

Der Tonapparat der Cikaden.

Von

Dr. Paul Mayer in Neapel.

Mit 3 Holzschnitten.

In Neapel und nächster Umgebung sind die Cikaden so wenig häufig, dass ich bisher noch keine einzige hier gehört habe. Es bedurfte daher eines Ausfluges nach Capri, um die längst gewünschte Gelegenheit zu erhalten, durch Beobachtungen und Versuche an lebenden Thieren über den »Gesang« derselben in's Klare zu kommen. Anfänglich nun habe ich meinen Ermittlungen, welche ich zu eigener Belehrung angestellt hatte, keinen weiteren Werth beigelegt, bin aber dann bei Durchforschung der (nur wenig umfangreichen) einschlägigen Literatur anderer Ansicht geworden und halte jetzt eine Veröffentlichung der von mir gewonnenen Resultate für nicht ganz überflüssig. Die kurze historische Uebersicht, welche ich in erster Linie gebe, hat darum auch den Zweck, die Berechtigung zur Abfassung der folgenden Zeilen nachzuweisen.

In seiner bekannten und viel benutzten Schrift: »Die Ton- und Stimmapparate der Insecten in anatomisch-physiologischer und acustischer Beziehung. Leipzig 1867«¹⁾ äussert H. LANDOIS, gestützt auf seine Untersuchungen an einer »grossen südamerikanischen Cikade« die Meinung: »der sogenannte Gesang der Cikaden ist die Stimme derselben«²⁾. Sie kommt dadurch zu Stande, dass die Stimmbänder der im Metathorax gelegenen Stigmen (»Schrillstigmen«) durch die aus ihnen hervorgepresste Luft in Schwingungen versetzt werden. »Da die Stimmbänder dünn, straff und schmal sind, so kann kein anderer Ton entstehen, als

1) Vergl. diese Zeitschrift 1867. p. 105.

2) Ebenda p. 157.

der bekannte gellende Laut¹⁾. Das von allen früheren Autoren, namentlich aber von RÉAUMUR als eigentlicher Tonapparat angesprochene Organ dient nur als Resonator, liegt auch nicht, »wie RÉAUMUR sagt, an dem ersten Hinterleibsringel, sondern am Metathorax²⁾. In Folge dieser Publication entsteht auf Anregung von TARGIONI TOZZETTI, der seinen Zweifeln an der Richtigkeit der LANDOIS'schen Darstellung bereits in einem italienischen Jahresberichte kurzen Ausdruck³⁾ geliehen hatte, eine Arbeit von CESARE LEPORT⁴⁾. Dieser liefert nicht nur eine genaue anatomische Beschreibung, sondern theilt auch eine Reihe Versuche, die er an lebenden Thieren angestellt hat, mit und kommt zu dem Resultate: »ich schliesse mit der festen Ueberzeugung, die Wahrheit der Angaben RÉAUMUR's und den Irrthum der Schlüsse LANDOIS' dargethan zu haben«. Darauf erscheint wiederum von LANDOIS ein Aufsatz unter dem Titel: »Ueber ein dem sogenannten Tonapparat der Cikaden analoges Organ bei den hiesigen Grillen⁵⁾, in welchem er seine Ansicht in einigen Punkten geändert hat. Während er früher an der »grossen südamerikanischen Cikade« von dem mächtigen Muskel, welchen RÉAUMUR als zur Hervorbringung des Tones dienend bezeichnete, nichts bemerkt und sein Vorkommen schon deswegen leugnet, weil er nichts zu bewegen vorfinde⁶⁾, schreibt er jetzt: »Derselbe ist stark chitinisirt und wurde von älteren Forschern einfach als Chitinstäbchen gedeutet.... Die Muskelstructur desselben kann nach der mikroskopischen Unter-

1) a. a. O. p. 156. LANDOIS führt als analog eine Vorrichtung an, welche von »einem meiner Schüler, der früher die Kühe gehütet hatte, zufällig entdeckt worden ist« und in einem oben offenen, unten durch einen seiner Knoten geschlossenen Stücke Grashalm besteht, in welchem sich nahe dem unteren Ende ein feiner Längsritz befindet. In meiner Jugend habe ich von dieser in meiner Heimath Südwestfalen allgemein bekannten kleinen Flöte häufig genug Gebrauch gemacht, um zu wissen, dass ein starker Luftstrom, wie er doch wohl einer Cikade nicht zu Gebote stehen dürfte, dazu gehört, um überhaupt einen Ton zu erhalten.

2) a. a. O. p. 154.

3) *Annuario scientifico ed industriale* vom Jahre 1867. T. sagt, er gebe die Abbildung des Tonapparates der Cikade nach LANDOIS nicht wieder, da L. keine lebenden Thiere untersucht habe, auch nicht correct beschreibe und über die Wirksamkeit der Stigmen sich Täuschungen hingebe.

4) *Nuove ricerche anatomiche e fisiologiche sopra l'organo sonoro delle cicale*. *Bullettino della società entomologica italiana*. I. 1869, p. 221—235 tab. V. Mit Anmerkungen von TARGIONI TOZZETTI. Citat auf p. 235.

5) Diese Zeitschrift 1872. p. 348—354. Taf. XXVIII.

