen läßt. „Die Stiftwand besitzt überall die gleiche Stärke. Der Kopf des Stiftes ist als Endanschwellung oder Verdickung der festen Hülle des Körpers zu betrachten, er schließt einen Hohlraum ein, der im optischen Längsschnitt als schmaler Mittelstreifen

erscheint.“ Diesen Kopfkanal nahm Graber anfänglich für alle Locustidenstifte an, später stellte er dessen Existenz für die Cristastifte, speziell von *Meconema*, wieder in Abrede. Die Angaben Adelsons haben schon im Laufe der Abhandlung eine genügende Würdigung erfahren.

Was nun endlich die Form und Größe der stiftförmigen Körperchen anbelangt, so denke ich diese Verhältnisse mit Hilfe der nachfolgenden Zahlenreihe am besten demonstrieren zu können. Sie gibt Aufschluß über die Länge und Breite der Stifte und über das Verhältnis der Breite zur Länge, wenn erstere gleich 1 angenommen wird. Mit Rücksicht auf die Graberschen Messungen (p. 71) habe ich in diesem Falle ebenfalls *Locusta virid.* gewählt. Bei den übrigen Spezies fallen die Maße beträchtlich anders aus, aber auch bei den einzelnen Individuen derselben Art wird man nicht unbedeutende Größendifferenzen zwischen den homotopischen Stiften finden.

	Länge	Breite (am Kopfe gemessen)	Verhältnis- werte
a. Subgenualorgan.			
Unentwickelter Stift der hinteren Beinseite	15,8 μ	1,3 μ	12,15 μ
Stift der vorderen Beinseite	23,3 "	2,7 "	8,63 "
b. Zwischenorgan.			
Stift der äußeren Bogenreihe	22 "	3,4 "	6,47 "
c. Crista acustica.			
1. Stift der proximalen Endschläuche . . .	21 "	3,4 "	6,18 "
Letzter Stift der proximalen Endschläuche .	20 "	5,5 "	3,63 "
Stifte der „eigentlichen“ Crista:			
1. Stift	19 "	5,5 "	3,46 "
5. "	19 "	6,8 "	2,8 "
10. "	19 "	7,5 "	2,53 "
15. "	17,8 "	8,2 "	2,18 "
20. "	17,8 "	6,8 "	2,62 "
25. "	16 "	6,2 "	2,58 "
30. "	16 "	6,2 "	2,58 "
35. " und zugleich drittletzter	17,8 "	4,1 "	4,34 "

Es ergibt sich aus dieser Tabelle:

1. daß die Längenunterschiede der Stifte in der ganzen Reihe nicht sehr bedeutend sind; der kürzeste Cristastift ist kaum ein Drittel kleiner als der längste Subgenualstift. Vor allem sehen wir aber, daß die Längenabnahme, besonders der Cristastifte, in distaler Richtung in ganz regelloser Weise erfolgt und nicht annähernd so beträchtlich ist, wie Graber angibt. Die untersten Cristastifte nehmen sogar wieder an Länge zu;
2. daß die Kopfbreite bis zur Mitte der Crista, wenn auch nicht regelmäßig, so doch stetig und im Verhältnis zu der geringen Längenabnahme ganz bedeutend zunimmt und dann nach unten zu in noch ungleichmäßigerer Weise wieder ein wenig abnimmt. Der 15. Stift des zweiten Cristaabschnittes, d. i. der 23. der ganzen Crista, ist dreimal so

breit wie der große Subgenualstift, zwei und einhalbmals breiter als der erste und zweimal breiter als der drittletzte Cristastift. Die Breitenabnahme der Stifte von der Mitte der Crista ab erfolgt unbekümmert darum, daß sie zugleich kürzer werden; es wäre also nicht ganz richtig, wenn wir aus dem oberen Abschnitt unserer Tabelle den Schluß ziehen wollten, daß mit abnehmender Breite immer eine Zunahme der Länge erfolgen muß;

3. sagt uns am besten die Reihenfolge der Verhältniszahlen, daß keineswegs „die Stifte der Crista in demselben Verhältnis distalwärts an Größe abnehmen wie die ganzen Endblasen“ (Adelung p. 329). Die tympanale Stiftbildung läuft vielmehr in erster Linie darauf hinaus, daß die Stifte vom Subgenualorgan ab, wo sie acht- bis neunmal länger als breit sind, nach unten zu allmählich voluminöser werden. In der Mitte der Crista erreichen sie hierin ihr Maximum, sie sind hier nur noch zweimal so lang wie breit und behalten dann annähernd dieselbe plumpe Form fast bis zum unteren Ende der Hörleiste.

Ziehen wir zum Schluß nun noch in Betracht, daß trotz der großen Schwankungen, welchen die Kopfbreite unterliegt, die Unterschiede in der Breite der Basis verschwindend gering sind, so werden wir leicht die Formungleichheit der Stifte verstehen. Die Subgenualstifte sind am Kopfe $2,7 \mu$, an der Basis $1,4 \mu$ breit. Die Entfernung des Kopfes von der Basis beträgt 16μ und die Länge des Kopfabschnittes 7μ . Der Stiftkörper hat daher eine fast cylindrische Gestalt, und auch ihr Kopf ist lang und stiftartig ausgezogen (Textfig. 12a, Taf. IV, Fig. 21 StfK). Bei den Cristastiften ist die Basis ein wenig breiter, weil die Wandung dicker ist, die Öffnung ist die gleiche. Greifen wir den plumpsten Cristastift heraus, so betragen bei ihm die Werte in der obigen Reihenfolge $8,2:2:13$, d. h. der Körper bildet einen Stutzkegel, bei dem der Durchmesser der größeren Basis sich zur Höhe verhält wie $2:3$. Der Kopf dieser Stiftformen ist niedrig ($4,8 \mu$) und kuppelförmig (Textfig. 12b und Taf. V, Fig. 24 StfK).

V. Gryllodea.

A. Allgemeines.

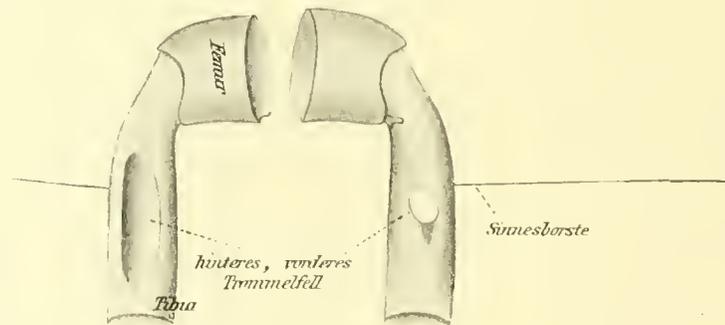
Die Tympanalorgane der Grillen liegen genau an der gleichen Stelle wie bei den Locustiden, nämlich in den Vordertibien unterhalb des Knies. Auch die Art ihrer Zusammensetzung ist die gleiche: An die Trommelfelle, welche durch eine verdünnte Partie der Bein-cuticula dargestellt werden, legt sich innen die Trachee als *cavum tympani*, und auf dieser breiten sich dann im Blutkanal die nervösen Endorgane in einer Weise aus, die, wie wir sehen werden, große Ähnlichkeit mit der Lagerungsform der Locustidenendorgane besitzt. Trotzdem ist es einigermaßen sicher, daß die Tympanalorgane der beiden nahe verwandten Orthopterenfamilien nicht in toto als homolog zu betrachten sind. Der Lösung dieser wichtigen Frage sind wir durch die umfangreichen vergleichenden Untersuchungen Grabers nahe gebracht. Graber (1882, p. 621) ist zu der Überzeugung gekommen, „daß zwischen den Tympanis der Gryllodeen und Locustiden, mag man nun annehmen, daß die Locustiden von den Gryllodeen oder umgekehrt abstammen, oder, was das Wahrscheinlichste ist, beide Gruppen parallele Zweige darstellen, auf keinen Fall ein genetischer Zusammenhang besteht, sondern daß für die Trommelfelle jeder dieser Gruppen ein besonderer Ausgangspunkt angenommen werden muß.“ Lassen wir dieses aber als Tatsache gelten, so müssen wir dasselbe von den Abschnitten des nervösen Endorganes, welche erst der Tympanalbildung ihre Entstehung verdanken, also den eigentlichen trachealen Organen, annehmen; doch, wohl gemerkt, von den Organabschnitten im ganzen, denn die genetische Gleichwertigkeit der einzelnen scolopoferen Nervenendigungen, gleichviel wo sie auftreten, und auch teilweise ihres Hüllapparates, sowie bestimmter accessorischer Bildungen kann wohl nicht mehr zweifelhaft sein. Graber hat hierüber eine etwas andere Ansicht. Er spricht (1882, p. 620) von einer „Tympanalisierung der Chordotonalorgane“ und nimmt also an, daß sie phylogenetisch, mit Ausnahme der Locustidencrista, deren posttympanale Entwicklung er für möglich hält (p. 623), in der Art, wie sie uns in den Tympanalorganen entgegentreten, schon vor der Trommelfellbildung bestanden und nur eine stärkere Entfaltung erfahren haben. Zum mindesten ist dieses bis jetzt unbewiesen und nach meiner Ansicht auch unwahrscheinlich, denn es steht absolut nicht im Einklang mit den Angaben, die Graber von den atympanalen Chordotonalorganen der Orthopteren macht. Von sämtlichen Organabschnitten des tympanalen Sinnesapparates der Locustiden und Grillen können wir nur die Homologie der Subgenualorgane und eventuell noch einer Gruppe von Sinnesschläuchen, die sich bei den Locustiden als Zwischenorgan differenziert haben, als erwiesen annehmen, alle übrigen Bildungen, mögen sie in ihrem Bau auch noch so ähnlich sein, sind als Konvergenzen zu betrachten. Wir dürfen uns daher nicht wundern, daß die Grillen keine *Crista acustica* be-

sitzen, und noch viel weniger ist es angebracht, Erwägungen anzustellen, wie es Herbig (1902, p. 714) macht, ob das tracheale Organ der Grillen als ein primitiveres Stadium der Crista anzusehen ist; die Ausbildung seiner Endschläuche steht auf derselben Höhe, ihre Zahl ist mindestens die gleiche, und wir sind deshalb nicht einmal in der Lage, annehmen zu dürfen, daß es physiologisch geringer einzuschätzen ist als die Crista, wir möchten sogar von vornherein erwarten, daß diese musikalischste der tonerzeugenden Orthopterenfamilien auch das vollendetste akustische Organ besitzt.

Graber hat als Untersuchungsobjekt besonders *Gryllus campestris* gewählt, Herbig ausschließlich *Gryllus domesticus*. Ich habe beide Vertreter untersucht und mit Ausnahme der Größenunterschiede nicht die geringsten nennenswerten Abweichungen gefunden. Für die nachstehende Beschreibung und die in dieser angegebenen Maße haben mir nur Präparate vom Heimchen als Vorlage gedient. Die Totalpräparate sind nach der bei den Locustiden p. 80 angegebenen Methode hergestellt.

B. Trommelfelle und Trommelfellumgebung.

Schon bei äußerer Betrachtung der Tympanalregion fällt neben dem Mangel einer Trommelfellbedeckung vor allem die ungleiche Größe und Gestalt der beiden Trommelfelle auf. „Während wir bei den Locustiden die Gegenwart zweier völlig symmetrisch gelagerter und gleichgearteter Trommelfelle als allgemein gültiges Gesetz hingestellt haben, ist dieses



Textfig. 13.

Verhalten bei den Gryllodeen eher als Ausnahme zu betrachten“ (Graber 1875, p. 11). Unsere Grillen besitzen ein großes hinteres Trommelfell (Taf. V, Fig. 26 und 27 hT) und ein sehr kleines vorderes (vT), welches noch obendrein so verändert ist, daß es kaum noch die Bezeichnung eines Trommelfelles verdient.

Der Graberschen Beschreibung (1875, p. 14) des leicht übersichtlichen hinteren Trommelfelles ist nicht viel hinzuzufügen. „Seine Form ist die einer unregelmäßig elliptischen Ebene, welche nach außen, wo sie sich beträchtlich in das Bein einsenkt, von einer mehr graden, nach innen dagegen von einer gekrümmten Linie begrenzt wird.“ Es ist ziemlich genau 1 mm lang und in der Mitte 330 μ breit. Sein oberes Ende ist bei rechtwinklig gebeugtem Kniegelenk von der starren seitlichen Gelenkfalte des Femur 300 μ entfernt und sein unteres Ende vom Tibio-tarsalgelenk noch 2 mm. Die vertiefte Lage des äußeren

Trommelfellrandes entsteht dadurch, daß die äußere Beinwand (Taf. V, Fig. 27 äW), ehe sie in das Trommelfell übergeht, eine kurze, scharfe Biegung nach der Medianebene des Beines zu macht. Die Trommelfellfläche selber ist nicht ganz grade, sondern sie zeigt, analog der Trommelfellform der Locustiden, der äußeren Kante der anliegenden Trachee entlang in ihrer Längsrichtung eine leichte Einknickung, durch die sie in einen großen inneren, bohnenförmigen und einen schmalen äußeren Abschnitt zerfällt. Der innere von der Trachee vollständig bedeckte Abschnitt bildet die eigentliche Tympanalmembran, die „ihrer ganzen Ausdehnung nach von ziemlich übereinstimmender Dicke (nach Herbig p. 703 1,6 μ) und gleichmäßig mit winzigen Dörnchen besetzt ist“. Der äußere neben dem Blutkanal liegende Abschnitt zeichnet sich durch seine beträchtliche Dicke (9 μ) aus. Er geht aus dem inneren ohne scharfe Grenze hervor und tritt an die äußere Kante der grade abgestutzten, 40 μ dicken Cuticula der Trommelfelleinfassung, so daß bei äußerer Betrachtung am Trommelfellrande kein Absatz bemerkbar ist, während an der medianen Seite eine rechtwinklige Ecke besteht. Am inneren und unteren Trommelfellrande liegen die Verhältnisse ähnlich, nur daß hier die mediane freie Kante der Einfassung, welche an der Außenseite abgerundet ist und keine Verdickung trägt (Taf. V, Fig. 27 äE), zu einer hohen, nach der Längsachse der Tibia gerichteten Leiste geworden ist, die frei in das Beinlumen hineinragt und, „einer Linsenblendung vergleichbar“, das Trommelfell von innen her in einem spitzen Winkel überdacht (Fig. 27 iTL). Wir wollen diese leistenartige Erhöhung der Einfassung als Tympanalleiste bezeichnen. Neben dem unteren Trommelfellrande läuft sie, allmählich niedriger werdend, als untere Tympanalleiste (Taf. V, Fig. 26 uTL) weiter und verliert sich dann nach außen zu in der freien medianen Kante der Einfassung. Die innere Leiste mißt nach Herbig (p. 702) an ihrer breitesten Stelle 80 μ und ist 230 μ hoch. Ein eigentlicher Rahmen, durch den das Trommelfell wie bei den Acridiern aus der Umgebung herausgehoben wird, ist nicht vorhanden. Graber betrachtet die Trommelfellblendung, unsere Tympanalleiste, von der er annimmt, daß sie, wenngleich schwächer, auch an der Außeneinfassung ausgebildet ist, als „den die Tympana umspannenden Rahmen, der die Gestalt förmlicher Platten annimmt“. Doch ist es augenscheinlich, daß die Leiste mit dem Trommelfell direkt nichts zu schaffen hat, sondern erst als sekundäre Bildung anzusehen ist, die analog der inneren Tympanalleiste der Acridier, der sie auch in ihrem ganzen Verhalten außerordentlich gleicht, den Zweck hat, der durch die Tympanalbildung geschwächten Bein-cuticula als Versteifungsleiste zu dienen und im vorliegenden Falle außerdem noch, gemeinsam mit der inneren Tympanalleiste des vorderen Trommelfelles und den versteiften inneren Tracheenwandungen, für die inneren Tympanalgebilde als Schutzorgan gegen den Druck der Muskeln zu fungieren.

Das vordere, verschwindend kleine Trommelfell (Taf. V, Fig. 26 und 27 vT) ist noch einfacher gestaltet als das hintere. Es hat die Form einer vollkommen regelmäßigen Ellipse, die in der Fläche der Beinwand eine schräge Stellung einnimmt, indem ihre von außen und unten nach innen und oben liegende Längsachse in einem Winkel von etwa 50° zur Horizontalebene geneigt ist. Der Längendurchmesser beträgt 250 μ , der Querdurchmesser 150 μ . Das obere Ende des Trommelfelles ist von der vorderen Gelenkfalte des Femur 550 μ entfernt, es liegt daher 250 μ tiefer als der obere Rand des hinteren Trommelfells, und sein unteres Ende genau der Mitte des großen Tympanums gegenüber.

Die laterale, ganz ebene Fläche geht ohne jede Grenze in die äußere Integumentfläche über, nur am unteren Rande bildet die Einfassung eine ganz schwache Erhöhung. Es wäre daher gar nicht möglich, das Trommelfell bei Lupenbetrachtung von der übrigen Chitindecke zu unterscheiden, wenn es sich nicht durch seinen Mangel an Pigment und durch den Weißglanz der darunter liegenden Gewebe optisch abgrenzte.

Herbig beschreibt (p. 699) eine dünne Hautduplikatur, die das obere Ende des kleinen Trommelfelles in Gestalt einer sichelförmigen Platte überbrücken soll, „wodurch das Tympanum an seinem proximalen Ende in das Bein eingedrückt erscheint“. Ich brauche wohl nicht noch einmal zu betonen, daß diese Hautduplikatur, die Herbig als rudimentären Trommelfelldeckel zu betrachten scheint, nicht existiert: oder besser gesagt, Herbig hat sich durch seine mit Eau de Labarraque mißhandelten Präparate täuschen lassen und Chitinauflagerungen, die der medianen Integumentfläche angehören, nach außen verlegt. Bei dieser Gelegenheit möchte ich mir den Hinweis gestatten, daß es zweckmäßig ist, um von durchscheinenden Objekten, wie die wenig pigmentierte Cuticula der Hausgrille ist, ein möglichst plastisches Bild zu erhalten vorausgesetzt, daß man keine binokuläre Lupe zur Verfügung hat, die frisch angefertigten Präparate ohne Zusatzflüssigkeit unter das Mikroskop zu bringen. Vollständig durchsichtig gemachte Objekte sind ganz ungeeignet und geben nur zu Trugbildern Veranlassung. Wir sehen daher auch, daß Herbig das Trommelfell als „eine nach dem proximalen Ende in einen Zipfel ausgezogene, länglichrunde Fläche“ zeichnet. Dieser „Zipfel“ gehört, wie wir gleich sehen werden, nicht mehr dem Trommelfell, sondern der Einfassung an und wird nur durch starke, innen anliegende Chitinleisten vom Integument abgegrenzt.