6) a. a. O. 1867, p. 154: »Dadurch fällt die Behauptung RÉAUMUR's schon von selbst; denn ein so festgewachsenes Organ [es ist von der Haut die Rede, an welche sich der Muskel ansetzt] kann durch Muskeln nicht aus seiner Lage gebracht werden. Eine solche ruckweise stattfindende Muskelthätigkeit, wie sie hier supponirt wird, ist auch an und für sich ohne Gegenstück in der Natur«.

suchung durchaus nicht zweifelhaft sein. Wegen seiner starken Chitinisierung kann dieses Stäbchen nicht contrahirt werden¹⁾. Gleichermassen liegen nun auch die Tonapparate nicht mehr am Metathorax, sondern am Hinterleibe. Zu den Untersuchungen LÉPORT's, die er aber dem Anscheine nach lediglich aus BRAUER's Berichte kennt, nimmt er mit den Worten Stellung: »Da mir nur trockene und Spiritusexemplare zu Gebote stehen, so soll es hier meine Aufgabe nicht sein, diese noch stets brennende Streitfrage näher zu erörtern«. Inzwischen hat nun auch BRAUER nach einander über die Arbeiten beider Gegner sein Urtheil abgegeben und sich schon in seinem ersten Referate auf Grund eigener Untersuchungen entschieden gegen LANDOIS aussprechen müssen. Ich führe nicht ohne Absicht die Stelle²⁾ wörtlich an: »Was die Cikade betrifft, so kommt der Verfasser zu dem Schlusse, dass der Sitz ihrer Stimme ebenfalls in den hinteren Thoraxstigmen zu suchen ist.... Das Häutchen und die Höhlen sind nur Resonanzapparate. Referent, welcher Cicada haematodes lebend beobachtete, kann letzteres bestätigen.... Dagegen glaubt derselbe auf ein Gebilde aufmerksam machen zu müssen, welches bei allen männlichen Cikaden an der Oberseite des Hinterleibes, jedenfalls am Grunde, liegt..... Man findet dort in einem ovalen Spalt eine Blase vortretend, die wohl in wesentlicher Beziehung zum Stimmorgane steht, da sie den Männchen ausschliesslich eigen ist.... So auffallend das Gebilde ist, so wurde es bis jetzt gänzlich übersehen.« In dem Berichte über LÉPORT³⁾ heisst es sodann: »Wie wir bereits angedeutet haben, liegt das eigentliche Stimmorgan nicht an der Unterseite des Thorax, sondern am ersten Hinterleibssegmente, seitlich oder oben (je nach der Art)..... Ob der Cikade daher noch ein Stimmorgan oder nur ein Tonwerkzeug zukomme, scheint somit für letzteres entschieden«. Dass BRAUER also mit LÉPORT Hand in Hand geht, zeigt sich schon in dem Umstande, dass er die Verschiedenheit in der Lage der Tonapparate je nach der Art ausdrücklich hervorhebt. Dagegen besteht zwischen ihm und LANDOIS keine weitere Uebereinstimmung, als dass beide gewisse für die Tonerzeugung unwesentliche Theile (»das Häutchen und die Höhlen«) als Resonatoren betrachten. Nichts destoweniger schreibt LANDOIS in seiner zuletzt erwähnten Arbeit folgenden Satz⁴⁾ nieder: »Ich habe die Meinung verfochten, dass die

1) a. a. O. 1872. p. 349. Es wäre interessant, zu erfahren, von welcher Cikadenart dieser nicht contrahirbare Muskel herrührt.

2) Archiv f. Naturgeschichte 34. Jahrg. 2. Bd. 1868, p. 346.

3) Archiv f. Naturgeschichte. 36. Jahrg. 2. Bd. 1870. p. 53.

4) a. a. O. 1872. p. 350. Offenbar hat sich LANDOIS durch die Nichtbeachtung des Wörtchens »letzteres« zu dem Glauben verleiten lassen, BRAUER bestätige auch die Herleitung des Tones von den »Schrillstigmen«.

eigentliche Stimme der Cikaden durch die Metathorakalstigen hervor- gebracht werde.... FRIEDRICH BRAUER in Wien stimmte meiner Ansicht bei«, und wiederholt ihn in etwas veränderter Form noch im Jahre 1874. Hier aber habe ich auf eine seltsame Erscheinung aufmerksam zu machen. In den »Thierstimmen« nämlich, einem von LANDOIS nur zum Theile streng wissenschaftlich geschriebenen Buche¹⁾ finde ich im sechsten Capitel unter der Aufschrift: »Der Gesang der Cikaden« einen wörtlichen Abdruck des betreffenden Abschnittes in den »Ton- und Stimmapparaten«, in welchen nur die Referate BRAUER's eingeschaltet sind und bald nachher im siebenten Capitel: »Töne der Geradflügler« eine ebenfalls wörtliche Wiedergabe des Aufsatzes über das neugefundene Organ der Grillen²⁾. Die »vielen Freunde der Natur«, welche laut Vorrede in den »Thierstimmen« eine »anregende Lectüre« finden sollen, lesen natürlich den letzteren Artikel, schon da er sich durch kleinen Druck als blos für »Fachgelehrte« bestimmt erweist, nicht, sondern halten sich an den ersteren und so entgeht ihnen auch die schwer zu beantwortende Frage, welche uns aufstöszt: Welcher LANDOIS hat nun eigentlich Recht, der von 1867 und 1874 oder der von 1872? Denn man sollte doch mit Fug erwarten dürfen, dass auf die Anführung der Arbeit von LEPORE eine eingehendere Widerlegung erfolge, als sie die Worte zu enthalten scheinen: »In der vorliegenden Beschreibung liegt kein wesentlicher Unterschied von der Darstellung RÉAUMUR's«; und noch genauer müssen die Gründe vorgeführt werden, welche LANDOIS von seiner vorgeschrittenen Auffassung im Jahre 1872 völlig zu der älteren zurückgebracht haben.