Die mediane Seite bietet uns in Bezug auf die Trommelfelleinfassung ein ähnliches Bild, wie wir es am hinteren Tympanum kennen gelernt haben. Auch hier ist eine mächtige Tympanalleiste ausgebildet, die ebenso breit und hoch ist wie die der hinteren Beinwand, und die in derselben Weise in das Beinlumen vorspringt. Der ausgezeichnete Vergleich Grabers mit einer Linsenblende ist hier noch zutreffender, weil die Leiste auch neben dem äußeren Trommelfellrande als ein niedriger Kamm auf der Einfassung weiter läuft. Es ist aber zu beachten, daß sie am oberen Trommelfellende von der Kante der Trommelfelleinfassung abrückt und somit noch einen Abschnitt des Integumentes, den Herbig'schen Trommelfellzipfel, umgreift, indem sie sich beiderseits vom Trommelfellrande entfernt und erst eine ganze Strecke weiter oben zusammenlegt, um nun in einen dicken, soliden Chitinwulst (Taf. V, Fig. 26 W) überzugehen, der in Gestalt eines dem Integument anliegenden Stieles in grader Richtung nach oben zieht.

Verfolgen wir die Leistenbildung noch einmal etwas genauer von oben nach unten, so macht sich 200 μ oberhalb des proximalen Trommelfellendes an der medianen Fläche des Integumentes der Beginn einer soliden, anfangs kammartigen, weiterhin abgeflachten Chitinauflagerung bemerkbar, die nach unten zu schnell breiter und höher wird und eine Breite von 150 μ , eine Höhe von 100 μ erreicht. In einer Entfernung von 50 μ vom Trommelfellrande löst sich dieser Chitinbalken in Form einer dreizinkigen Gabel in drei Leisten auf. Die mittlere schwach entwickelte (20 μ hoch und 15 μ breit) und ganz bedeutungslose Leiste haben wir bislang noch nicht erwähnt; sie zieht direkt nach unten und verliert sich in der Nähe des Trommelfellrandes im Integument. Die beiden anderen werden zur Tym-

panalleiste. Sie divergieren nach unten zu ein wenig und erreichen die freie Kante der Einfassung 40μ distal vom oberen Ende des Tympanums. Die nach außen liegende Leiste ist an ihrem Ursprung 50μ hoch und 30μ breit und mit einer scharfen Kante versehen. Sie wird allmählich niedriger und ist neben dem Tympanum nur noch auf Querschnitten als kleine, zahnartige Erhöhung kenntlich (Taf. V, Fig. 27 vāTL). Erst am unteren Tympanumende hebt sie sich wieder stärker heraus, um hier in die hohe untere Tympanalleiste (Taf. V, Fig. 26 vuTL) überzugehen. Dagegen ist die innere Leiste (Fig. 27 viTL) in der schon oben angedeuteten Form sehr stark entwickelt. Diese geht aus dem Balken bereits als 100μ hohes und 50μ breites Gebilde hervor und wird in distaler Richtung bei gleichbleibender Breite allmählich noch etwas höher, so daß sie gegen das untere Trommelfellende hin 140μ mißt. In viel ausgeprägterer Form als die Tympanalleiste des hinteren Trommelfelles läuft sie, gleichsam als wollte sie die Trachee vom Trommelfell fernhalten, indem sie nur ganz wenig niedriger wird, als untere Tympanalleiste (Fig. 26 vuTL), auch an der unteren Einfassung weiter und geht dann ohne Grenze in die beschriebene schnell an Höhe abnehmende äußere Leiste über.

Herbig spricht von einer „schalenartigen Lamelle“, die sich vom distalen Ende des Tympanums nach dem proximalen zu vorschiebt. Er beschreibt ferner die hohe innere Leiste, die er als „Wand“ bezeichnet, als den der inneren Beinseite zugekehrten Teil des „Rahmens“ und läßt sie dann proximal und distal in den „wulstartig verdickten Teil des Rahmens“, der an der Außenseite rings um das Trommelfell herum liegen soll, übergehen. Ganz verständlich ist mir die Auffassung Herbigs weder aus der Beschreibung noch aus seinen Figuren geworden, und ich wiederhole daher, daß die von ihm als schalenartige Lamelle, als chitinöse Wand und ferner als sichelförmige Platte (welch letztere er fälschlich auf die laterale Integumentfläche verlegt) beschriebenen Chitingebilde nicht voneinander zu trennen sind, vielmehr gemeinsam eine kontinuierliche Leiste bilden, die das Trommelfell blendungsartig umgibt.

Die Cuticula des vorderen Trommelfelles ist $13-15 \mu$ dick, aber trotz dieser bedeutenden Stärke ist sie ebenso wie das hintere Trommelfell durchsichtig wie Glas. Der „metallisch schimmernde Glanz“ rührt nicht von den Trommelfellen her, sondern von der anliegenden Trachee. Betrachtet man das vordere Trommelfell eines lebenden Tieres mit der Lupe, so wird man es wegen seiner Durchsichtigkeit überhaupt erst in einer bestimmten Stellung, bei der das von seiner Oberfläche reflektierte Licht in die Lupe geworfen wird, sehen können und leicht geneigt sein, die weit tiefer liegende weißglänzende Trachee für das Trommelfell zu halten.

Nirgends prägt sich der schichtenweise Bau der Cuticula deutlicher aus als bei der Hausgrille. Die einzelnen Lamellen liegen so locker aneinander, daß sie oft beim Schneiden wie die Blätter eines Buches auseinandergezogen werden, was wiederum auf eine relativ weiche Beschaffenheit des Chitins schließen läßt. Die Cuticularisierung scheint in zwei Perioden zu erfolgen, indem zuerst eine äußere schmale, glasharte und spröde Mantel- oder Glasurschicht erzeugt wird, und an diese sich dann die inneren weicheren Lamellen anlegen, die teilweise zu einer außerordentlichen Dicke anwachsen, an andern Stellen aber sehr zurücktreten und z. B. dem der Trachee anliegenden Abschnitt des hinteren Trommelfelles ganz fehlen, während sie am vorderen eine breite Schicht bilden, deren lamellöse

Struktur äußerst deutlich ist. Die oben beschriebenen Verdickungen und Leisten der medianen Integumentfläche sind ausschließlich durch Faltung der inneren Lamellen, nicht durch Wucherung entstanden. Die äußere Glasurschicht nimmt an diesen Faltungen nie teil (vgl. Taf. V, Fig. 27). Bemerken muß ich noch, daß Herbig (p. 705) zu Unrecht „eine scharfe Grenzlinie zwischen der inneren geschichteten Lage des vorderen Trommelfelles und der Beincuticula“ annimmt.

Die hohe Hypodermis des vorderen Trommelfells ist mit der Matrix der vorderen Tympanaltrachee verwachsen (Fig. 26 und 27 S). Ihre Zellen sind in der Art, wie wir es bei den Tracheensuspensorien der Locustiden kennen gelernt haben, zu langen Fasern ausgezogen, die sich in grader Richtung zwischen den beiden Häuten ausspannen. In den Maschen dieses Suspensoriums liegen vielfach Fett- und Blutzellen (Fig. 27 FZ), die von Herbig als besondere „spindelförmige Elemente“ (p. 703) beschrieben werden und in seiner Fig. 5 (Taf. XXX spK) so gezeichnet sind, als stellten sie die Verbindung zwischen Trommelfell und Trachee her und nicht die beiderseitigen Matrixzellen.

Die Matrix des hinteren Trommelfelles und der mit ihr in innigster Berührung stehenden hinteren Tympanaltrachee ist bei beiden Organen an den Berührungsflächen so vollständig geschwunden, daß die Angabe Herbigs (p. 706), nach welcher „die Spiralfäden direkt an der dünnen Trommelfellecuticula liegen“, so seltsam sie klingt, tatsächlich zutreffend zu sein scheint. Weder auf Quer- noch auf Flächenschnitten habe ich zwischen ihnen Kerne finden können.

C. Vom inneren Bau der Tibia.

Die Übereinstimmung im anatomischen Aufbau der Tibia der Locustiden und Grillen gestattet mir, auf die orientierenden Angaben hinzuweisen, die ich bei den Locustiden gemacht habe, und mich gleich der Besprechung der einzelnen für unser Thema in Betracht kommenden Organe zuzuwenden.

a) Die Tympanaltrachee.

Diese wird von Graber (1875, p. 31) folgendermaßen beschrieben: Ein nahezu cylindrisches Luftrohr steigt vom Knie herab, um sich in der Tympanalgegend in zwei Äste von ungleichem Kaliber, die durch einen weiten Spalt voneinander getrennt sind, zu teilen. Der Vorderast ist viel schwächer und erscheint nur als ein Seitenzweig des Hinterastes. „Als eine Eigentümlichkeit des erstgenannten Tracheenarmes wäre noch anzuführen, daß er durch einen Abzweiger mit dem Kniestück verbunden wird.“

Herbig (p. 703—707) hält den „Abzweiger“ für den Anfangsteil der vorderen Trachee und nimmt daher an, daß schon vom Knie an zwei Hauptstämme vorhanden sind, die in der Region der oberen Hälfte des großen Tympanums durch eine „Querbrücke“ in Verbindung stehen. Auch in Herbigs Zeichnung (Taf. XXX, Fig. 7 hTr) stehen die Tracheen weit auseinander.

Ohne die Entwicklung der Tympanaltrachee zu kennen, läßt sich schwer sagen, welche von diesen beiden Ansichten die richtige ist. Wenn ich daher den Beschreibungsmodus

Grabers acceptiere, so tue ich es nur deshalb, weil die Tracheenformen der Imago seine Auffassung als die wahrscheinlichere erscheinen lassen.

Die Form und Lage des Tracheenstammes (Taf. V, Fig. 26 Tr) ist bis zur Tympanalregion ziemlich die gleiche wie bei den Locustiden. Nachdem er im Kniegelenk eine leichte Einschnürung erlitten hat, weitet er sich im supratympanalen Abschnitt wieder aus, doch kann ich nicht finden, daß er hier weiter wäre als im Femur (Herbig p. 704). Vom Knie ab lehnt er sich an die hintere Beinwand, ohne aber bis zum Tympanum hin irgendwo mit ihr Verwachsungen einzugehen. Von der vorderen Wand hält er sich in einiger Entfernung. Es ist überhaupt zu bemerken, daß bei den Grillen der Muskelkanal und Blutkanal, auch in der Tympanalregion nicht so streng voneinander geschieden sind wie bei den Locustiden. Mit dem Auftreten des hinteren Trommelfelles zieht sich der Tracheenstamm ganz gleichmäßig immer mehr von der vorderen Beinwand zurück und schmiegt sich gleichzeitig auf der anderen Seite eng an das Trommelfell, indem er sich in den Winkel, den die innere Tympanalleiste mit dem Trommelfell bildet, hineinpreßt (Textfig. 15). Die Spaltung in eine vordere und hintere Tympanaltrachee (Fig. 26 und 27 vTr und hTr) erfolgt 175 μ distal vom oberen Ende des hinteren Trommelfelles (Fig. 26 Sp) in der Höhe des Chitinwulstes (W), der wie eine Nase von der vorderen Beinwand aus in das Lumen des Beines hineinragt. Die von Herbig angenommene Verbindungstrachee ist bestimmt nicht vorhanden; die beiden Tympanaltracheen kommunizieren oben nur durch eine querelliptische, vertikal stehende Öffnung, die dadurch sehr klein erscheint, daß die vordere Trachee sich unmittelbar nach der Teilung stark erweitert. Die Wiedervereinigung (Fig. 26 Ve) findet 500 μ unterhalb der Spaltung, also noch weit über dem unteren Ende des hinteren Trommelfelles statt.

Wenn nun auch die Tracheen nicht so dicht aneinandergepreßt liegen wie bei den Locustiden, so ist es doch falsch, einen trennenden Zwischenraum anzunehmen. Ihre medianen Flächen stehen ununterbrochen in engster Berührung und haben sich gegeneinander abgeplattet. Durch Verwachsung der aneinanderliegenden Matrixlagen sind sie außerdem fest miteinander verbunden, so daß eine Trennung nur mit Zerreißen der Matrix möglich ist.

Das Lumen beider Tracheen zusammen ist nicht größer als das der Stammtrachee, auch ist der tympanale Tracheenabschnitt weder oben noch unten durch eine Einschnürung abgesetzt.

Die hintere Trachee (Fig. 26 und 27 hTr), die eigentliche Tympanaltrachee, hat die Gestalt eines Keiles, dessen scharfe Kante an inneren Trommelfellrande entlang liegt. Die schmale, dem Blutkanal zugekehrte Außenwand stellt die Basis des Keiles dar und ist etwas gewölbt. Die hintere Wand berührt das Trommelfell. Die mediane legt sich dicht an die Außenfläche der Tympanalleiste und an die innere Trachee, die dazwischen liegende Wandpartie ist stark plattenartig verdickt und vervollständigt so, gemeinsam mit der in gleicher Weise versteiften inneren Wand der vorderen Trachee, die durch die Tympanalleistenbildung angestrebte und gegen den Muskeldruck gerichtete Schutzwand.

Die Gestalt der vorderen Trachee (Fig. 26 und 27 vTr) hat Herbig (p. 704) sehr hübsch mit einer auf dem Kopfe stehenden Flasche verglichen. Soweit sie mit der vorderen Beinwand in Verbindung steht, von ihrem Ursprung bis zum unteren Ende des vorderen

Tympanums, ist sie von außen und innen komprimiert und erhält dadurch, wie wir aus Querschnitten, in denen sie als oblonge Figur erscheint, erschen können, eine vierkantige Form mit ebenso vielen mehr oder weniger ebenen Wandflächen. Sie verjüngt sich gleichmäßig von oben nach unten und ist neben der unteren Tympanalleiste des vorderen Trommelfelles um die Hälfte enger als an ihrem Ursprunge. Unter der Leiste nimmt sie eine cylindrische Form an und wird nach der Vereinigungsstelle (Ve) zu allmählich wieder etwas weiter.

Die vordere Trachee tritt gegen die hintere nach innen zu ein wenig zurück, denn indem ihre innere Wand sich an die benachbarte hohe Tympanalleiste lehnt, macht die Trachee in toto deren bogenförmige, dem Trommelfellrande entsprechende Biegung mit. Von vorn betrachtet hat dieser Abschnitt daher eine bohnenförmige Gestalt, während speziell die äußere Wandfläche, soweit sie den Sinnesapparat trägt, eine unverkennbare Ähnlichkeit mit der Cristafläche der Locustidentrachea, die schon von Siebold als „kahnförmig“ bezeichnet wurde, erhält. Ich will aber auch hier noch einmal betonen, daß diese Tragefläche wohl von oben nach unten in ihrer Längsrichtung sanft und gleichmäßig einwärts gebogen ist, doch nicht etwa außerdem noch in der Querrichtung eine muldenförmige Vertiefung trägt; sie zeigt sich im Querschnitt als ganz grade Linie und ist gewissermaßen zwischen der hinteren Trachee und der vorderen Beinwand, mit denen ihre Seitenwände verwachsen sind, ausgespannt. Die vordere Tracheenwand liegt oben dicht an dem vorspringenden Chitinwulst, aus dem die Tympanalleisten hervorgehen, und hält sich fernerhin bis zur unteren Tympanalleiste in einer Entfernung von der vorderen Beinwand, die durch die mittlere Höhe des nach außen abgeschrägten Chitinwulstes (ca. 80 μ) gegeben ist. An die untere Leiste preßt sich die hier stark chitinisierte Wand so fest, daß die beiden Matrixlagen nicht mehr nachweisbar sind, und macht sich dann unterhalb derselben wieder von der Beinwand frei.

Von der unteren Tympanalleiste bis hinauf zu dem Chitinwulst ist nun die vordere Tracheenwand mit dem Integument und dem hier eingeschalteten kleinen Trommelfell verbunden. Der breite Zwischenraum wird durch die verwachsenen und fädig ausgezogenen Matrixzellen überbrückt (Taf. V, Fig. 26 S). Dieser Befund ist insofern wertvoll, als er uns erkennen läßt, daß das Suspensorium nicht allein im Bereiche des Trommelfelles ausgebildet ist, wie aus den Angaben Grabers (1875, p. 31) und Herbig's (p. 702 und 705) entnommen werden könnte, um hier vielleicht zwecks Ausschaltung des kleinen Trommelfelles als dämpfendes Polster zu dienen, sondern daß es vielmehr, ohne Rücksicht auf die eventuellen Vibrationen des Tympanums, über dieses hinwegläuft und vor allem dazu bestimmt ist, die äußere, das nervöse Organ tragende Wand der vorderen Tympanaltrachee in Spannung zu halten und damit erst eine gleichmäßige Erschütterung derselben zu ermöglichen. Es ist ferner sehr wahrscheinlich, daß durch die Befestigung mittelst elastischer Fäden die Schwingungsfähigkeit der Tracheenwand eine außerordentliche Zunahme erfahren hat.

Ich habe es bisher im Interesse der Verständlichkeit meiner Ausführungen unterlassen, ein Gebilde namhaft zu machen, welches die beschriebenen Verhältnisse doch noch etwas kompliziert. Wir finden nämlich gegenüber dem vorderen Trommelfell und parallel

zu ihm, teils der vorderen Tracheenwand anliegend, zum größten Teil aber ihre Kante bortartig nach außen überragend, ein scheibenförmiges, an seiner Oberfläche mit leichten, unregelmäßigen Aus- und Einbuchtungen versehenes Körperchen, das wir als Trachealkörperchen bezeichnen wollen (Taf. V, Fig. 26 und 27 TrK). An der Stelle, wo es an der Trachee liegt, ist deren vordere Wand medianwärts etwas eingebuchtet. Von vorn betrachtet, zeigt es eine breit elliptische Fläche, deren vertikal gerichtete Längsachse $140\ \mu$ und deren Querachse $110\ \mu$ mißt. Der Dickendurchmesser des Körperchens ist nicht genau anzugeben, weil es an der Trachee sehr dünn ist und dann nach außen zu kräftig anschwillt, doch wird es nicht breiter als $40\ \mu$. Sein äußerer freier Rand ist schön gerundet. Distal berührt es die untere Tympanalleiste, vom oberen Trommelfellrande ist es noch reichlich $100\ \mu$ entfernt.

Bei der histologischen Untersuchung gibt sich das Körperchen als ein Auswuchs der Trachee zu erkennen. Es besteht aus einer absolut homogenen Masse, die, soweit sie nicht der Trachee anliegt, von einem einschichtigen Epithel umkleidet wird, welches an der Basis aus der Tracheenmatrix hervorgeht. Zwischen der Tracheencuticula und dieser Masse ist weder eine Zellschicht noch sonst eine Grenzmembran nachweisbar. Wir dürfen uns daher die Entstehung des Körperchens so denken, daß die homogene Masse von der Matrix ausgeschieden und diese dadurch von ihrer Cuticula blasenartig abgehoben wird.

Einschaltend will ich bemerken, daß die Masse eine gar nicht zu bezweifelnde Übereinstimmung mit der bei dem Acridierendorgan besprochenen „hyalinen Zwischensubstanz“ zeigt und mir einen erfreulichen Beweis für die Möglichkeit meiner dort ausgesprochenen Ansicht liefert, nach welcher diese Substanz als ein Ausscheidungsprodukt ektodermaler Zellen anzusehen sei.