Wie aus dem Angeführten hervorgeht, herrschen zur Zeit zwei Auffassungen über den Tonapparat der Cikaden. Die eine, von RÉAUMUR herrührende, wird in Italien durch LEPORE, in Deutschland durch BRAUER neu aufgenommen, indess LANDOIS an seiner gänzlich davon verschiedenen Meinung nach wie vor festhält. In denjenigen zoologischen Handbüchern, welche nach der Zeit ihrer Entstehung überhaupt in der Lage sind, für

1) Thierstimmen. Freiburg 1874. Es heisst dort auf p. 33: »An einer andern Stelle referirt FRIEDRICH BRAUER über Cicada haematodes . . . meiner Auffassung zustimmend«, und nur wenige Zeilen vorher: »ich kann der Ansicht von BRAUER nicht beistimmen, wenn er es für entschieden hält, dass den Cikaden . . . nur ein Tonwerkzeug zukomme«. Hierin liegt ein Vorwurf der Inconsequenz für BRAUER, und zwar ein durchaus unverdienter.

2) p. 29—34 = p. 453—458 in der angeführten Zeitschrift von 1867, ferner p. 54—57 = p. 348—354 in der angeführten Zeitschrift von 1872. Zum Ueberfluss bemerke ich noch, dass ich selbstredend nicht den wörtlichen Abdruck tadele, sondern nur die Nebeneinanderstellung zweier sich ausschliessender Meinungen ohne ein Wort der Erklärung.

die eine oder die andere Partei zu entscheiden, finde ich nichts, was mir deutlich machte, wie denn nun im Allgemeinen in Deutschland die Sache angesehen wird. So hat CLAUS in der ersten Auflage seiner »Grundzüge« vom Jahre 1868 lediglich die REAUMUR'sche Theorie kurz wiedergegeben¹⁾, erwähnt hingegen in der zweiten Auflage²⁾ von 1872 auch der LANDOIS'schen, ohne aber ein eigenes Urtheil zu formuliren. SCHMARDT³⁾ begnügt sich mit der ersteren. Endlich hat, um auch dies nicht unerwähnt zu lassen, DARWIN⁴⁾ die Ansicht von LANDOIS adoptirt und ihr dadurch eine weite Verbreitung verschafft. Nach alle dem erscheint es mir angezeigt, zur endlichen und endgültigen Beantwortung der Frage, welche eigentlich in dieser Form schon gar nicht mehr hätte gestellt werden dürfen, beizutragen, und so bitte ich auch meine Auseinandersetzungen in diesem Sinne zu betrachten.

Wie aus der schematischen Zeichnung (Fig. 4)⁵⁾, die ich nach einer Reihe wirklich geführter Längsschnitte hergestellt habe, ersichtlich wird, befindet sich am Metasternum der von mir untersuchten Cikadenart — es ist *C. orni* — eine nach aussen ragende schuppenförmige Duplicatur der Epidermis (*es*³⁾). Ihrer Lage gemäss entspricht sie dem Episternite und ist als solches bereits von TARGIONI TOZZETTI⁶⁾ bezeichnet worden. LEPORT nennt sie *squamma metatoracico-addominale*, weil sie vom Metathorax ausgehe und sich über einen Theil des Abdomens hinziehe; seinen Angaben zufolge stossen bei *Cicada orni* die Schuppen beider Antimere in der Mittellinie der Brust zusammen und die etwas grössere linke ragt noch ein wenig über die rechte hinweg; dies trifft indessen nicht bei *C. orni*, vielmehr meist bei *C. plebeja* zu⁷⁾. Uebrigens sind sie auch beim Weibchen vorhanden,

1) Grundzüge der Zoologie p. 306.

2) Dasselbe p. 594.

3) Zoologie 1871. Bd. II, p. 95.

4) The descent of man and selection in relation to sex. 1871. Bd. I, p. 331.

5) Meine zeichnerische Begabung reicht nicht so weit, mir eine getreue Wiedergabe aller der kleinen Ausbuchtungen und Höhlen, welche sich im Chitingerüst vorfinden, zu ermöglichen. Ich gebe daher lieber eine schematische, aber klare und deutliche Figur, als dass ich, wie LEPORT dies thut, naturgetreue Abbildungen liefere, welche nicht plastisch genug gehalten sind und nur unter Zuhilfenahme des Objectes selber verständlich werden. Die Zeichnung von LANDOIS (a. a. O. 1867. Taf. XI, Fig. 47) berücksichtigt die nebensächlichen Theile auf Kosten der wichtigen und giebt daher erst recht kein anschauliches Bild.

6) a. a. O. p. 228 Anm. 4.

7) a. a. O. p. 224: »la sinistra cuopre la destra di poco col suo margine interno«. Dies Verhalten zeigt auch Taf. V, Fig. 7, welche von *C. orni* herrühren soll, aber entschieden nicht auf diese Art passt. Mir scheint, es liegt eine Verwechslung dieser beiden Arten vor. LEPORT behauptet, er habe die *Cicada orni*, haema-

aber etwas kleiner, und wölben sich in beiden Geschlechtern über das an ihrem Grunde liegende 3. Stigma hin. Die Episternite der anderen Thoraxsegmente nehmen hinsichtlich der Stigmen dieselbe Lage ein, sind aber bei Weitem nicht so gross wie diejenigen des Metathorax. Alle diese Verhältnisse sind schon von TARGIONI TOZZETTI genau angegeben, so dass ich nur zu bestätigen brauche. Dagegen ist es neu, wenn ich auf eine Chitinplatte (Fig. 4 d) aufmerksam mache, welche sich an der Grenze von Meso- und Metanotum in den Thorax hinein erstreckt, ohne aber das Sternum völlig zu erreichen. Sie verläuft, weil das Mesonotum ungebührlich gross wird, indess das Metanotum auf einen ganz niedrigen Halbring beschränkt ist, schräg von hinten und oben nach vorn und unten. Am besten lässt sie sich mit dem Zwerchfell vergleichen, zumal sie auch einen medianen Schlitz zum Durchtritt für Nervensystem u. s. w. besitzt. Sonach kann ich für den Zweck, welchen ich im Auge habe, mir den Körper auch des lebenden Thieres in zwei von einander durch diese feste Wand geschiedene Theile zerlegen: Kopf, Pro- und Mesothorax einerseits, Metathorax und Abdomen andererseits. (Das genannte Diaphragma kommt übrigens auch den Weibchen zu.) Die hintere Partie nun ist in ihrer ganzen Ausdehnung an dem Zustandekommen des »Gesanges« betheilig und darf also passend als »Tonhöhle« bezeichnet werden. Von Organen des vegetativen und animalen Lebens ist bei den Männchen dem Raume nach in ihr nur wenig enthalten. Die Muskulatur für das 3. Beinpaar und die schwachen Hinterflügel ist dicht am Diaphragma, der innere Geschlechtsapparat in den allerletzten Hinterleibsringen gelegen; der Darm ist leer und schmiegelt sich der Bauchwand eng an; Ganglienstrang und Herz liegen gleichfalls dicht am Chitinpanzer — und so kommt es, dass das Abdomen in seiner grössten Ausdehnung hohl und mit Luft gefüllt ist. Um so besser vermag es als Resonator für die an und für sich nicht eben starken Töne zu wirken¹⁾. Die physiologischen Versuche bestätigen dies Verhalten, wie unten gezeigt wird, lediglich.

todes und plebeja untersucht, spricht aber nirgends von den nicht unbeträchtlichen Unterschieden, welche diese drei Arten mit Bezug auf den Tonapparat darbieten; auch sind seine Zeichnungen sämmtlich nach der einen Art angefertigt. Die von LEPORE erwähnte Ungleichheit beider Episternite besteht bei *C. plebeja* allerdings, indessen überragt meist wohl die rechte Schuppe die linke. Unter zwölf Exemplaren, welche ich der Güte von TARGIONI TOZZETTI verdanke, zeigten nur drei das von LEPORE behauptete Verhalten, die übrigen aber das Gegenheil.

1) Diese Leere des Hinterleibes ist mir gleich beim Zerschneiden der ersten männlichen Cikade auffällig gewesen; hinterher erst habe ich ersehen, dass auch TARGIONI TOZZETTI (a. a. O. p. 228, Anm. 4) auf sie aufmerksam geworden ist und ihr ebenfalls eine Verstärkung des Tones zuschreibt.

Von den Veränderungen, welche die äussere Körperwand zu Gunsten der Schallerzeugung erlitten hat, erwähnte ich bereits der enormen Vergrösserung der Metathorakalepisternite, die als Schutz für eine bald zu beschreibende dünnhäutige Stelle des 4. Abdominalringes dienen sollen und zu diesem Behufe bis über den zweiten Ring reichen. Von diesem selbst und zwar von seinem oberen Rande tritt jederseits ebenfalls eine Hautduplicatur (Fig. 1 u. 2 *dk*) hervor, die nach vorne gerichtet den gleichen Zweck wie die Episternite verfolgt. Sie liegt am Dorsaltheile nahe dem Epimerite und wird also auf Längsschnitten nahe der Mittellinie nicht getroffen¹⁾. An den übrigen Hinterleibsringen findet sich nichts Gleiches vor; auch fehlt sie den Weibchen und ist also eigens für den Tonapparat gebildet worden. In ganz besonderem Maasse nun ist das erste Abdominalsegment umgeformt. Nur sein Rückentheil ist unverändert. Die Episternite hingegen sind schräg nach innen und oben zu eingebogen und verengern den Hohlraum des Ringes nicht unbeträchtlich. Zugleich ist in Folge hiervon die Verbindungshaut sowohl zum Metasternum als auch zum zweiten Abdominalringe viel grösser als gewöhnlich. Beide Häute sind aber auch noch derart umgestaltet, dass man sie nicht gleich für das erkennt, was sie wirklich sind, sondern sie mit besonderen Namen belegt hat. Die erstere (Fig. 4 *mg*) trägt bei LEPORI die Bezeichnung *membrana gialliccia* (gelbliche Haut) und wird von ihm einer weitläufigen Beschreibung unterzogen, aber schon von TARGIONI TOZZETTI richtig gedeutet²⁾. Die zweite (Fig. 4—3 *sp*) ist allgemein unter dem Namen Spiegel oder Irishaut bekannt und zeichnet sich durch ihren regenbogenartigen Glanz aus. Auf ihren morphologischen Werth ist sie bisher noch nicht zurückgeführt worden. Dass sie aber in Wirklichkeit nichts anderes ist, als die sehr weite Verbindungshaut zwischen dem 4. und 2. Abdominalsternite, geht aus folgender Betrachtung hervor. Bei den Cikaden³⁾ finde ich wie bei den Heteropteren, wo dies SCHIÖDTE⁴⁾ zuerst nachwies, jederseits zehn Stigmen