Da also das die Bekleidung darstellende Epithel des Trachealkörperchens zugleich die Matrix der Trachee repräsentiert, so nimmt es uns nicht wunder, daß das Körperchen, wie ich ergänzend zu meinen obigen Ausführungen hervorheben muß, vom Suspensorium nicht etwa übersprungen wird, sondern daß fast seine ganze laterale Fläche mit dem Trommelfell durch die bekannten Fasern verbunden ist (Taf. V, Fig. 27 S).

Was seine Konsistenz betrifft, so ist schon daraus, daß es dem Mikrotommesser nicht den geringsten Widerstand bietet, zu schließen, daß es relativ weich sein muß. Unter der binokulären Lupe (von dem auf Kork festgesteckten Beine ist die äußere Wand leicht abgelöst) hebt es sich neben der silberglänzenden Trachee als milchweißes Gebilde ab, welches der berührenden Nadel ausweicht, aber schon bei leichtem Druck zerquetscht wird. Hierbei hatte ich die Empfindung, als ob es die Konsistenz von hartem Paraffin habe.

Auch Herbig (p. 724) erwähnt die in Rede stehende Bildung mit einigen Worten. Er bezeichnet sie als „eine Chitinwand, die sich zwischen kleines Tympanum und die vordere Fläche des endolymphatischen Organes (d. i. das tracheale Nervenendorgan) einschleibt“, um zu verhindern, daß die Schallwellen, welche das kleine Tympanum treffen, weitergeleitet werden. Ohne mich nun in physiologische Hypothesen verlieren zu wollen, kann ich nicht umhin, diese letztere Annahme als sehr wenig stichhaltig zu bezeichnen, denn daß die Natur hier erst ein Trommelfell konstruiert und dann eine Wand davor baut, damit es nicht in Aktion treten kann, ist kaum zu vermuten, am wenigsten bei den sonst so eminent zweckmäßig eingerichteten Insekten. Bei näherer Betrachtung der Sachlage möchte

ich der Vermutung Raum geben, daß das Körperchen, durch die vom hinteren Trommelfell hergeleiteten Vibrationen der vorderen Trachee in Mitschwingung versetzt, im stande ist, eine Erschütterung der Blutsäule zu erregen, die das tracheale Nervenendorgan mit seinen am unteren Ende zwischen Trachee und äußerer Beinwand ausgespannten Endschläuchen seitlich treffen muß. Wollen wir aber zugestehen, daß das Körperchen diesem Zwecke dient, so finden wir eine ebenso einfache wie ansprechende Erklärung für die anscheinend zwecklose Bildung des vorderen Trommelfelles: Bei der bekannten Befestigungsart des Körperchens am Integument würde seine Schwingungsfähigkeit, auch wenn wir die Elastizität der Matrixfasern in Betracht ziehen, sehr minimal sein, wenn die fragliche Integumentpartie unnachgiebig wäre. Daher mußte die Stelle der Beinwand, die mit dem Körperchen in Verbindung steht, zu einer elastischen, trommelfellähnlichen Membran werden, die schon aus dem Grunde nicht befähigt sein kann, in höherem Maße als das übrige Integument von außen kommende Schallwellen nach innen weiter zu leiten, weil eine Trommelfelhöhle fehlt. Die Berechtigung meiner Schlußfolgerungen läßt sich vielleicht durch die Untersuchung von Grillenformen klarstellen, deren vorderes Tympanum annähernd ebenso groß ist wie das hintere; Graber (1875, p. 11) macht als solche einige Gattungen der Oecanthiden namhaft.

Aus dem oberen Ende der vorderen Tympanaltrachee geht der aufsteigende Ast (Taf. V, Fig. 26 aA, Textfig. 14) breit und ohne Absatz hervor. Der Übergang kennzeichnet sich dadurch, daß die äußere freie Wand der Tympanaltrachee, welche bekanntlich in proximaler Richtung nach außen hervortritt, plötzlich in einem fast rechten Winkel nach innen zurückweicht und so eine stark nach außen vorspringende, für die Lagerung des nervösen Organes wichtige Kante bildet (Taf. VI, Fig. 26 oK). Der schnell und gleichmäßig enger werdende Ast liegt zuerst zwischen der Stammtrachee und dem Chitinwulst, und da er noch einen Teil des nervösen Organes zu tragen hat, ist er mit beiden seitlich verwachsen, und seine Außenwand ist abgeplattet. Er steigt dann, immer unscheinbarer werdend, an der vorderen Beinwand zwischen dieser und dem Tracheenstamm nach innen zu aufwärts und mündet im Kniegelenk seitlich in denselben. Sein Anfangsteil ist sehr stark chitinisiert, je weiter nach oben, um so schwächer wird die Wandung. Im oberen Abschnitt ist der Ast meist völlig kollabiert.

b) Die Nervenendapparate.

1. Allgemeine Übersicht.

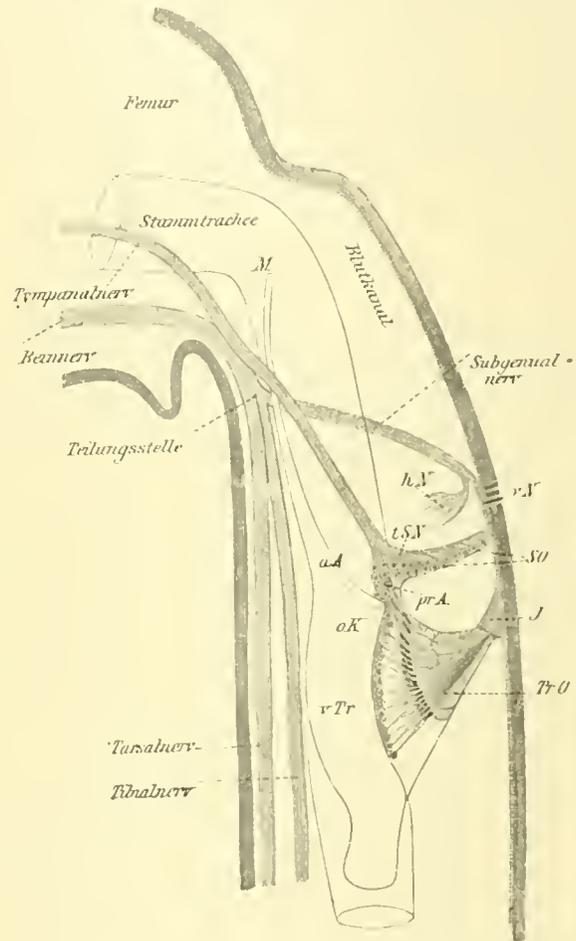
Wir suchen bei den Grillen vergeblich nach der Übersichtlichkeit des Sinnesorganes, die uns bei den Locustiden in stand setzte, eine genaue Trennung und Formbeschreibung der einzelnen Abschnitte zu geben. Wüßten wir nicht, daß das Subgenualorgan schon vor der Tympanalbildung und dem tympanalen Endschlauchkomplex bestanden hat, und würden uns die teilweise homologen und scharf abgesetzten Organformen der Locustiden unbekannt sein, wir würden sicher, wie es Graber gemacht hat, den ganzen Apparat als ein zusammengehörendes, in zwei Zipfel ausgezogenes Organ auffassen, so dicht folgen die Endschläuche

aufeinander. Nur durch ein genaues Studium der Verzweigung der Sinnesnerven können wir uns einen Einblick in die Zusammensetzung des Organes verschaffen und damit auch ein Verständnis für die genetische Beurteilung der beiden Abschnitte anbahnen, die wir nicht mit Rücksicht hierauf, sondern auf ihre Lagerung resp. auf die an zwei auseinanderliegenden, circumscribten Stellen der Beinwand bestehende Insertion dieser Endschlauchgruppen zu unterscheiden genötigt sind. Wir bezeichnen sie als Subgenualorgan und als Trachealorgan, und ich will gleich zur Erläuterung des obigen Satzes hinzufügen, daß nach den Er-

Halbschematische Figur der Verzweigung der Nerven und der Trachee im oberen Abschnitt der Tibia sowie der Lagerung der Endorgane von vorne gesehen.

- r Tr* vordere Tympanaltrachee.
o K ihre obere Kante.
a A aus der Tympanaltrachee entspringender aufsteigender Ast.
M seine Mündung in die Stammtrachee.
r N u. *h N* vorderer und hinterer Ast des Subgenualnerven.
t S N Subgenualast des Tympanalnerven.
S O Subgenualorgan.
Tr O Trachealorgan.
pr A dessen proximaler Abschnitt.
J Insertionsstelle des Trachealorgans.

Textfig. 14.



gebnissen meiner Untersuchung der proximale Abschnitt des Trachealorgans entweder aus dem Subgenualorgan hervorgegangen ist, oder daß wir in ihm ein Homologon des Zwischenorganes der Locustiden zu sehen haben, mit anderen Worten, daß das äußerlich einheitliche Trachealorgan aus zwei genetisch zu sondernden Abschnitten besteht.

Das Subgenualorgan (Textfig. 14 u. 15 *SO*) vorderer Endorganabschnitt Grabers, proximale Endschläuche Herbig's) liegt innerhalb der Tympanalregion über den Tympanaltracheen. Es ist als eine zarte, aus einer einschichtigen Lage von Endschläuchen bestehende Lamelle in fast horizontaler Richtung zwischen der äußeren Wand der Stammtrachee und der Beinwand ausgespannt und bildet so eine den Blutkanal fast vollständig trennende

Scheidewand. Seine Sinneszellen liegen in der bekannten Weise im Bogen am Integument. Die Anheftungsstelle der Endschläuche befindet sich an der hinteren Beinseite. Die Innervierung erfolgt durch zwei Nerven, den Subgenualnerven und den Subgenualast des Tympanalnerven.

Das Trachealorgan (Textfig. 14 TrO) (hinterer Endorganabschnitt Grabers, distale Endschläuche Herbig's) bedeckt die äußere Wand der vorderen Tympanaltrachee sowie des Anfangsteiles ihres aufsteigenden Astes vom Subgenualorgan ab bis ungefähr zur Mitte des kleinen Trommelfelles. Die in mehreren unregelmäßigen Reihen nebeneinander liegenden Endschläuche legen sich zu einem kegelförmigen Körper zusammen, welcher von einer Deckmembran umhüllt, frei nach außen in den Blutkanal hineinragt und einen verhältnismäßig dünnen und runden Insertionsstrang bildet, mit dem er sich an die äußere Beinwand anheftet. Die Innervierung geschieht allein durch den Tympanalnerven.

2. Verlauf der Sinnesnerven.

Der Subgenualnerv. Unmittelbar unter dem Kniegelenk teilt sich der Nervenstamm, welcher an der Beugeseite hinstreichend aus dem Femur in die Tibia tritt, in drei Äste: den Tibial-, den Tarsal- und einen etwas schwächeren, rein sensorischen Nerven (Textfig. 14). Die beiden ersteren verlaufen fernerhin im Muskelkanal (Taf. V, Fig. 27 TibN und TarsN) und haben als motorische Nerven für uns weiter kein Interesse. Der sensorische Nerv spaltet sich sofort wieder in zwei ziemlich gleich starke Äste, von denen sich der eine distal wendet, am Integument und am äußeren Rande des großen Trommelfelles (Fig. 27 JN) nach unten verläuft und die zahlreichen Hautsinnesorgane der hinteren und teilweise der vorderen Beinwand bis zum unteren Trommelfellende hin versorgt. Der zweite Ast ist der Subgenualnerv (Taf. V, Fig. 26 SN). Dieser von Adelung bei den Locustiden zuerst beobachtete Nerv ist bei den Grillen bisher übersehen worden. Der 15 μ dicke Nerv hat denselben Verlauf wie der homologe Subgenualnerv der Locustiden. Er zieht an der hinteren Beinwand in distaler Richtung schräg nach unten und außen, bis er dicht über dem Subgenualorgan die Mitte der äußeren Beinwand erreicht. Hier teilt er sich in zwei Zweige, mit denen er den ganzen äußeren Abschnitt des Subgenualorgans sowie sämtliche in dieser Partie des Integumentes liegenden Hautsinnesorgane innerviert. Der eine Zweig (Fig. 26 vSA) läuft nach vorn an der am Integument liegenden subgenualen Sinneszellenreihe entlang, während sich der andere (hSA) nach hinten zu an der Hypodermis flächenartig ausbreitet und an ein Polster subintegumentaler und integumentaler Sinneszellen tritt, die einerseits den hinteren Endschläuchen des Subgenualorgans, andererseits den Sinneshaaren angehören. Gerade an der Teilungsstelle des Nerven fällt unter den zahlreichen Sinneshaaren, durch deren Poren das Integument an dieser Stelle geradezu siebartig durchbohrt wird, besonders eine über 2 mm lange feine, solide Borste auf, die äußerst biegsam, an der Basis aber wenig beweglich ist und immer senkrecht wie ein Spieß vom Beine absteht (Textfig. 13). Die große Zahl von Sinneszellen, die dieser nie fehlenden Borste angehören, scheinen auf eine große Druckempfindlichkeit hinzudeuten. Es ist zu vermuten, daß die Borste speziell als Schutzorgan der Tympana dient.

Der Tympanalnerv (Fig. 26 TN) verläuft in der vorderen Beinregion. Ich habe ihn als selbständigen Nerven bis zum proximalen Ende des Femur verfolgen können. Im Femur zieht er in gradem Verlaufe längs der Trachee hin und legt sich dann im Kniegelenk, mehr nach der Beugeseite zu, stark abgeplattet an die Matrix des Integumentes. Unterhalb des Gelenkes macht er sich wieder frei und läuft nun (19 μ dick) neben dem aufsteigenden Tracheenast, von dem er sich allmählich entfernt, ein wenig schräg nach unten und außen in grader Richtung nach dem vorderen Ende des subgenualen Sinneszellenbogens, welches dicht über den vorspringenden Chitinwulst der vorderen Beinwand zu liegen kommt (Textfig. 15). Auf diesem Wege befindet er sich frei im Blutkanal und behält in seinem ganzen Verlaufe das gleiche Kaliber.

Bei der nun folgenden Aufzweigung des Tympanalnerven tritt eine solche Unmenge kleiner, die Untersuchung außerordentlich erschwerender Hüllzellen auf, daß er neben dem Subgenualorgan plötzlich stark verbreitert erscheint, eine Eigentümlichkeit, die Graber (1875, p. 46) als „Ganglionknopf“ beschreibt. Die Hüllzellen gehören jedoch zum größten Teil den zahlreichen dicht an den Nerven gedrängten Endschläuchen und deren Hüllsubstanz an.

An das Subgenualorgan gibt der Nerv einen starken Ast ab, den Subgenualast (Fig. 26 tSN). Dieser wendet sich ziemlich rechtwinklig zum Stamme nach außen und läuft über den vorderen Abschnitt der Sinneszellenreihe hinweg dem vorderen Ast des Subgenualnerven entgegen. Wie mir scheint, versorgt er die Sinneszellen nur soweit, wie sie an der vorderen Beinwand liegen.

Von der Abzweigung des Subgenualastes ab treten aus dem Stamme nach allen Seiten Nervenfasern heraus an eine Gruppe distal gerichteter Endschläuche, die schon dem Trachealorgan angehören. In dieser Weise zieht der Nerv, bedeckt von den Endschläuchen, schräg nach unten, hinten und außen der noch ca. 90 μ entfernten oberen, knieförmigen Kante der vorderen Tympanaltrachee zu und teilt sich, ehe er dieselbe erreicht, in zwei gabelförmig auseinandergehende Endausläufer; wir wollen sie als vorderen und hinteren Trachealnerv bezeichnen.

Der vordere Trachealnerv (Fig. 26 vTrN) wendet sich direkt nach unten und verläuft dann, analog dem Cristanerven, auf der Außenwand der Trachee, in einiger Entfernung von ihrer vorderen Kante bis zum unteren Ende des Trachealorgans herab. Da er kontinuierlich Fasern an die daneben liegenden Sinneszellen abgibt, so wird er nach unten zu gleichmäßig dünner. Seine letzte Faser tritt ca. 200 μ unterhalb der oberen Tracheenkante, 85 μ distal vom oberen Ende des Trachealkörperchens an den untersten Endschlauch (Textfig. 16).

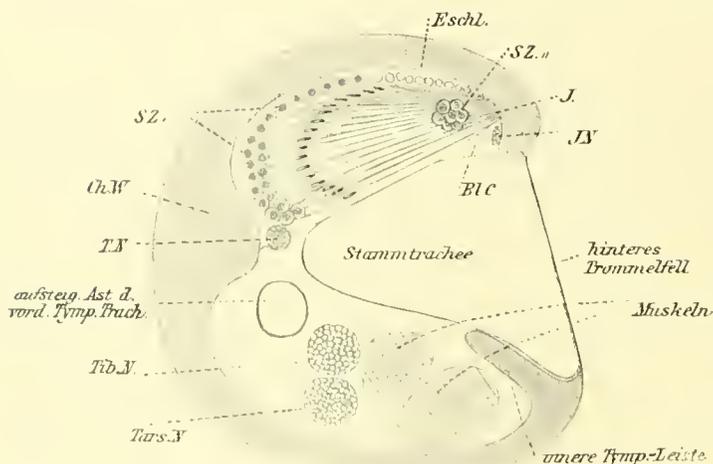
Der hintere Trachealnerv (Fig. 26 hTrN) läuft in direkter Fortsetzung des Stammes mit einer geringen Biegung nach der hinteren Kante der vorderen Tympanaltrachee, reicht aber nur etwas über die Mitte der Tracheenspaltung hinaus. Trotz seiner Kürze umfaßt er doch sehr viel Nervenfasern, denn er speist eine große Anzahl von Sinneszellen, die ihm in seinem ganzen Verlaufe dicht gedrängt aufsitzen.

Die früheren Mitteilungen über den Tympanalnerven sind ebenso dürftig wie unzutreffend. Nach Herbig (p. 708) „entspringt er dicht unter dem Knie und verläuft eng an der großen Trachee schräg nach außen, um sich gegenüber der ersten Vereinigung der

beiden Luftrohre, nachdem er vorher noch etwas angeschwollen ist, in zwei Ganglienarme aufzulösen“. Zu der Beschreibung Grabers (1875, p. 54) bemerke ich, daß sich der Nerv bei der Feldgrille in keiner Weise anders verhält als beim Heimchen.

3. Das Subgenualorgan.

Die Lagerungsweise des Subgenualorgans haben wir bei den Locustiden zur Genüge kennen gelernt. Auch die Formunterschiede sind unbedeutend und leicht verständlich, denn die etwas abweichende Gestalt und Stellung des Grillenorgans ist hauptsächlich auf seine schwächere, weniger Raum beanspruchende Ausbildung zurückzuführen. Es liegt, wie schon bemerkt wurde, intratympanal in der Höhe des Chitinwulstes der vorderen Beinwand und „füllt den Raum zwischen großer Trachee und äußeren Beinseite fast vollständig aus, nur eine kleine, dreieckige Pyramide zwischen der Tracheenwandung und einem Teil der Hypodermis freilassend“ (Herbig p. 711). Diese Angabe ist so zu verstehen, daß der Rand des



Subgenualorgan im Beinquerschnitt von oben gesehen.

- BIC Blutkanal.
 Eschl Gruppe distal gerichteter, an der Hypodermis liegender Endschläuche, deren Sinneszellen mehr proximal liegen (vgl. Taf. V, Fig. 28 SZ III).
 Ch.W Chitinwulst der vorderen Beinwand.
 J Insertionsstelle der Endschläuche.
 JN Integumentaler Nerv.
 SZ I Sinneszellenreihe des eigentlichen Subgenualorgans.
 SZ II Gruppe scopolophorer Sinneszellen auf den Endfasern.
 TN Tympanalnerv.

Textfig. 15.

scheidewandartig in fast horizontaler Stellung im Blutkanal ausgespannten Organes ringsum mit der Beinwand und innen mit der Trachee kontinuierlich verwachsen ist und sich nur an der hinteren Beinseite, da wo die äußere Wand der Trachee an den Trommelfellrand tritt, von ihr löst. Hierdurch entsteht eine kleine dreieckige, von der Trachee, der Trommelfelleinfassung und dem Organrande begrenzte Öffnung (Textfig. 15 BIC) zum Durchtritt des Blutes und des integumentalen Sinnesnerven. Es ist jedoch zu erwähnen, daß trotz der engen Verbindung des Organes mit der Trachee, der innerste, der Tracheenwand parallel laufende Endschlauch immer noch 30 μ von ihr entfernt liegt; die Befestigung wird allein durch die Organhülle hergestellt.

Wie bei den Locustiden durch die Einschlebung des Zwischenorgans eine Entfernung des Subgenualorgans von der vorderen Beinwand erzielt wurde, so wird es bei den Grillen durch den Chitinwulst nach innen gedrängt. Neben diesem liegt das vordere Ende der subgenualen Sinneszellenreihe, die von hier aus, in proximaler Richtung etwas ansteigend, nach der äußeren Beinwand läuft und an ihr weiter nach hinten bis zur Teilungs-

stelle des Subgenualnerven zieht. Weiter nach der Anheftungsstelle zu liegen die Sinneszellen nicht mehr in geordneter Reihe. Außen bilden sie eine einfache, vorn eine Doppelreihe; von dem „retortenförmigen, dicht und regellos gelagerten“ Sinneszellenhaufen der Vorderseite, den Graber und Herbig beschrieben haben, gehört ein Teil nicht mehr dem Subgenualorgan an. Herbig hat z. B. in seiner Fig. 15 (Taf. XXX) in den „proximalen Gangliennarm“ 35 Zellen eingezeichnet, obwohl er konstatiert hat, daß nur 20 subgenuale Endschläuche vorhanden sind.

Die Anheftungsstelle der Endschläuche befindet sich an der hinteren Beinwand und liegt höher als die Sinneszellen. Sie nimmt eine schmale, $60\ \mu$ lange Integumentpartie ein, die in der Höhe des Trommelfellendes beginnt und schräg von oben und außen nach unten und innen liegt (Textfig. 15 J).

Die Endschläuche (Taf. V, Fig. 28) laufen anfänglich alle eine kurze Strecke in distaler Richtung am Integument entlang, biegen dann gleichzeitig nach dem Beinlumen um und wenden sich, in einer Schicht nebeneinander liegend, in gradem Verlaufe ihrer Anheftungsstelle zu. Die freie Fläche des Organes steigt demnach von vorn nach hinten zu etwas an und außerdem macht sie (nicht die einzelnen Endschläuche) eine leichte Drehung in dem durch die Richtung der Anheftungsstelle gegebenen Sinne aus der horizontalen Lage seiner vorderen Region in eine nach hinten immer deutlicher werdende Schrägstellung.

Mit diesem regelmäßigen Endschlauchsystem ist der Vorrat an scolopoferen Endorganen, die dem Subgenualorgan zuzurechnen sind, nicht erschöpft. Wir finden außerdem noch eine kleine Gruppe von Sinneszellen, die merkwürdigerweise im Organ selbst, in nächster Nähe der Anheftungsstelle, auf der proximalen Seite der zu Endfasern ausgezogenen Kappenzellen und zwischen den von Adelson so bezeichneten accessorischen Zellen liegen (Taf. V, Fig. 28 und Textfig. 15 SZ_{II}). Ihre Endschläuche sind sehr kurz und unregelmäßig gelagert und inserieren gemeinsam mit den anderen an der hinteren Beinwand. Wie diese Endschläuche innerviert werden, habe ich nicht eruieren können.

Ferner ist mir über dem oberen Ende der Anheftungsstelle und etwas nach außen von derselben ein ungeordneter Komplex von Sinneszellen aufgefallen, die mit dem Fasergeflecht des hinteren Astes des Subgenualnerven in Verbindung stehen. Aus ihnen geht eine Anzahl schwach entwickelter scolopoferer Endschläuche hervor, die, teilweise völlig gestreckt, in distaler Richtung an der Beinwand entlang laufen, so daß das stiftförmige Körperchen vertikal steht (Taf. V, Fig. 28 SZ_{III}). Nach vorne zu suchen sie Anschluß an die horizontal verlaufenden Endschläuche zu nehmen. Es ist wahrscheinlich, daß diese Endschlauchgruppe dem von mir aufgefundenen subgenualen Nebenorgan der Locustiden homolog ist (Textfig. 15 Eschl.).

Die Untersuchung der histologischen Verhältnisse des Subgenualorganes ergibt eine auffallende, aber nicht unerwartete Identität mit dem Locustidenorgan. Vergleichen wir die beiden Figuren 21 (Taf. IV) und 28, so erscheint uns eine neue Beschreibung unnötig, doch will ich wegen der Bedeutung des Gegenstandes, und um einige Unterschiede hervorheben zu können, eine kurze, zusammenfassende Übersicht geben.

Das Organ besteht aus den Endschläuchen, den accessorischen Zellen und der Organhülle.

Was die Endschläuche betrifft, so birgt die von zahlreichen flachen Hüllzellen (Fig. 28 HZ) bedeckte Sinneszelle (SZ₁) einen 10 μ dicken, kugeligen Kern. Im distalen Ende ihres sehr schmalen (3—4 μ) terminalen Fortsatzes liegt das stiftförmige Körperchen (StfK) und an dessen Basis die bislang nie vermißte Vakuole (V), welche hier ebenso deutlich ist wie in allen bisher beschriebenen Endschläuchen. Der Fibrillenapparat ist, soweit ich ihn verfolgen konnte (die Grillen erwiesen sich als ganz ungeeignet zu diesen Studien), genau so konstruiert wie bei den übrigen Orthopteren, insbesondere gilt dies von seinem Verhältnis zu dem stiftförmigen Körperchen.

Aus den Hüllzellen geht ein dünner Fasermantel hervor (fBst), der den Fortsatz bis zur Vakuole umscheidet.

Die große ellipsoide Umhüllungszelle (UZ) (26 μ lang, 11 μ breit) greift in proximaler Richtung viel weiter über den Fasermantel hinweg, als wir bisher kennen gelernt haben. Sie überzieht den terminalen Fortsatz diesseits der Vakuole dicht am Fasermantel als eine feine zweite Hülle, wie mir scheint bis zur Sinneszelle hin. Gegen die Kappenzelle grenzt sie sich durch einen deutlichen, querverlaufenden Kontur ab, sie dringt aber zentral mit dem Stift in die Kappenzelle ein. Ihr 6 μ dicker, kugliger und dunkel granulierter Kern (UZK) liegt neben der Vakuole. In dem sehr hellen Protoplasma der Umhüllungszelle bekommen wir zum ersten Male eine dichte körnige Masse (Gr) zu sehen, die vor der Kappenzelle um den Stift herum liegt; ihre Bedeutung kann ich mir nicht erklären.

Die Kappenzelle (KZ) ist zu einer langen, immer dünner werdenden Endfaser (EF) ausgezogen, welche aus vielen feinen, parallel verlaufenden Fibrillen besteht. Der längliche (12 μ), dunkle Kern (KZK) liegt nicht weit vom Stiftkopf zwischen den Fäden der Endfaser. Bei den Grillen kann ich mit Bestimmtheit behaupten, daß der zuerst von Graber angenommene zweite Kern, der sogen. Faserkern, nicht vorhanden ist; dem Kappenzellkern ähnliche Gebilde, die den accessorischen Zellen angehören, finden sich oft zwischen den Endfasern. Die in Frage stehenden „Faserkerne“ der Locustiden werden wohl ebenso zu deuten sein.

Die Arbeit Herbig's liefert zu der bekannten Graberschen Auffassung vom Bau der Endschläuche und ihrer Elemente nur insofern etwas Neues, als in ihr der Grenzkontur zwischen Umhüllungs- und Kappenzelle annähernd richtig angegeben ist. Im übrigen stimmt Herbig mit Graber „selbst in gewissen feinsten Einzelheiten“ überein. Er schreibt (p. 712): „Ein jeder Schlauch setzt sich aus mehreren Zellen zusammen, doch läßt sich die Zahl dieser, da Zellgrenzen fehlen, nur aus den vorhandenen drei Kernen, den Wurzelkern (Umhüllungszellkern), Gipfelkern (Kappenzellkern) und Faserkern erschließen.“ Auch die Grabersche „Binnenblase“, die das stiftförmige Körperchen einschließen soll, hat Herbig von neuem gefunden.

Auf der oberen Fläche der dicht nebeneinander verlaufenden Endfasern treten uns wieder die accessorischen Zellen (Fig. 28 accZ) in derselben Form und Anordnung entgegen wie bei den Locustiden. Ich habe meiner früheren Beschreibung (p. 96) nichts hinzufügen. Herbig (p. 716) bezeichnet dieses Zellpolster als „Nebenorgan“, weil seiner Ansicht nach „die Zellen den Zweck haben, die durch Schallwellen in Schwingung versetzten Endschläuche wieder in die Ruhelage zurückzubringen und zwar dadurch, daß dieselben an die darüber gelegenen accessorischen Zellen anschlagen.“

Die Organhülle (HMbr) ist an der distalen Fläche sehr schwach ausgebildet, ich habe sie nur unter der Endfaserzone mit Sicherheit nachweisen können, während die proximale Endschlauchzone nach unten gegen den Blutraum nicht abgegrenzt zu sein scheint. Die Stelle der hyalinen Zwischensubstanz wird daher von Blutflüssigkeit eingenommen. Auf der Oberseite ist die mit den accessorischen Zellen innig verwachsene Hülle, wohl zum Schutze gegen den in zentrifugaler Richtung stärker wirkenden Blutdruck, zu einer kräftigen Membran geworden, auch ist sie am Rande des Organes, bei ihrem Übergang in die Basalmembran der Beinwand und der Trachee, mit den benachbarten Matrixzellen durch besondere Fäden fest verbunden. Die Sinneszellen liegen mit Ausnahme der erwähnten kleinen Gruppe II außerhalb der Hüllmembran; von den Endschläuchen wird sie einfach durchbohrt, ohne daß sie zu deren Hüllen in Beziehung träte.

4. Das Trachealorgan.

Der anatomische und physiologische Zusammenhang dieses Endorganabschnittes mit der Tympanaltrachee ist ein so inniger und er gleicht hierin so sehr der Crista der Locustiden, daß ich es für richtig halte, ihm die obige, von Graber (1882, p. 105) auch für die Crista gebrauchte Bezeichnung beizulegen. Herbig beanstandet diesen Namen, weil das Organ gleichzeitig „in einem tropfbar-flüssigen Medium gelegen ist“ und meint, daß statt dessen die Bezeichnung „endolymphatisches Organ“ angebracht sei. Aber es ist doch selbstverständlich, daß das Organ, wie alle anderen, von Blut umspült sein muß, denn in der Trachee wird es doch niemand suchen, während die Anlehnung seiner Endschläuche an die Tympanaltrachee ein besonderes Charakteristikum darstellt. Und nun gar dieses völlig deplazierte Suchen nach Analogien mit dem Ohr der Wirbeltiere. Man denke: Endolympe im Beine einer Grille!

Es ist leicht begreiflich, daß es V. Graber bei der Mangelhaftigkeit seiner Präparationsmethoden nicht gelungen ist, in die außerordentlich unübersichtliche Anordnung der gedrängt liegenden trachealen Endschläuche einen befriedigenden Einblick zu gewinnen. „Wie es eigentlich mit dem hinteren Horn bestellt ist,“ so sagt er (p. 52), „ist mir noch immer nicht ganz klar geworden, doch ist zu ersehen, daß es der Außenwand der Vordertrachee anliegt, und daß sein Fasersystem einen besonderen Anheftungspunkt haben muß.“ Er zeichnet dann in seiner Fig. 59 (Taf. IV) diesen Anheftungspunkt ganz richtig an der äußeren Beinwand, der vorderen Trachee gegenüber. Ferner meint er weniger zutreffend (p. 47), daß „das hintere Horn des Ganglions an Endschläuchen und daher auch an Ganglienzellen ärmer als das vordere sei, indem hier die Nervenendigungen nicht so hart aneinander liegen“, und gibt an, nur 20 gezählt zu haben, gegen 35 des vorderen Teiles. Herbig bezeichnet das Hinterhorn Grabers als distalen Ganglienarm und sagt von diesem (p. 709), daß er „einen leichten Bogen von vorn nach hinten und außen macht, um dann, längs der Außenwand der kleinen Tympanaltrachee verlaufend, sich nach unten allmählich zu verschmälern und etwas oberhalb der Mitte der Tympanalregion sein Ende zu erreichen“. Besser erkennen wir aus seiner Fig. 7 dGgla (Taf. XXIX), daß er sich das distale Ganglion als regellosen Zellhaufen vorstellt, welcher an der bezeichneten Stelle die Tracheenwand vollständig bedeckt. Von der Anordnung der Endschläuche bemerkt er nur (p. 717): „Sie

sind, dem unteren Ganglienarme entsprechend, ebenfalls in der Längsachse der Tibia fächerförmig ausgespannt und, zu einem Strange vereinigt, an der Hypodermis der Außenseite befestigt. Alle Endfasern streben von jeder Ganglienzelle aus einer trichterförmigen Durchbrechung des Nebenorganes zu und legen sich innerhalb dieser immer enger aneinander.“ Unter „Nebenorgan“ versteht Herbig ein nicht näher beschriebenes Zellkonglomerat, das in der angegebenen Weise die Endfasern zusammenhalten soll. Das ganze Organ soll dann, „von einer Membran nach allen Seiten abgegrenzt, ein völlig abgeschlossenes Ganzes bilden“. Die Flüssigkeit, welche den Raum unter der Deckmembran zwischen den Endschläuchen ausfüllt, wird von Herbig als Endolympe bezeichnet.

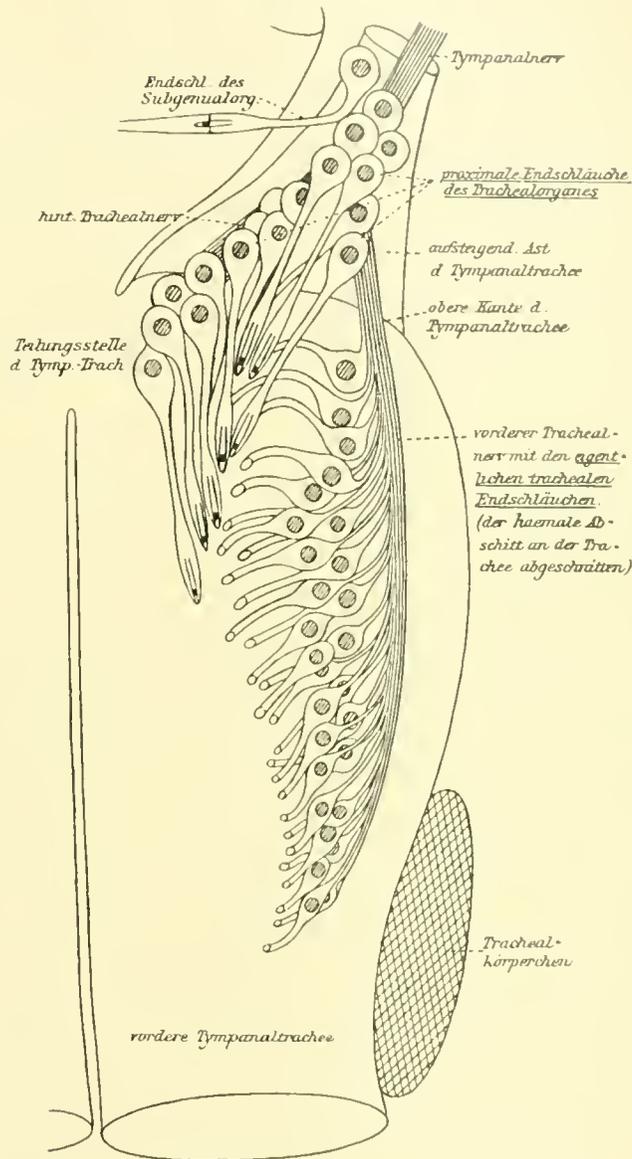
Dieser wenig ausreichenden und in vielen Punkten unzutreffenden Darstellung gestatte ich mir, im nachfolgenden meine Befunde gegenüberzustellen.

Die Form und Lage der trachealen Sinneszellenreihe ist durch den Verlauf und die Verzweigung des Tympanalnerven, den sie vom Subgenualorgan ab als ein aus meist zweireihig geordneten Zellen bestehendes Band begleitet, vorgezeichnet. Unter der Abzweigung des Subgenualastes liegen die Sinneszellen in einfacher Lage rings um den Nervenstamm herum, und da dieser sich dann noch über der oberen Tracheenkante an die äußere Wand der aufsteigenden Trachee lehnt, breiten sie sich gleichfalls auf derselben aus. Mit der Teilung der Nerven geht nun auch die Sinneszellenreihe gabelig auseinander. Die Fasern des hinteren, kurzen Trachealnerven bleiben nicht in einem Bündel beieinander, sondern sie lösen sich pinselartig auf, seine Sinneszellen dagegen bilden eine eng gelagerte Doppelreihe, welche in direkter Fortsetzung der vom Stamm ausgehenden oberen Sinneszellenreihe, ziemlich rechtwinklig zum vorderen Trachealnerven, schräg über die obere Tracheenkante hinweg nach hinten zeigt und dann ein wenig nach unten gebogen ist (Textfig. 16). Die zum vorderen Trachealnerven gehörende, ebenfalls zweizeilige Sinneszellenreihe beginnt erst an der oberen Trachealkante, etwa $25\ \mu$ nach der Teilung des Nerven; zwischen ihr und den proximalen Zellen bleibt ein Raum frei, der durch ein bis zwei Zellen auszufüllen wäre, wenn die Gabelform des Sinneszellenbandes vollständig sein soll (Textfig. 16). Sie liegt also ausschließlich auf der vorderen Tympanaltrachee und verläuft dicht hinter dem vertikal gerichteten Nerven als ein $200\ \mu$ langes Band nach unten. Mehr als die ganze hintere Hälfte der Tracheenwand, mit Ausnahme der kleinen oberen Partie, welche von den hinteren trachealen Sinneszellen bedeckt wird, bleibt zur Ausbreitung der Endschläuche des vorderen Trachealnerven frei.