1) Aus dem Querschnitt Fig. 2 ersieht man, dass sie nirgends mit dem Episternit ihrer Seite zusammentrifft und darum einen kleinen Theil des zu schützenden Organes frei lässt. Dies hat auch schon RAMBUR bemerkt, wenigstens heisst es bei AMYOT et SERVILLE, *Histoire naturelle des Hémipteres* p. 484: »Dans cette espèce, dit M. RAMBUR, le premier anneau du ventre se prolonge en forme de lobe au devant de la partie supérieure de la timbale, dont la moitié inférieure reste à découvert«. Merkwürdig ist es mir hierbei erschienen, dass LEPORI dieser Verhältnisse nicht Erwähnung thut, obwohl er auch *C. orni* untersucht zu haben behauptet.

2) a. a. O. p. 228 Anmerk. 4: »Essa rappresenta chiaramente la parte molle e congiuntiva dei due contigui anelli del corpo (metatorace e 4^o addominale) che infatti riunisce per la parte inferiore«.

3) Ob dies bei allen Homopteren der Fall ist, weiss ich nicht.

4) KRÖYER's naturhistorisk Tidsskrift 1869. p. 255.

vor. Alle liegen an der Grenze zwischen dem Sternite und den Episterniten, mithin, da ersteres sehr schmal ist, ohne Ausnahme an der Bauchseite: so die drei am Thorax befindlichen und von den schuppenförmigen Episterniten verdeckten, so ferner das 5. und die folgenden frei am Abdomen gelegenen, so endlich auch das 4., welches beim Männchen tief verborgen ist und nur beim Weibchen eher in die Augen fällt¹⁾. Da es nun in beiden Geschlechtern am Grunde des Spiegels liegt (vergl. Fig. 2 u. 3 st⁴⁾), so sind in demjenigen Theile der Körperwand, der für gewöhnlich als erster Abdominalring angesprochen wird, deren zwei enthalten und so wird auch das erste am Bauche frei hervortretende Segment statt zum 2. zum 3. Sternite. Gleichzeitig folgt hieraus die eben angegebene Deutung der Spiegelhaut.

Aber auch der Rest des 4. Ringes, nämlich der Epimeraltheil, ist beim Männchen nicht mehr der ursprüngliche geblieben, sondern hat zur Ermöglichung des »Gesanges« eine andere Gestalt erhalten. Er führt bei den verschiedenen Autoren die Namen *timbale*, gefälteltes Häutlein, *membrana pieghettata* oder *tamburo*; ich werde ihn Trommelhaut nennen. Er ist (Fig. 2 tr) blasenförmig vorgewölbt und zugleich im Gegensatze zu dem übrigen Chitinpanzer ausserordentlich dünn und von grosser Elasticität. Letztere wird dadurch hervorgerufen oder zum wenigsten vermehrt, dass eine Anzahl paralleler Verdickungsschichten in die Trommelhaut eingelagert sind. So kommt es, dass, wenn man die Blase anschneidet, sie ihre Gestalt beibehält und dass die Ränder nicht klaffen.

Im Inneren endlich des viel besprochenen Ringes befindet sich beim Männchen ein sehr kräftiger Muskel (Fig. 2 m), welcher in directer Beziehung zur Tonerzeugung steht. Seinen Ursprung nimmt er theils an einer hohen *crista*²⁾ *sterni*, theils an dem eingebogenen Episternite und verläuft dann schräg nach aussen und oben, um sich in seiner ganzen Ausdehnung an eine breite Chitinlamelle (Fig. 2 s) anzuheften. Diese steht ihrerseits durch einen hohlen stielartigen Fortsatz mit der Trommelhaut in Verbindung. Der Stiel³⁾ ist, obwohl äusserst dünn, doch sehr fest und elastisch, und so bleibt die Chitinsehne, auch wenn

1) Beim Männchen versorgt der von ihm ausgehende Tracheenstamm vorzugsweise den Tonmuskel.

2) Sie ist, wie auch LEPORI (a. a. O. p. 225) bemerkt, mit einem Canal zum Durchtritt des Bauchstranges versehen (Fig. 2 cr). Beim Weibchen ist sie sehr niedrig und klein (Fig. 3 cr), während sie beim Männchen durch das ganze erste und zweite Abdominalsegment geht.

3) Ebenfalls von LEPORI (a. a. O. p. 226) einer genauen Darlegung gewürdigt, aber ohne dass die, wie mir scheint, klare physiologische Bedeutung erwähnt wäre.

der Muskel von ihr abgetrennt ist, stets in einem gewissen Abstände von der Körperwandung, welche also in ihren Schwingungen weniger gehindert wird, als wenn sich der Muskel direct an sie ansetzen wollte.