Rekapitulieren wir die Anordnung der Sinneszellen, so haben wir ein oberes, schräg von vorn und oben nach unten und hinten, vom Subgenualorgan bis zur Teilungsstelle der Tympanaltrachee verlaufendes Band und ein zweites, welches nur auf der Tympanaltrachee in der Nähe der vorderen Kante und parallel zur Längsachse der Tibia liegt und von der oberen Tracheenkante bis etwa zur Mitte des Trachealkörperchens reicht. Die schwer zu ermittelnde Gesamtzahl der Sinneszellen und damit der Endschläuche beträgt ca. 60, von denen auf jeden Abschnitt die Hälfte zu rechnen ist.

Die komplizierte Lagerung der Endschläuche war ich erst im stande zu analysieren, nachdem ich erkannt hatte, daß die Endschläuche des vorderen Trachealnerven eine ganz andere Verlaufsrichtung haben als die übrigen und, soweit sie mit der Trachee Fühlung

haben, auch ganz scharf von ihnen zu sondern sind. Wir wollen mit Rücksicht hierauf am Trachealorgan zwei Abschnitte unterscheiden (Textfig. 16 :



Textfig. 16. Situs des Trachealorganes von außen gesehen.

1. den proximalen, welcher aus dem oberen, schräg liegenden Sinneszellenbande entsteht,
2. den eigentlichen trachealen Abschnitt, dessen Endschläuche vom vorderen Trachealnerven versorgt werden.

Der Unterschied liegt darin, daß sämtliche proximalen Endschläuche von Anfang an eine distale Richtung einschlagen und diese bis zu ihren

Kappenzellen beibehalten, während die eigentlichen trachealen, genau wie die Cristaendschläuche, erst eine kurze Strecke längs der Tracheenwand nach hinten laufen und dann nach außen umbiegen.

Der proximale Abschnitt besteht aus einem Bündel strahlig nach unten und etwas nach hinten gerichteter Endschläuche, die bis auf einige der oberen, welche gewissermaßen keinen Platz mehr auf der schmalen Wand des aufsteigenden Tracheenastes finden, alle eine Strecke lang, je nach ihrem Ursprunge, mit diesem oder mit der Tympanaltrachee verbunden sind und sich darauf von ihrer Unterlage in einer bestimmten Entfernung von der Stiftbasis in einem mehr oder minder spitzen Winkel frei nach außen abheben, ohne jedoch ihre distale Verlaufsrichtung zu ändern (Taf. V, Fig. 29 und Textfig. 16). Aber selbst die obersten Endschläuche machen sich erst an der oberen Tracheenkante frei, ihre scolopofere Zone liegt daher ausschließlich neben der Tympanaltrachee. Ob das Aufrichten nach einer bestimmten Regel geschieht, kann ich nicht sagen; bei den meisten Endschläuchen beträgt der Neigungswinkel ca. 45° .

Die Endschläuche gehen dann in den von Herbig als Nebenorgan bezeichneten Körper über, doch nicht in der von ihm beschriebenen Weise, denn dieser Zellkomplex bedeutet nichts anderes als die innig miteinander verbundenen Kappenzellen, eine Erscheinung, die uns lebhaft an den Kappenzellhaufen des Zwischenorganes der Locustiden erinnert.

Ein besseres Übersichtsbild gibt uns der eigentliche tracheale Organabschnitt (Taf. V, Fig. 30a und 30b und Textfig. 14 und 16), von dem man schon eher sagen kann, daß seine Endschläuche, wenigstens in der zwischen Beinwand und Trachee angespannten Partie, „fächerförmig“ angeordnet sind. Wie ich schon bemerkt habe, liegen sie anfänglich alle, analog den Cristaendschläuchen, strickleiterartig an der Trachee. Die oberen wenden sich dabei mehr proximal, die unteren in weit stärkerem Maße distal, manche verlaufen grade, andere, vorzüglich die oberen, in einem nach oben konvexen Bogen, und zuweilen überkreuzen sie sich. Die Länge dieser Endschlauchpartie nimmt von oben nach unten beträchtlich ab, ich habe sie beim obersten Endschlauch 40μ (exkl. Sinneszelle), bei einem der unteren 15μ lang gefunden. Wenn wir uns das Bild der proximalen Endschläuche vorstellen, welche zum großen Teil von der oberen Tracheenkante ab weit über die Tympanaltrachee herüberhängen, so ist es erklärlich, daß die ganze obere Region der in Rede stehenden eigentlichen trachealen Endschläuche von den proximalen überdeckt sein muß. Es wird uns dieses sowie die folgenden Ausführungen noch besser verständlich, wenn wir uns ferner erinnern, daß die Wand der Tympanaltrachee von der oberen Kante ab nach innen eingebogen ist.

Die an der Trachee einschichtig liegenden Endschläuche biegen weder in der Mitte der Wand nach außen um, noch so, daß sie in einer Reihe zu stehen kommen, wie es bei den Cristaendschläuchen der Fall war. Sie haben vielmehr die Tendenz, sich mit ihrer freistehenden Partie den in mehreren Reihen nebeneinanderstehenden proximalen Schläuchen anzuschließen, und es geschieht dieses so vollständig, daß es jetzt nicht mehr möglich ist, die beiden Gruppen voneinander zu trennen. Ihr ferneres Verhalten zeigt sich nun folgendermaßen: Nach ihrer im rechten Winkel erfolgten Umknickung oder besser Umbiegung, denn der Scheitel ist meist gerundet, schlagen die oberen Schläuche dieselbe Richtung ein wie

die proximalen. Die folgenden richten sich aber immer mehr auf, schon in der Mitte des Organes stehen sie horizontal nach außen und senkrecht zur Trachee, und die unteren sind von da ab sogar in zunehmendem Maße nach oben gerichtet (Taf. V, Fig. 30b).

Über die Lage der Endschläuche zueinander und die Totalform des Organes orientiert man sich am besten an sagittalen Längsschnitten, d. s. Organquerschnitte, die durch die Stiftzone oder noch weiter nach der Trachee zu geführt werden. In diesen Schnitten hat das Organ die Gestalt eines langgezogenen, schmalen und in der Längsrichtung gebogenen Dreiecks, dessen Basis oben und dessen Spitze unten liegt. Es wendet sich von oben erst in der Richtung der proximalen Endschläuche nach hinten, darauf in einer leichten Biegung nach vorn und nach dem Ende zu wieder etwas nach hinten. Die Endschläuche stehen ohne eine bestimmte Ordnung meist zu dreien nebeneinander, gegen das untere Ende hin zu zweien und die letzten in einfacher Längsreihe. Die bereits an der Basis dicht stehenden Endschläuche laufen alle nach ihrer Anheftungsstelle zu konvergierend zusammen, so daß sie in der Zone der Umhüllungszellen schon dicht gepreßt aneinander liegen.

Der distal von den Stiften liegende Endschlauchabschnitt des Gesamtorganes, die Zone der Kappenzellen, ist sehr umfangreich. Er umfaßt die Kappenzellen sämtlicher trachealer Endschläuche, von einer Trennung der Gruppen ist nichts mehr wahrzunehmen. Sein Gesamtbild ergibt einen 100 μ hohen Kegel, welcher mit 150 μ breiter Basis auf der Stiftzone ruht und dessen Spitze am Integument befestigt ist. Aus diesem Komplex großer, ungleich geformter und fest verbundener Zellen, die aber trotz ihrer unregelmäßigen Anordnung alle an der schmalen Insertionsstelle Anheftung suchen, sondern sich nur die Kappenzellen der untersten Endschläuche ab. Schon über der Mitte des eigentlichen trachealen Organabschnittes bemerkt man, daß sie allmählich länger und dünner werden, und bei den letzten 10 bis 12 Schläuchen sind sie dann in derselben Weise wie im Subgenualorgan zu langen Endfasern ausgezogen, die keine Zellbrücken mehr bilden, dagegen in möglichst gradem Verlaufe an die Anheftungsstelle treten (Fig. 30b EF).

Die Anheftungsstelle des Organes (Fig. 30b und Textfig. 14 J) liegt an der äußeren Beinwand, 130 μ unter dem Subgenualorgan und der Mitte der vorderen Tympanaltrachee gegenüber. Sie wird durch die untere, grade abgestutzte Fläche einer giebelartig vorspringenden, 30 μ hohen und ebenso breiten Matrixpartie dargestellt, deren Zellen sich zu einem dichten Bündel vertikal gerichteter Fasern umgebildet haben, die 60 μ weit nach oben hin zu verfolgen sind. Indem die Endfasern von unten an die Anheftungsstelle herantreten, verbinden sie sich mit den Matrixfasern, und wir erhalten so bei seitlicher Betrachtung eines Totalpräparates den Eindruck, als ob die Endschläuche am Integument hakenartig nach oben umbiegen.

Die Befestigung der Endschläuche auf der Trachee erfolgt durch zahlreiche Bindesubstanzzellen (Fig. 30a Kf), aus denen auch der feine Fasermantel des terminalen Fortsatzes der Sinneszellen hervorgeht. Ein Befestigungsapparat von der regelmäßigen Bauart, wie ihn die Crista besitzt, fehlt vollständig.

In der histologischen Zusammensetzung der trachealen und subgenualen Endschläuche bestehen im wesentlichen keine Differenzen, doch sind sie auf den ersten Blick dadurch zu unterscheiden, daß die kleinen, kugligen Umhüllungszellkerne (Taf. V,

Fig. 29 und 30b UZK) ihre Lage noch weiter distal neben der Mitte des Stiftes haben. Auch die stiftförmigen Körperchen (StfK) sind etwas abweichend geformt. Was die Kappenzellen betrifft, so habe ich weder bei den Acridiern noch im Zwischenorgan der Locustiden eine solch zahllose Menge von Zellbrücken (ZBr) gesehen.

Das Trachealorgan wird zeltartig von einer chitinigen Membran (29 und 30b DM) überdacht, die als die abgehobene Basilmembran der Trachee anzusehen ist; das nervöse Organ hat sich zwischen den inneren cuticularen Überzug und die Matrix der Trachee eingeschoben. Die Membran hebt sich an der oberen Tracheenkante von den Endschläuchen, an der vorderen und hinteren Tracheenkante und unten in der Höhe der unteren Tympanalleiste von der Trachee ab, springt dann direkt auf den Kappenzellkomplex über, umhüllt diesen eng und vereinigt sich an der Insertionsstelle der Endschläuche mit der Basilmembran der Hypodermis. Über der oberen Tracheenkante liegt sie dicht auf den proximalen Endschläuchen und geht dann in die Hüllmembran des Subgenualorgans über (Textfig. 14). Mit der medianen Wand des Trachealkörperchens ist die Membran fest verwachsen (Taf. V, Fig. 27 DM).

Wie bei der Crista, grenzt die Membran einen viel größeren Raum ab, als durch die Endschläuche eingenommen wird. Der somit noch vorhandene freie Raum ist mit Blut gefüllt. Daß es sich nur um Blut handeln kann und nicht um eine gallertige Masse oder um eine andere Flüssigkeit, ist daran zu erkennen, daß die geronnene Substanz, die in den Präparaten den Hohlraum ausfüllt, genau dasselbe Bild liefert wie das Blut im Blutkanal, hauptsächlich aber an den Blutkörperchen, welche in großer Zahl überall zwischen den Endschläuchen liegen (Fig. 27 und 30b Blk). Eine offene Kommunikation zwischen dem Hohlraum und dem Blutkanal habe ich nicht gefunden; nur neben den Nerven können die Blutkörperchen unter die Deckmembran dringen, was ihnen aber vermutlich bei ihrer Schmiegsamkeit und amoeboiden Beweglichkeit nicht schwer fallen wird.

5. Die stiftförmigen Körperchen.

Um zu zeigen, zu welch absonderlichen Resultaten das Studium der stiftförmigen Körperchen und im besonderen der Nervenendigung führen kann, zitiere ich die Ausführungen Herbig's (p. 721) wörtlich: „Der Achsencylinder, die Fortsetzung der Ganglienzelle, besteht aus einem Bündel von Nervenfibrillen, von denen die peripheren und besonders die zentrale stark hervortreten. Die zentral gelegene, welche vielleicht durch Verschmelzung mehrerer primärer Fibrillen entstanden und als eine starke „Achsensfibrille“ anzusehen ist, ist stellenweise leicht gekörnt. Sie dringt in den Stift ein, um sich nach kurzem Verlaufe etwas zu verdicken und dann in feinste Fibrillen pinselförmig aufzulösen. Diese Fäserchen sind durch eine Interfibrillärschubstanz miteinander verbunden und bilden den „Tubus“, der sowohl den ganzen Körper, als auch den Kopf des Stiftes durchsetzt. Bei den Stiften des endolymphatischen Organes hat es zuweilen den Anschein, als ob die Fäserchen bis zu ihrem Endpunkte umeinander gedreht wären, während in weitaus den meisten Fällen und stets in denen des hämalen Organes die primären Neurofibrillen grade verlaufen. Der von dem Tubus eingeschlossene Raum ist etwas dunkler als der peripher zwischen Stiftwand und ersterem gelegene. Die Kopfmasse dagegen, welche ein Maschennetz darstellt, erscheint

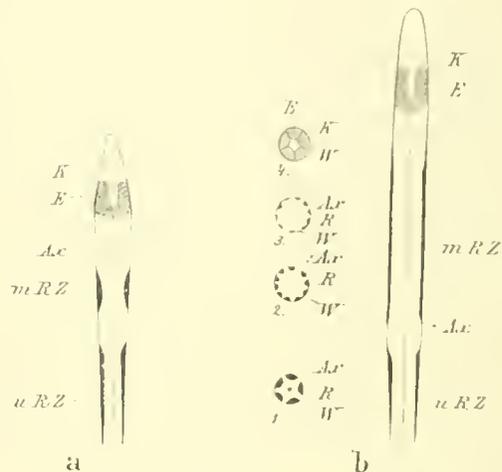
bedeutend dunkler als der axiale stärker lichtbrechende Teil.“ Diese ganze Schilderung hat sich als vollständiges Phantasiebild erwiesen, auch nicht eine Angabe ist zutreffend.

Ich habe schon erwähnt, daß sich der Fibrillenverlauf im Sinneszellenfortsatz der Grillenendorgane genau so gestaltet, wie ich es ausführlich bei den übrigen Orthopteren beschrieben habe, und will nur mit Rücksicht auf die Herbig'schen Angaben hervorheben, daß kein Unterschied zwischen Peripheriefibrillen und Zentralfibrillen zu machen ist; Herbig hat hier wahrscheinlich den Fasermantel des Sinneszellenfortsatzes (Taf. V, Fig. 30a FM) für Neurofibrillen gehalten; wenn ich aber nach seinen Abbildungen (Taf. XXX, Fig. 18 u. 19) urteilen darf, so hat er überhaupt keine Fibrillen gesehen, sondern nur einen „Achsen-cylinder“.

- a Stift des Subgenualorgans,
b des Trachealorgans im optischen Längsschnitt.

1. Querschnitt durch die basale,
2. durch die mittlere Ringzone,
3. „ „ obere helle Zone,
4. „ „ den Stiftkopf.

- uRZ* untere Ringzone.
mRZ mittlere „
W Wand.
R rippenartige Wandverdickungen.
Ax Axenstrang.
E Endknöpfchen.
K Kopfkanal.



Textfig. 17. Vergr. 1:2000.

Der Axenstrang, zu dem sich die Fibrillen zusammensetzen (Taf. V, Fig. 28, 29 u. 30 und Textfig. 17 Ax), durchzieht den Stift, ohne mit seiner Wand in Berührung zu kommen und ohne sich in ihm aufzufasern, als feiner solider Faden bis zum Stiftkopf und geht hier in ein Endknöpfchen über, wie ich es nirgends schöner und deutlicher gesehen habe. Von einem „Tubus“ ist keine Spur vorhanden, und es scheint mir sehr wünschenswert, daß dieses imaginäre Gebilde endlich aus den Beschreibungen verschwinden möge.

Bei gut differenzierter Eisen-Hämatoxylinfärbung hebt sich das Endknöpfchen Ek sehr scharf ab, und man erkennt deutlich, daß es noch nicht die Hälfte $\frac{1}{2}$ des Stiftkopfes einnimmt. Die Kopfspitze ist weit heller und mit einer krümeligen Masse ausgefüllt, die den Farbstoff leichter abgibt als das Knöpfchen und die Stiftwand, ihn aber fester hält als der Inhalt des Stiftkörpers und das übrige Plasma des Sinneszellenfortsatzes. Auch in den Cristastiften der Locustiden schien das Endknöpfchen von einer Polstermasse eingehüllt zu sein, doch waren wir hier nicht im stande, die beiden Elemente färberisch zu differenzieren. Die Form des Endknöpfchens ist die gleiche wie in den Acridierorganen, ich verweise daher auf meine dortige Beschreibung.

Die stiftförmigen Körperchen der Grillen ähneln den Acridierstiften in ihrer Form weit mehr als denen der Locustiden, in ihrer Struktur stimmen sie so-

gar vollständig mit ihnen überein. Andererseits besteht zwischen den subgenualen und den trachealen Grillenstiften ein weit größerer Formunterschied als zwischen ersteren und den Acridierstiften.

Das charakteristische Merkmal aller Grillenstifte ist ihre abgerundete Kopfspitze. Würde diese bei den subgenualen Stiften zugespitzt sein, so könnten wir fast von einer Kongruenz derselben mit den Acridierstiften sprechen. Ich kann mir daher eine neue Formbeschreibung der subgenualen Stifte ersparen, sie ergibt sich aus den Fig. 28 StfK und Textfig. 17a. Da aber ihre feineren Strukturverhältnisse bisher so gut wie unbekannt geblieben sind, will ich erwähnen, daß die Wand 10 Längsrippen trägt, die sich in der basalen Ringzone zu 5 Doppelrippen vereinigen. Ungemein deutlich treten die beiden Ringzonen, eine breite basale sowie eine schmale mittlere, die durch eine gleichmäßige, leistenartige Erhöhung der Rippen entstehen, in die Erscheinung. Sie sind so deutlich, daß sie auch Herbig aufgefallen sind, denn er meint (p. 723): „Im Stifthalte kann man zwei abweichend helle, lichtbrechende und dunkle Zonen unterscheiden.“ Doch irrt sich Herbig hierbei, denn nicht der Stifthalte ist die Ursache der Zonenbildung, sondern die Wand.

Was die Größe der subgenualen stiftförmigen Körperchen betrifft, so sind sie in der Mitte des Organes am stärksten entwickelt und werden nach beiden Seiten hin etwas kürzer und schlanker. Die zierlichsten liegen an der hinteren Beinwand (Fig. 28 StfK_{III}). Von einem der größten Stifte habe ich folgende Maße aufgenommen:

Gesamtlänge 22 μ ,
 Länge des Körpers 16 μ ,
 „ des Kopfes 6 μ ,
 Breite des Kopfes 3 μ ,
 „ der Basis 1,3 μ ,
 Länge der basalen Ringzone 7 μ ,
 „ der folgenden hellen Zone 2 μ ,
 „ der mittleren Ringzone 3 μ ,
 „ der oberen hellen Zone 4 μ .

Der kleine Stift (StfK_{III}) des wandständigen Endschlauches in Fig. 28 ist 17 μ lang und 1,5 μ breit.

Die stiftförmigen Körperchen des trachealen Organes (Taf. V, Fig. 29 und 30b StfK und Textfig. 17b) zeigen uns erst die vollendete typische Gestalt der Grillenstifte. Mit ihrer Durchschnittslänge von 31—32 μ übertreffen sie selbst die größten Locustidenstifte um ein bedeutendes. Diese langgezogenen cylindrischen Gebilde, die nur an beiden Enden ein wenig konisch zugespitzt sind, und zwar proximal soweit die basale Ringzone reicht und am anderen Ende distal vom Endknöpfchen, gleichen weit mehr einem Stäbchen als einem Stifte. Der Kopf schneidet mit einer stumpfen, schön gerundeten Spitze ab und geht andererseits ganz gleichmäßig in den Körper über. Wenn Herbig (p. 721) schreibt, daß die Grenze zwischen Kopf und Körper durch eine Einschnürung gekennzeichnet ist, welche „ersteren nützenartig aufgesetzt erscheinen läßt“, so ist das als unrichtig zu bezeichnen.

An der Verlängerung der Stifte ist ausschließlich die Mitte des Körpers, insbesondere die mittlere Ringbandzone beteiligt. Ein Vergleich ihrer nachfolgenden Maßverhältnisse mit denen der Subgenualstifte wird dieses am besten veranschaulichen.

Gesamtlänge 31 μ ,
 Breite des Körpers wie des Kopfes 2,5 μ ,
 Länge des Körpers 24 μ ,
 „ des Kopfes 7 μ ,
 „ der basalen Ringzone 7 μ ,
 „ der unteren hellen Zone 2 μ ,
 „ der mittleren Ringzone 11 μ ,
 „ der oberen hellen Zone 4 μ .

Die Maße sind an einem der mittleren Stifte des trachealen Abschnittes aufgenommen. Die untersten Stifte desselben Abschnittes werden allmählich kürzer, ohne ihre cylindrische Form zu verlieren, und erscheinen ferner dadurch plumper, daß sie ihre Breite beibehalten (vgl. Fig. 30b). Der unterste Stift weist in der obigen Reihenfolge nachstehende Maße auf:

23 μ , — 2,5 μ , — 13 + 10 μ , — 6 + 2,5 + 3 + 1,5 μ .

Am auffallendsten ist hier die Verlängerung des Kopfes, in welchem sich auch ein stärker entwickeltes Endknöpfchen (4,3 μ hoch) findet. Die Länge des mittleren Ringbandes ist wieder auf 3 μ zurückgegangen.

Die obersten Stifte des proximalen Abschnittes nähern sich in ihrer Form ein wenig den Subgenualstiften, sonst besteht zwischen den Stiften der beiden Abschnitte des Trachealorganes absolut kein Unterschied, auch nicht in der Größe. Über die Struktur der trachealen Stifte, über Zahl, Anordnung und Bau der Rippen ist dasselbe zu sagen wie bei den Stiften des Subgenualorganes.

Literaturverzeichnis.

- v. Adelung, N., 1892. Beiträge zur Kenntnis des tibialen Gehörapparates der Locustiden, in: Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. LIV, p. 316—349, Taf. XIV u. XV.
- Apathy, St., 1897. Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen, in: Mitteilungen aus der zoologischen Station zu Neapel Bd. XII, p. 495—748, Taf. XXIII—XXXII.
- Apathy, St., 1898. Über Neurofibrillen und über ihre nervös leitende Natur, in: Proceedings of the fourth international Congress of Zoology, Cambridge, p. 125—141.
- Apathy, St., 1902. M. Heidenhains und meine Auffassung der kontraktile und leitenden Substanz und über die Grenzen der Sichtbarkeit, in: Anatom. Anz. Bd. XXI, p. 61—80.
- Bethe, A., 1903. Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems, Leipzig.
- Bolles Lee, A., 1883. Bemerkungen über den feineren Bau der Chordotonalorgane, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIII, p. 133—140, Taf. VII.
- Bolles Lee, A., 1884. Les organes chordotonaux des Diptères et la Méthode du Chlorure d'or, in: Rec. zool. Suisse, Tom. I, p. 685—689, Pl. XXXVII.
- Bolles Lee, A., 1885. Les balanciers des Diptères, leurs organes sensifères et leur Histologie, in: Rec. zool. Suisse, Tom. II, p. 363—392, Pl. XII.
- Brunner v. Wattenwyl, C., 1874. Über die äußeren Gehörorgane der Orthopteren, in: Verhandlungen der zool.-botan. Gesellsch. in Wien Bd. XXIV, p. 285—88.
- Burmeister, H., 1832. Handbuch der Entomologie Bd. I, Berlin.
- Burmeister, H., 1848. Beobachtungen über den feineren Bau des Fühlerfächers der Lamellicornien (Scarabaeiden) als eines mutmaßlichen Geruchswerkzeuges, in: Zeitung f. Zool. Bd. I, p. 49—58.
- Dufour, M. L., 1834. Recherches anatomiques et physiologiques sur les Orthopteres.
- Erichson, G. F., 1847. De fabrica et usu antennarum in insectis, Berolini.
- Graber, V., 1875. Die tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren, Wien. Mit 10 Tafeln.
- Graber, V., 1877. Die Insekten, I. Teil, München.
- Graber, V., 1879. Über neue otocystenartige Sinnesorgane der Insekten, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI, p. 36—57, Taf. III u. IV.
- Graber, V., 1882. Die chordotonalen Sinnesorgane der Insekten, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XX, p. 506—640, Taf. XXX—XXXV; Bd. XXI, p. 65—145.
- Graber, V., 1885. Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Tieren, in: Biolog. Centralbl. Bd. V, Nr. 13.
- Grobbe, C., 1875. Über bläschenförmige Sinnesorgane etc., in: Sitzb. der K. Akad. der Wissensch., Wien, Bd. LXXII.
- Hauser, G., 1880. Physiologische und histologische Untersuchungen über das Geruchsorgan der Insekten, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXVI, Heft 3, p. 367—403.
- Hensen, V., 1866. Über das Geruchsorgan von Locusta, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVI, p. 190—207, Taf. X.
- Herbig, C., 1902. Anatomie und Histologie des tibialen Gehörapparates von Gryllus domesticus, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXI, p. 697—729, Taf. XXIX u. XXX.

- Kraepelin, K., 1883. Über die Geruchsorgane der Gliedertiere, Hamburg.
- Krancher, O., 1881. Der Bau der Stigmen bei den Insekten, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXV, p. 605—74, Taf. XXVIII u. XXIX.
- Landois, Dr. H. u. W. Thelen, 1867. Der Tracheenverschluß bei den Insekten, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVII, 2. Heft, p. 186—214, Taf. XII.
- v. Lenhossék, M., 1892. Ursprung, Verlauf und Endigung der sensiblen Nervenfasern bei *Lumbricus*, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIX, p. 102—136, Taf. V.
- Lespès, 1858. Mémoire sur l'appareil auditif des Insektes, in: Ann. des sciences nat., IV. Ser., p. 225—249.
- Leydig, Frz., 1855. Zum feineren Bau der Arthropoden, in: Arch. f. Anat., Phys. u. wiss. Medizin, p. 399—406, Taf. XVI.
- Leydig, Frz., 1860. Über Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten, in: Arch. f. Anat. u. Phys., p. 340 ff.
- Mayer, P., 1879. Zur Lehre von den Sinnesorganen bei den Insekten, in: Zool. Anz., II. Jahrg., Nr. 25.
- Müller, Joh., 1826. Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen und der Tiere, Leipzig.
- Nagel, W., 1894—96. Vergleichend-physiologische und anatomische Untersuchungen über Geruchs- und Geschmackssinn etc., in: Bibl. Zool. V. 7, Heft 18.
- Oyen, L., 1901. Der chordotonale Sinnesapparat des *Bacillus Rossi*, Leipzig. Dissert.
- Perris, 1850. Mémoire sur le siège de l'odorat dans les Articulés, in: Ann. des sciences nat. III. Ser. Zool., Tom. 13, p. 149—178.
- Ranke, J., 1875. Beiträge zu der Lehre von den Übergangs-Sinnesorganen, in Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXV, p. 143—162, Taf. X.
- Vom Rath, O., 1888. Über die Hautsinnesorgane der Insekten, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLVI, p. 413—454, Taf. XXX u. XXXI.
- Vom Rath, O., Über die Nervenendigungen der Hautsinnesorgane der Arthropoden nach Behandlung mit der Methylenblau- und Chromsilbermethode, in: Berichte Naturforsch. Ges. zu Freiburg i. B., Bd. IX, Heft 2, p. 137—164, Taf. II.
- Ruhland, Fr., 1888. Beiträge zur Kenntnis der antennalen Sinnesorgane der Insekten, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLVI, p. 602—628, Taf. XXXVII.
- v. Siebold, Th., 1844. Über das Stimm- und Gehörorgan der Orthopteren, in: Wiegmanns Arch. f. Naturgesch., p. 52—81, Taf. I.
- Schmidt, O., 1875. Die Gehörorgane der Heuschrecken, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI, p. 195 bis 213, Taf. X—XII.
- Will, F., 1885. Das Geschmacksorgan der Insekten, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XLII, Taf. XXVII.
- Wolff, 1875. Das Riechorgan der Biene, in: Nova acta K. Leop. Carol. Akad. d. Naturforscher Bd. XXXVIII, p. 1—251.
-

Erklärung der Zeichen.

(Nicht aufgeführte Bezeichnungen sind in der Figurenbeschreibung zu finden)

Acridiodea.

Integumentgebilde:

a ₁	Tympanalstigma.
a ₂	Zweites Abdominalstigma.
AbdR ₁	Erster Abdominalring.
AbdR ₂	Zweiter „
B	Apophyse des Metathorax.
BaM	Innerer cuticularer Überzug der Hypodermis (Basilarmembran).
biK	Birnförmiges Körperchen.
BP	Basalplatte des stielförmigen Körperchens.
em ₃	Epimerum des Metathorax.
es ₃	Episterum des Metathorax.
EP	Endplatte des stielförmigen Körperchens.
F	Trommelfellfalte.
hTE	Hinterere Trommelfelleinfassung.
hTF	Hinteres Tympanalfeld.
hTL	Hinterere Tympanalleiste.
Hyp	Hypodermis
iTL	Innere Tympanalleiste.
m	Öffnung des Stigmenfeldzapfens.
Ö	Öffnung des zapfenförmigen Körperchens.
OL	Oberlippe des Tympanalstigmas.
oTE	Obere Tympanaleinfassung.
oTL	Obere Tympanalleiste.
Po	Porus des im rinnenförmigen Körperchen liegenden Hautsinnesorganes.
R	Trommelfellrahmen.
riK	Rinnenförmiges Körperchen.
St	Stiel des stielförmigen Körperchens.
st ₂	Zweites Thoracalstigma.
StF	Stigmenfeld.
StFZ	Stigmenfeldzapfen.
stK	Stielförmiges Körperchen.
T	Trommelfell.
TT	Trommelfelltasche.

UL	Unterlippe des Tympanalstigmas.
uTE	Untere Trommelfelleinfassung.
uTL	Untere Tympanalleiste.
vTF	Vorderes Tympanalfeld.
zaK	Zapfenförmiges Körperchen.

Tracheen, Muskeln und Nerven.

atr ₁	Anastomose der beiden vorderen inneren Tympanalblasen.
atr ₂	Verbindung der rechten hinteren inneren Tympanalblase mit der Anastomose der Tracheensäcke des 3. Abdominalstigmas.
ab ₁	Abduktor des Tympanalstigmas.
ab ₂	Abduktor des 2. Abdominalstigmas.
ad ₁	Adduktor des Tympanalstigmas.
ad ₂	Adduktor des 2. Abdominalstigmas.
Bd	Obliterierte Trachee, welche den Stamm der beiden inneren Tympanalblasen an der Stammtrachee des 2. Abdominalstigmas befestigt.
Du	Duplikatur der äuss. Tympanalblase.
dv	Dorsoventralmuskel.
GIII	Drittes Thoracalganglion.
HN	Herznerv.
J	Insertionsstelle der Tympanalmuskeln und des Abduktors des Tympanalstigmas.
J ₁	Insertionsstelle des Abduktors des 2. Tympanalstigmas und des Dorsoventralmuskels dv.
l ₁	Verbindungstrachee des unteren Längsgefäßes mit dem Stamme des 2. Abdominalstigmas.
l ₂	Stamm der beiden inneren Tympanalblasen.

läTBl	Linke äußere Tympanalblase.
lhiTBl	Linke hintere innere Tympanalblase.
lviTBl	Linke vordere innere Tympanalblase.
N	Gemeinschaftlicher Stamm des Tympanalnerven, Stigmenverschlusßnerven und des Herznerven.
ö	Mündungsstelle der Tympanaltrachee Ttr ₁ in die äußere Tympanalblase.
oL	Oberes Längsgefäß.
ol	Verbindung des oberen und unteren Längsgefäßes.
räTBl	Rechte äußere Tympanalblase.
rhiTBl	Rechte hintere innere Tympanalblase.
riN	Nerv des Organes des rinnenförmigen Körperchens.
rviTBl	Rechte vordere innere Tympanalblase.
StN	Stigmenverschlusßnerv.
TM ₁	Vorderer Tympanalmuskel.
TM ₂	Hinterer Tympanalmuskel.
TN	Tympanalnerv.
TR	Stammtrachee des 2. Abdominalstigmas.
TR ₁	Aus dieser entspringende Trachee für die Brustmuskeln.
tr ₁ —tr ₇	Tracheen, die am Tympanalstigma entspringen.
Ttr ₁	Zuflußrohre der 3 Tympanalblasen.
Ttr ₂	
Ttr ₃	
uL	Unteres Längsgefäß.
vKl	Tracheenduplikatur, die sich als Verschlusßklappe über die Mündung der Tympanaltrachee legt.

Die nervösen Endorgane.

äFB	Äußeres Faserbündel.
aFi	Aximale Neurofibrille (proximaler Axenfaden).

Ax	Axenstrang.
EK	Endknöpfchen.
EO	Tympanales Endorgan.
DM	Deckmembran des Organes der Rinne.
fBst	Fasrige Binde substanz.
fi	Fibrillen der Sinneszelle.
fl	Flügel förmiger Fortsatz des Endorganes.
hyZw	Hyaline Zwischensubstanz.
HZ	Hüllzelle.
iFB	Inneres Faserbündel.
Kf	Kern der fasrigen Binde substanz.
Kr	Kern der retikulären Binde substanz.
KSZF	Kontur des Sinneszellenfortsatzes.
KZ	Kappenzelle.
KZK	Kappenzellkern.
mRZ	Mittlere Ringzone des stift förmigen Körperchens.
NF	Nerven faser.
rBst	retikuläre Binde substanz.
Sp	Spindelförmiger Fortsatz des Endorganes.
StA	Stielabschnitt des Endorganes.
Stfk	Stift förmiges Körperchen.
SZ	Sinneszelle.
SZF	Sinneszellenfortsatz.
SZK	Kern der Sinneszelle.
tFo	Terminaler Fortsatz einer Sinneszelle des Organes der Rinne.
uRZ	Untere Ringzone des stift förmigen Körperchens.
UZ	Umhüllungszelle.
UZK	Kern der Umhüllungszelle.
V	Die Vacuole.
wFZ	Wandernde Fettzellen.
ZA	Zapfenabschnitt des Endorganes.
ZBr	Zellbrücken.
ZKfBst	Zellkomplex der fasrigen Binde substanz.

Locustodea.

Integumentgebilde und Tracheen.

äW	Äußere Beinwand.
Cu	Cuticula der Beinwand.
hT	Hinteres Trommelfell.
hTr	Hinterer Tympanaltrachee.
Hyp	Hypodermis.
LR	Mittlere Längsriefe in der äußeren Wand der Tympanaltrachee.
Ra	Rahmenähnliche Erhöhung des inneren Trommelfellrandes.

Sp	Spalt förmige Öffnung der Trommelfellkapsel.
St	Die beiden medianen Wände der Tympanaltrachee, welche sich zur Mittelplatte (Steg) aneinander gelegt haben.
Tr	Stammtrachee der Tibia.
TrD	Trommelfelldeckel.
TrK	Trommelfellkapsel.
TrL	Trommelfelleiste.
vTr	Vorderer Tympanaltrachee.

Nerven und Endorgane.

accZ	Accessorische Zellen.	NOrg	Subgenuales Nebenorgan.
aFi	Axiale Fibrille der Nervenfasern.	R	Rippenartige Verdickungen der Stiftwand.
Ax	Axenstrang.	SchZ	Zellen der häutigen Scheide des trachealen Abschnittes der Cristaendschläuche.
Cra	Crista acustica.	SchK	Kerne dieser Zellen.
CrM	Cristamasse.	SN	Subgenualnerv.
CrN	Cristanerv.	SO	Subgenualorgan.
CrStfK	Stiftförmige Körperchen der Crista.	Spu	Spulenförmiges Körperchen der Stiftchorda.
CrSZ	Sinneszellen der Crista.	SStfK	Stiftförmige Körperchen des Subgenualorganes.
DM	Deckmembran der Crista und des Zwischenorganes.	SSZ	Sinneszelle des Subgenualorganes.
EF	Endfaser der Kappenzelle eines subgenualen Endschlauches.	StfK	Stiftförmiges Körperchen.
Eschl	Endschlauch.	StZ	Sternförmige Zelle in der Cristamasse.
fBSt	Fasrige Bindesubstanz.	SZ	Sinneszelle.
Fi	Fibrillen der Sinneszelle und ihres terminalen Fortsatzes.	SZF	Sinneszellenfortsatz.
HMbr	Hüllmembran des Subgenualorganes.	TN	Tympanalnerv.
hMW	Hinterer Membranwurzel (Aufhängeband der Crista).	tSN	Subgenualast des Tympanalnerven.
hTB	Hinterer Trageband der Crista.	UZ	Umhüllungszelle.
HZ	Hüllzelle.	UZK	Umhüllungszellkern.
HZK	Kern der Hüllzelle.	V	Die Vacuole.
HyK	Hypodermiskerne an der Anheftungsstelle der vorderen Membranwurzel.	vMW	Vordere Membranwurzel (Aufhängeband der Crista).
hyZw	Hyaline Zwischensubstanz.	vTB	Vorderes Trageband der Crista.
J	Insertionsstelle des Subgenualorganes.	W	Wand des stiftförmigen Körperchens.
Kf	Kerne der fasrigen Bindesubstanz.	WK	Kerne der fasrigen Substanz der vorderen Membranwurzel.
KJ	Kopfinhalt der Cristastifte.	ZBr	Zellbrücken.
KSZF	Kontur des Sinneszellenfortsatzes.	ZwN ₁	Oberer Nerv des Zwischenorganes.
KZ	Kappenzelle.	ZwN ₂	Unterer Nerv des Zwischenorganes.
KZK	Kern der Kappenzelle.	ZwO	Zwischenorgan.
NF	Nervenfasern.	ZwStfK	Stiftförmige Körperchen des Zwischenorganes.
		ZwSZ	Sinneszelle des Zwischenorganes.