Es bleibt mir nun, um mit der anatomischen Beschreibung abzuschliessen zu dürfen, nur noch einige Angaben in Betreff der mikroskopischen Structur der geschilderten Theile zu machen übrig. Alle Schuppen, sowohl die Episternite, als auch die vom Abdomen sich erhebenden Schutzklappen, sind aus zwei Blättern zusammengesetzt, die sich nach Behandlung mit Kalilauge von einander ablösen lassen und die nur an einzelnen Stellen von Stützbälkchen durchsetzt sind. An Spiegel- und Trommelhaut habe ich zwar die Epidermis (Hypodermis WEISMANN's) nicht geradezu vermisst, aber ihre Zellen auch nicht durch Reagentien nachweisen können. Mir scheint, sie trocknet beim erwachsenen Thiere völlig ein und ermöglicht dadurch eine grössere Klangfähigkeit der Chitinmembranen. An dem Spiegel sehe ich die Abdrücke der Epidermiszellen deutlich, während ich sie bei der Trommelhaut nicht auffinden kann. Dass letztere nicht, wie TARGIONI TOZZETTI will ¹⁾, aus wirklichen Zellen zusammengesetzt ist, welche an den verdickten Partien zu mehreren Lagen über einander gehäuft sein sollen, liegt ohne Weiteres auf der Hand, da wir es ja mit Chitingebilden zu thun haben. Endlich betrachte ich die plattenförmige Sehne des grossen Muskels als eine Einstülpung von der Trommelhaut her und finde auch eine wirkliche Oeffnung (Fig. 2 in der Nähe von s), welche direct in den hohlen Sehnenstiel führt, vor. Zu weiteren histologischen Bemerkungen hat mir das Object keine Gelegenheit geboten.

Wie sich aus den bisherigen Darlegungen ergibt, finden sich bei den weiblichen Cikaden die meisten Theile des Tonapparates — sämtliche accessorische Organe mit Ausnahme der Abdominalklappen — bei der von mir untersuchten Art in fast gleicher Gestalt und Grösse wieder. Ich lege auf letzteren Umstand einiges Gewicht, weil LANDOIS, um seine Ansicht von den »Schrillstigmaen« zu erweisen, vergleichende Messungen angestellt hatte und zu anderen Resultaten gekommen war. Unter Anderem hatte er die »Stimmbänder« bei den Männchen etwa viermal ²⁾ so breit als bei den Weibchen gefunden und nannte daher die ersteren »geeignet zur Stimmerzeugung«, die letzteren

1) a. a. O. p. 228 Anm. 4: »La membrana pieghettata è chiaramente composta di cellule minute, le quali si adunano in maggior numero e si soprappongono in più strati nelli ingrossamenti, secondo i quali si fanno le pieghe«.

2) a. a. O. 1867. p. 54. Stimmbänder des Männchens 0,134, des Weibchens 0,034 Mm. breit.

»ungeeignet«. Ohne nun die Richtigkeit dieser Angaben für die »grosse südamerikanische« Cikade irgendwie in Zweifel ziehen zu wollen, bemerke ich nur, dass bei *Cicada orni* auch in diesem Punkte ein kaum merklicher Unterschied zwischen beiden Geschlechtern wahrzunehmen ist. Und doch singen auch bei dieser Art nur die Männchen, die Weibchen aber sind trotz breiter »Stimmbänder«, grosser Deckschuppen und ansehnlicher Spiegelhöhlen stumm. So fällt dieser Satz von LANDOIS. Richtig hingegen argumentirt man, wenn man, wie dies schon RÉAUMUR und später BRAUER ¹⁾ gethan, auf diejenigen Organe Rücksicht nimmt, welche dem Männchen ausschliesslich eigen sind, also auf die Trommelhaut und den sie bewegenden Muskel. Dass aber Trommelhaut und Tonmuskel wirklich in erster Linie an der Tonerzeugung betheilig sind, lässt sich auch experimentell feststellen, wie ich jetzt zu zeigen mich anschicke. Ich erwähne zunächst der eigenen Versuche, welche ich, ohne die Arbeit LEPOT's zu kennen, auf Capri an lebendem Materiale angestellt habe.

1. Die Abschneidung sämtlicher Schuppen, sowohl der Episternite als auch der Abdominaldeckklappen, hatte keine Schwächung des Tones zur Folge. Dagegen zeigte sich an der nun frei gelegten Trommelhaut, so lange das Thier sang, eine Bewegung.

2. Wurde in die Trommelhaut eingeschnitten, so war keine Veränderung des Gesanges wahrzunehmen. Die Schnittränder blieben dicht zusammen und konnten mit der Loupe deutlich in Schwingungen befindlich gesehen werden. Wenn dagegen die Trommelhaut geradezu zerstört wurde, so hörte der Ton gänzlich auf, falls beide Antimere betroffen waren, oder nahm nur an Stärke bedeutend ab, falls blos die eine Haut entfernt war.

3. Schnitt ich, während die Cikade sang, mit einer Scheere das Abdomen (etwa in der Höhe des dritten Ringes) rasch ab, so erlitt der Schall eine bedeutende Schwächung. An dem nun entblösten Tonmuskel liess sich feststellen, dass

4. eine Durchschneidung desselben auf einer oder auf beiden Seiten die Abnahme bezw. das völlige Verstummen des Tones zur Folge hatte.