Grylloidea.**Integumentgebilde und Tracheen.**

aA	Aufsteigender Ast der vorderen Tympanaltrachee.	J	Insertionsstelle des Trachealorganes an der äußeren Beinwand.
äE	Äußere Einfassung des hinteren Trommelfelles.	oK	Obere Kante der vorderen Tympanaltrachee.
äW	Äußere Beinwand.	S	Suspensorium zwischen der vorderen Wand der Tympanaltrachee und der Matrix des Integuments.
Cu	Cuticula der Beinwand.	Sp	Teilungsstelle der Tympanaltracheen.
hiTL	Hinterer innere Tympanalleiste.	Tr	Stammtrachee.
hT	Hinteres Trommelfell.	TrK	Trachealkörperchen.
hTr	Hinterer Tympanaltrachee.	väTL	Vordere äußere Tympanalleiste.
huTL	Hinterer untere Tympanalleiste.	viTL	Vordere innere Tympanalleiste.
Hyp	Hypodermis.		

Ve Vereinigungsstelle der Tympanaltracheen.
 vT Vorderes Trommelfell.
 vTr Vordere Tympanaltrachee.
 VuTL Vordere untere Tympanalleiste.
 W Chitinwulst der vorderen Beinwand.

Nerven und Sinnesorgane.

accZ Accessorische Zellen.
 Ax Axenstrang.
 DM Deckmembran des Trachealorganes.
 EF Endfaser einer Kappenzelle.
 FK Endknöpfchen.
 Eschl Endschlauch.
 fBst Fasrige Binde substanz.
 Fi Fibrillen im terminalen Fortsatz der Sinneszelle.
 FM Fasermantel des Sinneszellfortsatzes.
 Gr Körnige Masse innerhalb der Umhüllungszelle.

HMbr Hüllmembran des Subgenuaorganes.
 hSA Hinterer Ast des Subgenualnerven.
 hTrN Hinterer Trachealnerv.
 HZ Hüllzelle.
 JN Integumentaler Sinnesnerv.
 Kf Kern der fasrigen Binde substanz.
 KZ Kappenzelle.
 KZK Kappenzellkern.
 NF Nerven faser.
 SN Subgenualnerv.
 StfK Stiftförmiges Körperchen.
 SZ Sinneszelle.
 SZF Terminaler Fortsatz der Sinneszelle.
 TN Tympanalnerv.
 tSN Subgenua last des Tympanalnerven.
 UZ Umhüllungszelle.
 UZK Kern der Umhüllungszelle.
 V Die Vacuole.
 vSA Vorderer Ast des Subgenualnerven.
 vTrN Vorderer Trachealnerv.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I—V.

Die Zeichnungen sind sämtlich, mit Ausnahme der Figuren 1 und 7 mit dem Abbéschen Zeichenapparat entworfen.

- Fig. 1. Situsbild der Tympanalregion von *Mecosthetus grossus* ♀, linke Körperseite. Die Flügel sind entfernt, das 2. und 3. Bein in der Coxa (Co₂ und Co₃) abgeschnitten. Mit Hilfe der binoculären Lupe entworfen. Vergr. 14 : 1.
- Fig. 2. Transversalschnitt durch die Tympanalregion von *Oedipoda ccerulescens* ♂. Das Bild soll die Stellung der Trommelfelle im Körper demonstrieren. Der Schnitt hat das rechte Trommelfell in seiner größten Längenausdehnung getroffen; die linke Seite liegt etwas mehr vorne und zeigt die bei *Oedipoda* sehr stark vorspringende untere Trommelfelleiste (uTL). Appv = Appendices ventriculi, D = Darm, Go = Gonaden, VG = Verbindungsgang der linken hinteren inneren Tympanalblase mit der Anastomose der beiden vorderen inneren Blasen. Vergr. 20 : 1.
- Fig. 3. Horizontalschnitt durch die Tympanalregion von *Oedip. coer.* ♂, gibt gleichfalls eine Ansicht von der Stellung der Trommelfelle. Links fällt der Schnitt durch das Stigma (a₁), die rechte Seite (linke Körperseite) liegt etwas tiefer. Während in Fig. 2 nur 5 Tympanalblasen angeschnitten sind, sind hier alle 6 zu sehen. Gl = Gelenk zwischen dem 1. und 2. Abdominalring, Go = Gonaden, M = Brustmuskeln. Vergr. 20 : 1.
- Fig. 4. Trommelfell und Trommelfelleinfassung von *Mecosthet. gr.* ♂, von außen gesehen. Die obere und hintere Einfassung ist teilweise entfernt, um das Trommelfell ganz übersichtlich zu erhalten. In der Trommelfellfläche ist die Öffnung (Ö) des zapfenförmigen Körperchens, das birnförmige Körperchen (biK) sowie das nach außen prominente rinnenförmige Körperchen (riK) und dahinter die nach innen vorspringende Falte (F), im Stigmenfelde (StF) das Tympanalstigma (a₁) und die Öffnung des Stigmenfeldzapfens (m) zu sehen. Die durchscheinenden Tympanalgebilde mit dem Nervenendorgan sind bei frischen Präparaten wegen der starken Pigmentierung des vorderen Tympanalfeldes von außen nicht zu erkennen. Die Färbung ist nicht mit eingezeichnet. Vergr. 68 : 1.
- Fig. 5. Innenansicht des Trommelfelles und seiner Umgebung von *Mecosthet. gr.* ♂. Am oberen und hinteren Rande des Trommelfelles steht eine Versteifungsleiste, die innere Tympanalleiste (iTL) frei nach innen. Aus dem Stigmenfelde springt der kräftige Stigmenfeldzapfen (StfZ) nach innen und unten heraus. Das Endorgan (EO), an dessen unteres Ende der Tympanalnerv (TN) und der Nerv des Organes der Rinne (riN) tritt, heftet sich oben an die Endplatte (EP) des stiel förmigen Körperchens (stK) und hinten mit seinem flügel förmigen Fortsatze (fl) an die Trommelfellfalte F. Außerdem geht von ihm ein spindelförmiger Fortsatz (sp) aus, welcher sich am birnförmigen Körperchen (biK) befestigt. Gl = Gelenk zwischen 1. und 2. Abdominalring. Vergr. 68 : 1.
- Fig. 6. Das tympanale Endorgan (EO) und seine Stellung zum Trommelfell (T) im Transversalschnitt, von *Mecosthet. gr.* ♂, halbschematisch, aus mehreren Schnitten kombiniert (ca. 60 μ). Das zapfenförmige Körperchen (zaK) ist, da die Schnittrichtung etwas schräg von hinten und oben nach vorn und unten fallen muß, quergeschnitten und erscheint als Ring, das stiel förmige Körperchen (stK) ist in seiner ganzen Längsrichtung getroffen. Die faltenartige Duplikatur der äußeren Tympanalblase (Du), welche Nerven (riN und TN) und Endorgan einhüllt, ist teilweise erhalten; man sieht

sehr schön die Zick-Zacklinien ihrer modifizierten Taeniolen. Stigmenfeldzapfen (StfZ) mit vorderem Tympanalmuskel (TM₁). M = Brustmuskel, FeZ = Fettzellen. Vergr. 96 : 1.

Fig. 7. Topographisches Bild der Tracheen und Tracheenblasen des mittleren Körperabschnittes sowie der Nerven und Muskeln der Tympanalregion; gibt zugleich eine Innenansicht von der Stellung des Tympanalorganes. *Mecosthet. gr.* ♀, rechte Körperseite. Die Muskulatur ist bis auf die Tympanal- (TM₁ und TM₂) und Stigmenmuskeln (ab₁ und ad₁) und die homologen Muskeln des 2. Abdominalsegmentes ebenso wie der Fettkörper fortpräpariert. Die stark pigmentierten inneren Tympanalblasen sind als durchsichtig gezeichnet. Mit Hilfe der binoculären Lupe entworfen. Vergr. 20 : 1.

Fig. 8. Horizontalschnitt durch den vorderen Abschnitt der Tympanalregion von *Stenobothrus variab.* Aus des Muskeltrachee tr₈ (vgl. Fig. 7 tr₈) entspringt dicht am Integument die kleine Tympanaltrachee (Tr₁), welche die äußere Tympanalblase (äTBl) speist. Ihre Öffnung ist durch eine Duplikatur der Tympanalblase (VKl), die als Verschlussklappe funktioniert, überdeckt. An der mit + bezeichneten Stelle liegt bei *Mecosthet. gr.* zwischen den Blättern der Klappe ein Muskel von der gleichen Stärke und Verlaufsrichtung wie der Abduktor des Stigmas (ab₁). Neben letzterem der feine Nerv der Stigmenmuskeln (StN). In beträchtlicher Entfernung von diesem liegt der von Graber als Stigmennerv bezeichnete Herznerve (HN). Das Endorgan (EO) ist querschnitts, ebenso die Blasenduplikatur Du, von der wir in Fig. 6 ein Flächenbild sahen. Kons. Formol-Chrom-Essigsäure, Färb. Eisen-Haematox. Vergr. 216 : 1.

Fig. 9. Längsschnitt durch das tympanale Endorgan von *Oedipoda coer.* im transversalen Körper-Querschnitt. Der Zapfenabschnitt (ZaA) heftet sich an das zapfenförmige Körperchen (zaK), der Stielabschnitt (StA) an das stielförmige Körperchen (stK). Der Tympanalnerv (TN) teilt sich in ein inneres und äußeres Faserbündel; das innere (iFB) läuft in der Längsrichtung des Organes nach oben, das äußere liegt an der Basis um den Bindesubstanzzellhaufen (ZKfBst) herum und zeigt sich hier im Querschnitt (äFB). Daneben der angeschnittene Nerv des Rinnenorganes (riN). Aus dem Bindesubstanzzellhaufen entsteht ein mächtiges fasriges Stütz- und Hüllgerüst (fBst), in welches die Sinneszellen (SZ) und ihre terminalen Fortsätze (SZF) eingebettet sind. Ausgezeichnet sind die Fäden zu sehen, welche von den Kappenzellen (KZ) durch die Hydodermiszellen (Hyp) nach zackigen Vorsprüngen der Cuticula ziehen. Die beiden langgezogenen Kappenzellen des Stielabschnittes beginnen schon, sich in Fasern aufzulösen.

Die Zeichnung ist aus zwei 5 μ -Schnitten kombiniert, aber in keiner Weise schematisiert.

Kons. Formol-Chrom-Essigs., Färb. Eisen-Haematoxylin, Vergr. 756 : 1.

Fig. 10. Schrägschnitt durch das Endorgan von *Mecosthet. gross.* Um die nach hinten und oben gerichteten Endschläuche der inneren Seite in ihrer ganzen Länge zu treffen, müssen die Transversalschnitte in dieser diagonalen Richtung angelegt werden. Der dritte innere Endschlauch ist bis auf eine kleine Partie aus seiner Mitte, die im vorhergehenden Schnitte liegt, vollständig zu übersehen. Die Nervenfasern (NF) tritt an eine Sinneszelle (SZ) mit großem, kugligen Kern (SZK). Der lange terminale Fortsatz der Sinneszelle (SZF) ist von einem Mantel aus fasriger Bindesubstanz (fBst), der hier ganz besonders deutlich hervortritt, umgeben. An der Basis des stiftförmigen Körperchens (StfK) wird der allmählich sehr dünn gewordene Sinneszellenfortsatz, dessen Kontur bis zum Kopfe des stiftförmigen Körperchens zu verfolgen ist, durch eine helle, kuglige Vacuole (V), an deren Wandung kleine Koagula haften, stark ausgeweitet. Die stiftförmigen Körperchen sind im optischen Längsschnitt gezeichnet. Die Fibrillen der Sinneszelle (Fi) gehen aus der feinen axialen Fibrille (aFi) der Nervenfasern (NF) hervor; sie zweigen sich in der Sinneszelle nicht weiter auf und legen sich innerhalb der Umhüllungszelle (UZ) zum Axenstrang (Ax) zusammen, welcher im Stifte äußerst fein wird und im Endknöpfchen (EK) endet. Kontur der Umhüllungszelle sehr deutlich, ihr Kern (UZK) liegt immer proximal, neben dem Ende des Fasermantels. Die Kappenzellen (KZ) besitzen großen, unregelmäßigen Kern (KZK) und zeichnen sich durch homogene Beschaffenheit ihres Protoplasmas aus, vorzüglich aber durch die fädigen Zellbrücken (ZBr). Oberhalb der fasrigen Bindesubstanz liegen die Endschläuche in einer zähflüssigen, hyalinen Zwischensubstanz (hyZw). Zwischen den Bündeln der fasrigen Bindesubstanz breitet sich die retikuläre Bindesubstanz (rBst), welcher die

Kerne Kr angehören, aus. Außer den drei inneren Endschläuchen sind alle übrigen quer oder schräg geschnitten.

Kons. Platin-Osmium-Essigsäure, Färb. Eisen-Haematox. Vergr. 945 : 1.

Fig. 11. Sagittaler Längsschnitt durch den spindelförmigen Fortsatz (sp) und den oberen hinteren Teil des Stielabschnittes von *Mecosthet. gross.* Die Umhüllungszellen (UZ) des spindelförmigen Fortsatzes sind in die Länge gezogen. Die in ihrem proximalen Abschnitt durch hyaline Zwischensubstanz isolierten Kappenzellen (KZ) bilden zusammen einen dünnen, aus feinen Fäden bestehenden Endstrang (Estr), welcher an das quergeschnittene birnförmige Körperchen (biK) tritt. Die Endschläuche des Stielabschnittes zeigen die Verlaufsrichtung aller inneren Schläuche; die hintersten sind sehr schmal mit kleiner Vacuole.

Aus zwei 5 μ Schnitten kombiniert. Kons. Flemming, Färb. Eisen-Haematox. Vergr. 756 : 1.

Fig. 11a. Querschnitt durch Kappenzellzone des spindelförmigen Fortsatzes von *Mecosthet. gross.*, diesseits der Kappenzellkerne. In jeder Zelle ist stiftförmiges Körperchen (StfK) quergeschnitten. Um den Stiftquerschnitt heller Hof der Sinneszelle und Umhüllungszelle. Du = Duplikatur der Tympanalblase.

Kons. Flemming, F. Eisen-Haematox., Vergr. 756 : 1.

Fig. 12—16 sind charakteristische Querschnitte durch ein und dasselbe Endorgan von *Stenobothrus variabilis* (Horizontalschnitte durch den Tierkörper). Die daneben gezeichneten Chitinleisten sollen die Stellung des Organes zum Trommelfell anschaulich machen. Sämtliche Bilder sind möglichst naturgetreu nach je einem Schnitt gezeichnet.

Kons. Form.-Chrom.-Essigs., Färb. Eisen-Haematox., Vergr. der Fig. 12—15 = 756 : 1, Fig. 16 = 945 : 1.

Fig. 12. Schnitt durch das untere Ende des Organes, gleich über dem Eintritt des Tympanalnerven, welcher sich schon in seine beiden Faserbündel (äFB u. iFB) geteilt hat. In die Organbasis drängt sich von vorn und außen der Binde substanzzellhaufen (ZKfBst) und drückt sie muldenartig ein.

Fig. 13. Schnitt durch den Organkörper. Die Endschläuche sind scheinbar ganz regellos gelagert. Die kernhaltigen Teile der Sinneszellen (SZ) halten sich mehr peripher; zentral liegt der Stamm der fasrigen Binde substanz (fBst.), durchzogen von den terminalen Fortsätzen der Sinneszellen. Die retikuläre Binde substanz ist bei diesem Acridier, obwohl ihre Kerne (Kr) zahlreich vertreten sind, nicht zu erkennen.

Fig. 14. Schnitt durch die Zone der Umhüllungszellkerne (vgl. Fig. 9 u. 10). Die Endschläuche sind schichtenweise geordnet. In den meisten Endschlauchquerschnitten ist in der großen Umhüllungszelle (UZ) neben ihrem Kern (UZK) ein Ring aus fasriger Binde substanz zu sehen, welcher den hellen Sinneszellenfortsatz und seine dicht zusammengedrängten, aber noch nicht zum Axenstrang vereinigten Fibrillen umschließt. In der hinteren inneren Partie sind die Endschläuche des Stielabschnittes und des spindelförmigen Fortsatzes noch vollständig von fasriger Binde substanz umgeben. Hyaline Zwischensubstanz (hyZw) mächtig entwickelt. Hinten und außen beginnt der flügel förmige Fortsatz aus dem Organkörper herauszutreten.

Fig. 15. Schnitt durch die Mitte der Umhüllungszellzone, proximal von der Stiftzone. Fasrige Binde substanz (fBst) umhüllt nur noch die acht Endschläuche des spindelförmigen Fortsatzes. Vorne die Zone der Vacuolen (V), in deren Zentrum der Axenstrang (Ax). Im flügel förmigen Fortsatze zwei Kappenzellen (KZ) mit stiftförmigen Körperchen im Querschnitt.

Fig. 16. Schnitt durch die Zone der Kappenzellen und durch das rinnen förmige Körperchen (riK). Vorne ist schon die Spitze des zapfen förmigen Körperchens (zaK) angeschnitten, dessen Stellung wir hieraus erkennen können, denn es legt sich von der Trommelfellfalte (F) her wie ein gekrümmter Dorn über den flügel förmigen Fortsatz (fl) hinweg und dient allen äußeren Kappenzellen und denen, welche sich um die Zapfenspitze gruppieren, zur Anheftung. Der flügel förmige Fortsatz steht mit der Trommelfellfalte in Verbindung. Innen und hinten ist der Stielabschnitt (StA) weit hervorgetreten; in diesem die Gruppe der Endschläuche des spindelförmigen Fortsatzes, immer noch von fasriger Binde substanz umgeben. Endschläuche der Innenseite gehören alle zum Stielabschnitt; sie

sind größtenteils im Bereiche ihrer Umhüllungszelle (UZ) durchschnitten. Alle übrigen Zellen sind Kappenzellen (KZ). Die vorderen in der Nähe des zapfenförmigen Körperchens liegenden Kappenzellen sind distal vom Stifte durchschnitten, in den übrigen sind Stiftquerschnitte (StfK) mit 5 oder 10 im Kreise stehenden Wandrippen zu sehen. Fädige Verbindung sämtlicher Kappenzellen (ZBr). Zwischen allen Zellen eine Schicht hyaliner Substanz (hyZw).