5. Eine Cikade mit geöffnetem Abdomen liess sich durch Reizung der Tonmuskeln mittelst einer Pincette zum Singen bewegen.

6. An Spiritusexemplaren lässt sich jederzeit durch Zerren am Muskel oder an der Sehne oder endlich durch Einknickung der Trommelhaut der Einzelton erzeugen und zwar genau in derselben Höhe wie er am lebenden Thiere ertönt.

1) Vergl. oben p. 84.

LEPORI seinerseits beschreibt 8 verschiedene Versuche, von denen keiner mit den meinigen in Widerspruch steht¹⁾. Aus seinen Angaben hebe ich diejenigen heraus, welche meine Beobachtungen zu ergänzen geeignet sind. Die Durchschneidung oder auch gänzliche Zerstörung der membrana gialliccia und des Spiegels ändern am Tone nichts. Ferner heisst es: »wir haben in diese Häute Risse gemacht, ohne die Fetzen zu entfernen, um zu sehen ob sie wohl schwingen oder einen Eigenton geben würden; aber von alle dem traf nichts ein.« Speciell gegen LANDOIS sind die Versuche unter Nummer 7 und 8 gerichtet; ich gebe sie wörtlich wieder: »... wir haben es für passend erachtet, auch den Verdacht zu vernichten, es könnten die Stigmen am Metathorax wenigstens irgend welchen directen Einfluss auf die Tonerzeugung haben. Zu diesem Behufe haben wir die Oeffnungen der von LANDOIS so genannten Schrillstigmen und auch die der übrigen Stigmen mit Oel verschlossen. Das Thier zeigte, nach seinen Bewegungen zu urtheilen, deutlich Schmerzen, und das konnte auch nicht anders sein, da ja die Athmung behindert war; dennoch liess sich der Gesang ohne die geringste Aenderung andauernd hören. Bringt man hingegen einige Tropfen Oel in die Höhlung, in welcher die Trommelhaut liegt, und zwar so, dass diese davon benetzt (spalmata) wird, so hört der Gesang zwar nicht völlig auf, wird aber dumpf und tief (oscuro e basso); er ändert seine Stärke, Höhe und Klangfarbe und hört sich an wie ein Ton, welcher dem Verstummen nahe ist (che va quasi a spegnersi).«

Fasse ich zum Schlusse die Ergebnisse meiner Untersuchung kurz zusammen, so kann ich sie in folgenden Sätzen aussprechen:

1. Der Gesang der meisten Cikadenarten²⁾ ist eine stetige und rasche Wiederholung ein und desselben kurzen Tones.

2. Der Tonapparat besteht in seinen wesentlichen Theilen aus einem Paare Trommelhäuten (umgewandelten Epimeriten?) und den sie bewegendem Muskeln. Er ist nur beim Männchen vorhanden und gehört dem 4. Abdominalsegmente an.

3. Als Resonator dient das ganze Thier mit Ausnahme des Kopfes

1) a. a. O. p. 228—234. Die Citate auf p. 229 bezw. 230 u. 234. LEPORI will auch die rapiden Schwingungen des Tonmuskels mit einer guten Loupe gesehen haben. Er behauptet, der Muskel bestehe aus zwei getrennten Bündeln, von denen hauptsächlich das vordere für Hervorrufung des Tones dienen solle. Mir ist diese anatomische und physiologische Unterscheidung nicht geglückt.

2) Aus LANDOIS' »Thierstimmen« p. 36 entnehme ich, dass die Cicada septemdecim in Nordamerika förmlich trillert und Töne innerhalb des Intervalles einer Quinte von sich giebt. Hier mögen neben dem besprochenen Tonapparat noch andere Vorrichtungen vorhanden sein; vielleicht kommen die »Schrillstigmen« bei dieser einen Art, die aber noch nicht untersucht worden, auch zur Geltung.

und der beiden ersten Brustringe. Vornehmlich wirkt das mit Luft gefüllte Abdomen tonverstärkend.

4. Als Schutz für die leicht verletzbare Trommelhaut wölben sich über sie vom Hinterleibe her zwei ausschliesslich dem Männchen eigene Klappen (welche bei anderen Arten ganz zu fehlen scheinen), vom Thorax dagegen zwei Episternite.

5) Der Spiegel ist die weit nach innen gezogene Bindehaut zwischen dem 1. und 2. Abdominalepisternite. An seinem Grunde liegt das 4. Stigma, welches beim Männchen den Tonmuskel versorgt. Die übrigen Luftlöcher liegen theils unter den Episterniten versteckt (1.—3. Paar), theils frei am Abdomen (5.—10. Paar).

6. Bei den verschiedenen Arten scheinen nicht unwesentliche Differenzen in Bezug auf Grösse, Form und Lagerung der einzelnen Theile des gesammten Apparates vorzukommen, die unter Zuhülfenahme von Entwicklungsstadien wohl einer näheren Untersuchung werth sein mögen, zumal sie über die phylogenetische Entstehung der ganzen Einrichtung Licht verbreiten dürften.

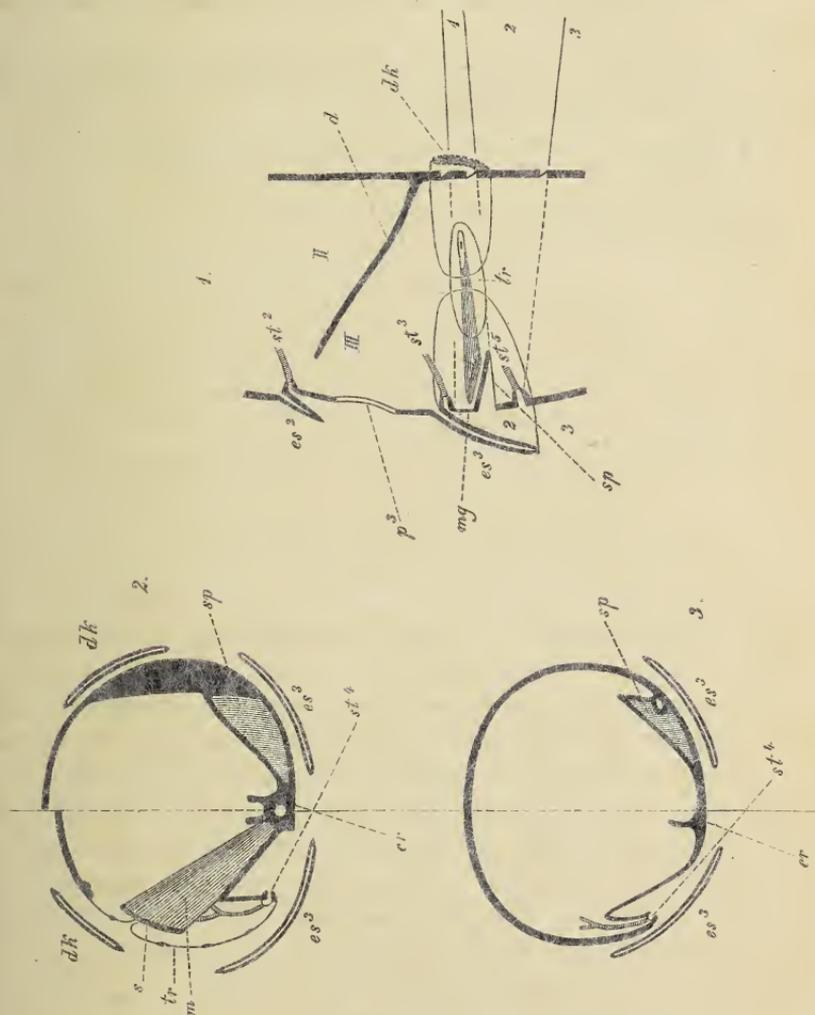
Neapel, Zoologische Station, den 28. Juli 1876.

Nachschrift.

Der Freundlichkeit des Herrn TARGIONI-TOZZETTI verdanke ich eine Reihe mit Sorgfalt in Alkohol conservirter Exemplare von *Cicada plebeja*. Ich habe sie in Betreff des Tonapparates mit der anderen Art verglichen und finde erstlich, dass die Beschreibung, welche LEPORI giebt, ausschliesslich für diese grössere Art zutrifft, ferner, dass die Zeichnung von LANDOIS, welche nach den Befunden an *C. orni* nur schwer verständlich ist, sich auf *C. plebeja* bei Weitem leichter beziehen lässt, also vorwiegend nur einer falschen Deutung seitens ihres Autors unterlag, endlich, dass alle irgendwie wesentlichen Theile mit Bezug auf ihren morphologischen Character völlig dieselben sind wie bei *C. orni* und nur in der Form abweichen. So besitzen die vom Abdomen aufsteigenden Deckschuppen eine derartige Grösse und schmiegen sich mit ihrem freien Rande, welcher bei *C. orni* absteht, so eng an den Thorax an, dass LEPORI den Fehler begehen konnte, sie statt für Duplikaturen für die eigentliche Körperwandung zu nehmen und darum gar nicht besonders zu erwähnen. In der Zeichnung von LANDOIS fehlt der Trommelmuskel gänzlich; er wird auch wohl an dem offenbar schlecht conservirten Thier nicht mehr vorhanden gewesen sein, da er sonst nicht hätte übersehen werden können. Die Lage der

Stigmen ist dieselbe wie bei der anderen Art; auch das Diaphragma ist vorhanden. Wegen der Episternite vergl. oben p. 83 Anm. 7.

Berlin, 25. November 1876.



Erklärung der schematischen Zeichnungen.

Fig. 1. Längsschnitt in der Breite der Episternite geführt. Die römischen Zahlen bezeichnen die Segmente des Thorax, die arabischen die des Abdomens. Trommelhaut und Tonmuskel sind eingezeichnet.

es, Episternit,

st, Stigma,

d, Diaphragma,

p, Einlenkungsstelle des dritten Beines,

dk, Deckklappe,
tr, Trommelhaut,
sp, Spiegelhaut,
mg, membrana gialliccia = Verbindungshaut zwischen Metasternum und Abdomen.

Fig. 2. Zwei halbe Querschnitte durch den ersten Hinterleibsring des Männchens, und

Fig. 3. dieselben durch den nämlichen Ring des Weibchens geführt. Die auf der rechten Seite befindlichen Halbschnitte verlaufen näher dem hinteren Ende des Segmentes, die auf der linken mehr in der Mitte.

m, Tonmuskel,
cr, crista sterni,
s, Sehne des Tonmuskels.

Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 4.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Mayer Paul

Artikel/Article: [Der Tonapparat der Cikaden 79-92](#)