Im rinnenförmigen Körperchen (riK) das Organ der Rinne. Zwei Sinneszellen (SZ), umgeben von Hüllzellen (HZ) und feinem Membranmantel. An die eine Sinneszelle tritt eine zarte Nervenfasern (NF), und auf der anderen Seite schiebt sie einen terminalen Fortsatz (tFo), an welchem die Wandung und eine axiale Neurofibrille deutlich zu unterscheiden ist, nach dem Chitinporus (Po). Die Fibrille endet mit einem Endknöpfchen (EK). Der Porus besitzt eine Grube ohne Kegel. wFZ = wandernde Fettzellen. DM = chitinöse Deckmembran (Fortsetzung der hypodermalen Basalmembran (BaM) des vorderen Tympanalfeldes (vTF)) schließt die Rinne nach innen ab.

Fig. 17a und b. Endschlauch von *Aceridium aegypticum* in zwei 5 μ Schnitten. Möglichst getreue Wiedergabe des Fibrillenverlaufs der Sinneszelle nach dem vorliegenden Präparate. Bau des Endschlauches sehr übersichtlich. Die Kappenzelle (KZ) löst sich an ihrem distalen Ende in fibrillenähnliche Fäden auf und bildet so eine ebensolche (nach Graber chordotonale) Endfaser (EF) wie die Endschläuche der Subgenualorgane. X scheinbare Fortsetzung der Kopfspitze des stiftförmigen Körperchens (StfK) in Form eines feinen Fadens, welcher durch die Kappenzelle nach dem Integument zieht (wahrscheinlich Artefakt).

Kons. Flemming, Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 945 : 1.

Fig. 18. Sinnesapparat des rinnenförmigen Körperchens in statu nascendi von einer in der letzten Häutung begriffenen Larve von *Mecosth. gross.* Zwischen hohen, dunkel pigmentierten Hypodermiszellen (Hyp) differenziert sich ein Zellnest, in dem ein kugliger, heller Sinneszellkern (SZK) und zwei dunklere, unregelmäßig geformte Hüllzellenkerne (HZK) kenntlich sind. In der dünnen Cuticula Grube (Po), an welche ein scharf konturierter nach dem Sinneszellkern gerichteter Schlauch (tFo), in dem schon ein deutlicher axialer Faden mit Endknöpfchen sichtbar wird, herantritt.

Kons. Flemming, Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 945 : 1.

Fig. 19. Gesamtbild der tibialen Sinnesapparate von *Decticus verrucivorus* in ihrer natürlichen Anordnung und in Verbindung mit der Trachee, nach Fortnahme der äußeren Beinwand von außen gesehen. Schematisierung ist nach Möglichkeit vermieden, war aber bei Wiedergabe des Subgenualorgans (SO) und Zwischenorgans (ZwO) nicht ganz zu entbehren, in der Crista acustica (Cra) ist dagegen jeder Endschlauch (mit Ausnahme der untersten) mit dem Prisma gezeichnet.

Im Subgenualorgan sind nur die obersten Sinneszellen zu sehen, die distalen, sowohl die vorderen wie die hinteren, werden von den Endschläuchen verdeckt (vollständigen Sinneszellenbogen zeigt Textfig. 11). Die subgenualen Endschläuche laufen zuerst alle eine kurze Strecke am Integument nach unten, durch faseriges Bindegewebe fixiert und zusammengehalten, und wenden sich dann in grader Richtung nach ihrer an der Hinterwand liegenden Insertionsstelle (J). Die stiftförmigen Körperchen (SStfK) liegen ebenso wie die Sinneszellen in einer kontinuierlichen Bogenreihe. Wir sehen die distale Organfläche, die auf der proximalen Seite liegenden accessorischen Zellen sind daher nicht mit eingezeichnet.

Das Zwischenorgan schiebt sich zwischen vordere Beinwand und Subgenualorgan ein. Sinneszellenband (ZwSZ) des oberen Nerven des Zwischenorgans (ZwN₁) liegt horizontal an der vorderen und äußeren Beinwand, das des kleineren, unteren Nerven (ZwN₂) mehr innen und vertikal. Aus der Sinneszellgruppe des oberen Nerven entstehen die äußeren Endschläuche, von denen in unserem Bilde fünf gezeichnet sind. Von den inneren Endschläuchen sind nur die stiftförmigen Körperchen (ZwStfK) eingetragen, um die Richtung der Schläuche und ihren Anschluß an die Crista anzudeuten. Die Kappenzellen des Zwischenorgans bilden zusammen mit denen der sieben proximalen Endschläuche der Crista einen kompakten Zellhaufen (KZII), welcher, von außen gesehen, den trachealen Abschnitt der oberen Cristaendschläuche verdeckt.

Die Crista acustica zerfällt in die proximalen Endschläuche (prE) und in die eigentliche Crista (Cra). Die Nervenfasern (NF) des obersten Endschlauches entspringt unmittelbar unter der untersten Sinneszelle des Zwischenorgans. CrSZ = Sinneszellen der Crista. Der der Trachee anliegende Abschnitt der eigentlichen Cristaendschläuche ist bis auf den von den Kappenzellen (KZ) überdeckten Teil ganz übersichtlich. Den in der Medianebene stehenden Abschnitt sehen wir in der Vertikalprojektion, in der Mitte der großen Kappenzellen die stiftförmigen Körperchen (CrStfK) als dunkle, kreisrunde Figürchen.

Von der Deckmembran der Crista sind nur die beiden bandartigen Verdickungen gezeichnet, die zu beiden Seiten der Kappenzellen neben dem medianen Endschlauchabschnitt entlang laufen und von uns als Tragebänder der Crista (vTB u. hTB) gedeutet sind. Das vordere Band läuft bis zur Spitze des Kappenzellhaufens (KZH) und tritt von hier, als vorderes Aufhängeband oder auch als Membranwurzel (vMW) bezeichnet, an die äußere Beinwand. Das hintere Trageband vereinigt sich ungefähr in der Höhe der vorderen Membranwurzel mit einem Suspensorium der Trachee zur hinteren Membranwurzel (hMB). Die Längsfurche (LR), welche in der Nähe des hinteren Trommelfelles nach unten verläuft und sich unterhalb der Crista in einem S-förmigen Bogen nach vorn wendet, deutet die Zweiteilung des Tracheenstammes (Tr) in eine vordere und hintere Tympanaltrachee (vTr u. hTr) an.

Kons. Form.-Chrom-Essigs., Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 143 : 1.

Fig. 20. Querschnitt durch die Tympanalgegend von *Dectie. verrucif.* in der Mitte der Crista acustica. Strenge Scheidung des Muskelkanals (MK) vom Blutkanal (BK) durch die Tympanaltracheen (vTr u. hTr). Äußerer Abschnitt der Trommelfelle stark chitinisiert; an ihrer Innenseite nahe der äußeren Tracheenwand eine Leiste (TrL). Lagerung eines Cristaendschlauches (Eschl) auf der graden äußeren Tracheenwand und seine genau in der Symmetrieebene erfolgte Umknickung nach außen. In der Deckmembran (DM) beiderseits neben der Kappenzelle (KZ) die quergeschnittenen Tragebänder (TB).

Bltk = Blutkörperchen, FZ = Fettzellen, M = Mukulatur, TibN = Tibialnerv, TarsN = Tarsalnerv, S = Sehne, Tr = Tracheenzweige.

Kons. Form.-Chrom-Essigs., Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 143 : 1.

Fig. 21. Subgenualorgan von *Dectie. verrucif.* im sagittalen Längsschnitt durch die Tibia. Endschlauch in ganzer Länge. SSZ = seine Sinneszelle, von Hüllzellen (HZK) umgeben. Terminaler Fortsatz der Sinneszelle (SZF) durch faserige Binde-substanz (fBst) an Hypodermis der vorderen Beinwand (Hyp) geheftet. Die Binde-substanz bildet um den Sinneszellenfortsatz einen Fasermantel (FM). Kappenzelle (KZ) ist zu einer außerordentlich langen, aus vielen feinen Fibrillen bestehenden Endfaser (EF) ausgezogen, die bei J in die Hypodermis der hinteren Beinwand übergeht. Über der Endfaser hohes Polster dachziegelartig geschichteter accessorischer Zellen (accZ). NOrg = subgenuales Nebenorgan, entsteht aus den untersten hinteren Sinneszellen des subgenualen Sinneszellenbogens. Seine verkümmerten Endschläuche inserieren gesondert von den übrigen bei J₁ am Integument. Sinneszellen liegen in einem Stroma faseriger Binde-substanz, dessen Kerne (BK) wahrscheinlich den Hüllzellenkernen der anderen Sinneszellen (HZK) homolog sind. Endschläuche zusammengedreht. Umhüllungszellen (UZ₁) und Kappenzellen (KZ₁) sind zu erkennen. Stiftförmige Körperchen (StfK₁) äußerst zart. In einigen Endschläuchen findet man Stiftwand zu langen, wellig gebogenen Schläuchen angezogen (in unserer Fig. ein Bruchstück (Schl) zu sehen), welche dann durch das Integument an eine Sinnesborste treten.

Kons. Flemming, Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 540 : 1.

Fig. 22. Querschnitt durch das Subgenualorgan und Längsschnitt durch das vordere Aufhängeband der Crista (Membranwurzel) von *Dectie. verrucif.*, im transversalen Längsschnitt durch die Tibia. Aus 2 Schnitten zusammengestellt; der obere Querschnitt liegt im Beine etwa 50 μ weiter hinten als die Membranwurzel (vgl. Fig. 19).

Im Subgenualorgan (SO) sehen wir alle Phasen der Endschläuche von der nahe der äußeren Beinwand liegenden Sinneszelle (SSZ) an bis zur Endfaser (EF) im Querschnitt. Endschläuche

liegen isoliert voneinander und sind von hyaliner Zwischensubstanz (hyZw) umgeben. Die welligen Seitenwände der accessorischen Zellen (accZ) sind hier besser zu erkennen als in Längsschnitten. Stellung des Organes im Blutkanal (BK). Schmalere Spalt zwischen Organ und Trachee (Tr).

Die vordere Membranwurzel (vMW) besteht teils aus Fasern, die ihren Ursprung aus Zellen nehmen, deren langgezogene Kerne (WK) neben den großen durch Zellbrücken (ZBr) verbundenen Kappenzellen (KZ₂) des Zwischenorgans liegen, teils aus ganz ähnlich gearteten Chitinfasern der Deckmembran (DM). HyK = Hypodermiskerne der Insertionsstelle.

In der Cristamasse (CrM) sternförmige Zelle (StZ).

Kons. Flemming, Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 540 : 1.

Fig. 23. Längsschnitt durch die äußeren Endschläuche des Zwischenorgans (vgl. F. 19 ZwN₁) einer *Locusta viridissima* im transversalen Längsschnitt durch die Tibia. (Die Schnittrichtung muß ein wenig schräg von vorn und innen nach hinten und außen liegen.) Aus zwei 5 μ -Schnitten kombiniert. Über dem Zwischenorgan Auffaserung des Subgenualastes des Tympanalnerven (tSN) und der Übergang seiner Fasern in die Sinneszellen (SSZ) des Subgenuelorgans.

Kons. Hermann, Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 540 : 1.

Fig. 24a und b. Cristaendschläuche im Längsschnitt; 24a aus einer sagittalen, 24b aus einer transversalen Längsschnittserie durch die Tibia von *Dectic. verruciv.* (vgl. Fig. 20 Eschl).

24a zeigt vorderen, trachealen Endschlauchabschnitt. Die sehr großen Sinneszellen (CrSZ) mit Hüllzellen (HZ) bedeckt. Ihr terminaler Fortsatz von einer häutigen Scheide umgeben, welcher die Zellen SchZ angehören. An der Umbiegungsstelle tritt faserige Binde substanz (fBst) mit langen, regelmäßig gelagerten Kernen (Kf) auf. Die Binde substanz umgibt den basalen Teil des medianen Endschlauchabschnittes (24b) röhrenartig und befestigt ihn an die Trachee (Tr). Umhüllungszelle (UZ) liegt mit ihrer Kernpartie (UZK) neben dem Endschlauch. Kappenzelle (KZ) ist mit Deckmembran (DM) verwachsen, sonst keine Verbindung oder Berührung der Kappenzellen. Der in die zweite Kappenzelle eingezeichnete Kern (KZK) liegt bei den oberen Endschläuchen niemals an dieser Stelle, sondern immer seitlich.

Kons. Flemming, Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 540 : 1.

Fig. 25. Querschnitt durch den äußeren, medianen Abschnitt der Cristaendschläuche im sagittalen Längsschnitt durch die Tibia von *Dectic. verruciv.*

In der Cristamasse (CrM), welche seitlich durch die zu Tragebändern (TB) verdickte Deckmembran (DM) begrenzt wird, die im Bereiche der Umhüllungszelle (UZ) kreisrunden, der Kappenzelle (KZ) oblongen Endschlauchquerschnitte. Bei 1 hat der Schnitt die Mitte der Umhüllungszelle getroffen, bei 2 die Stiftbasis (BStfK), bei 3 die Mitte des Stiftes (MStfK) und bei 4 den Stiftpfopf (KStfK). Kontur der Sinneszelle (KSzf) in allen Schnitten deutlich. 3 zeigt, daß die 8 Rippen (R) der Stiftwand eigentlich Doppelrippen sind. In demselben Querschnitt feine Fäden, die vom Axenstrang (Ax) nach der Stiftwand (W) ziehen.

Kons. Flemming, Färb. Eisen-Haematox. Vergr. 756 : 1.

Fig. 26. Tracheen und Nerven im oberen Abschnitt der rechten Vordertibia von *Gryllus domestic.* nach Entfernung der äußeren Beinwand von außen gesehen.

Der Tracheenstamm (Tr) teilt sich bei Sp in vordere und hintere Tympanaltrachee (vTr u. hTr), deren Wiedervereinigung bei Ve erfolgt. Zwischen der Teilungsstelle und dem Chitinwulst (W) der vorderen Beinwand entspringt aus der vorderen Tympanaltrachee der aufsteigende Ast (aA), welcher an seiner Ursprungsstelle mit der Tympanaltrachee eine nach außen vorspringende Kante (oK) bildet. Vordere Tympanaltrachee mit dem Integument durch breites Suspensorium (S) verbunden. Dem kleinen Trommelfell (vT) gegenüber das Trachealkörperchen (TrK). Subgenualnerv (SN) legt sich von hinten und innen um die Trachee herum und teilt sich in hinteren und vorderen Ast (hSA u. vSA). An der Vorderseite der Tympanalnerv (TN); sein Subgenualast (tSN) erscheint in dieser Ansicht verkürzt, da er direkt nach außen steht. Endaufzweigung des Tympanalnerven in vorderen und hinteren Trachealnerven (vTrN u. hTrN).

Kons. Form.-Alk.-Essigs., F. Ehrlichs Haematoxylin. Vergr. 107 : 1.

Fig. 27. Querschnitt durch die Tibia von *Gryllus dom.* im Bereiche beider Trommelfelle (analog Fig. 19). Scheidung des Blutkanals (BK) vom Muskelkanal (MK) durch die Tympanaltrachee (vTr u. hTr). Starke Versteifungsleisten der Cuticula (viTL, hiTL) umfassen seitlich den Muskelkanal, sein äußerer Abschluß wird durch die dick chitinisierten inneren Tracheenwände bewirkt. Trachealkörperchen (TrK) sitzt der vorderen Trachee seitlich auf und ragt frei in den Blutkanal, innen mit der Deckmembran des Trachealorganes (DM), lateral durch die Fäden des Suspensoriums (S) mit dem Integument verbunden.

Eschl = Endschlauch des Trachealorganes; seine Anheftung am äußeren Integument liegt mehr proximal. Bltk = Blutkörperchen, FZ = Fettzellen, M = Muskulatur, Sn = Sehne, TibN = Tibialnerv, TarsN = Tarsalnerv.

K Form.-Chrom-Essigs., F. Eisen-Haem., Vergr. 182 : 1.

Fig. 28. Subgenualorgan von *Gryllus dom.* im sagittalen Längsschnitt durch die Tibia. Der Schnitt hat die hintere Beinwand dicht neben der Anheftungsstelle der Endschläuche getroffen. Drei Gruppen von Sinneszellen: Der einen (SZ_I) gehören die eigentlichen subgenualen Endschläuche, die im Blutkanal ausgespannt sind, an, die zweite (SZ_{II}) liegt zwischen den accessorischen Zellen (accZ) und die dritte (SZ_{III}) breitet sich an der hinteren Beinwand aus. Die kurzen Endschläuche der letzten Gruppe liegen in ihrer ganzen Länge an der Matrix, die Stelle der Kappenzelle scheint eine Matrixzelle einzunehmen.

Kons. Flemming, Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 756 : 1.

Fig. 29. Endschläuche des proximalen Abschnittes des Trachealorganes von *Gryllus dom.* aus einem transversalen Längsschnitt durch die Tibia. Die distal gerichteten Endschläuche liegen anfänglich auf der Trachee resp. auf ihrer oberen Kante (oK) und richten sich kurz vor der Umhüllungszelle (UZ) auf. Der Kern der Umhüllungszelle, welcher im Subgenualorgan (Fig. 28) neben der Vacuole (V) liegt, befindet sich hier noch weiter distal neben dem stiftförmigen Körperchen. Die Kappenzellen sind durch außerordentlich zahlreiche Zellbrücken (ZB) miteinander verbunden.

K. Flemm., F. Eis.-Haem. Vergr. 756 : 1.

Fig. 30a u. 30b. Die untersten Endschläuche des Trachealorganes von *Gryllus dom.* (vgl. Fig. 24 a u. b und 27 Eschl).

Fig. 30a (sagittaler Längsschnitt) gibt den vorderen Abschnitt, welcher auf der Trachee liegt, wieder. Endschläuche durch faserige Binde substanz (fBst) auf der Trachee festgehalten. Fig. 30b veranschaulicht den hämalen, zwischen Trachee (vTr) und der äußeren Beinwand (Cu) ausgespannten Abschnitt (transversaler Längsschnitt). Die untersten Endschläuche zeichnen sich durch lange zu Endfasern (EF) umgebildete Kappenzellen (KZ) aus. Nach oben werden die Kappenzellen breiter; bei noch mehr proximal liegenden Endschläuchen würden wir erkennen, daß sie den Zellen KZ₁ immer ähnlicher werden. Diese zuletzt bezeichneten Zellgebilde sind die Kappenzellen der untersten Endschläuche des hinteren Trachealnerven, welche sich von hinten her um die Endfasern herumlegen.

Kons. Flemming, Färb. Eisen-Haematox., Vergr. 756 : 1.



