

bereits im Rot stark verkürzt. Dieses Verhalten ist stets für den total Farbenblinden, und zwar nur für ihn bezeichnend, wie die Erfahrung lehrt. Hätten die Daphniden einen dem unsrigen irgendwie vergleichbaren Farbensinn, so müssten die Augenbewegungen bei verschiedenfarbiger Belichtung in durchaus anderer Weise verlaufen, als es in der Tat der Fall war.

Es lehren also auch diese Untersuchungen mit Pigmentpapieren, dass die Helligkeitswerte der verschiedenen farbigen Lichter für das Daphnidenaug die gleichen oder mindestens sehr ähnliche sind wie für das Auge des total farbenblinden Menschen.

Herrn Geheimrat v. Heß, in dessen Institut und unter dessen Leitung diese Versuche ausgeführt wurden, möchte ich auch an dieser Stelle für sein großes Entgegenkommen, seine Hilfsbereitschaft und seine Ratschläge meinen verbindlichsten Dank sagen.

München, Juni 1913.

Literaturverzeichnis.

1. Hering, E. Untersuchung eines total Farbenblinden. Arch f. d. ges. Physiol., Bd. 49, 1891.
2. Heß, C. Neue Untersuchungen über den Lichtsinn bei wirbellosen Tieren. Arch f. d. ges. Phys., Bd. 136, 1910.
3. — Gesichtssinn. In: Handbuch der vergleichenden Physiologie, herausgeg. v. H. Winterstein. Jena, G. Fischer, 1912, 21. Lieferung.
4. — Neue Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. IV. Untersuchungen über den Lichtsinn der Larven von *Culex nemorosus*. Zool. Jahrb. Abt. f. allg. Zool. u. Phys., Bd. 33, Heft 3, 1913.

Über zirpende Schmetterlingspuppen.

Von Dr. Heinrich Prell.

(Aus dem Zool. Institut der kgl. Forstakademie Tharandt.)

Mit 5 Figuren.

Beim Ausräumen eines Zuchtglases, in welchem Raupen von *Zephyrus quercus* L. aufgezogen und zur Verpuppung gebracht wurden, fiel dem Präparator des hiesigen zoologischen Institutes, Herrn Herpig, ein feines „piependes“ Geräusch auf. Der Ton konnte nur von den auf dem Tische liegenden Puppen ausgehen, und in der Tat ließ er sich sehr deutlich wahrnehmen, wenn man dieselben in der hohlen Hand ans Ohr hielt.

Da genauere Angaben über eine derartige Lautäußerung nicht vorliegen und ihr Vorhandensein auch biologisch einiges Interesse beanspruchen dürfte, erbat und erhielt ich eine der Puppen zur Untersuchung. Im folgenden soll nun das Ergebnis mitgeteilt und eine Schilderung des tonerzeugenden Apparates gegeben werden.

Die Raupe von *Zephyrus quercus* verpuppt sich auf dem Boden im Laube ohne Anheftung an festen Gegenständen. Die braune,

schwarzgesprenkelte Puppe (Fig. 1) erinnert im Habitus stark an eine Heterocerempuppe. Sie ist ziemlich kurz und dick, ohne irgendwelche Prominenzen, und besonders auf der Dorsalseite mit sehr kurzen pinselförmigen Borsten besetzt, zwischen denen in der Nähe der Stigmen auch längere morgensternförmige Borsten auftreten. Sehr bemerkenswert ist es, dass die Puppe scheinbar völlig unbeweglich ist, da ihr die Fähigkeit des „Schlagens“, welche anderen Puppen zukommt, abgeht. Rösler erklärte sie daher für starr, und, soviel ich sehen kann, ist diese Ansicht noch nicht aufgegeben worden.

Betrachtet man bei schwacher Vergrößerung die Puppe, so findet man, dass die Aneinanderfügung der Hinterleibsringe an ihr nicht überall gleichartig ist. Während für gewöhnlich die Segmente ganz fest miteinander verkittet sind, klapft auf der Dorsalseite, ventralwärts allmählich verschwindend, zwischen dem 5. und 6. Segmente ein deutlicher feiner Spalt. Wenn irgendwo, so musste hier also die Schallquelle zu suchen sein, denn dass es sich um Stridulation handeln müsse, war von Anfang an zu erwarten.

Die Puppe wurde nun durch leichte Berührung oder durch Anhauchen zur Stridulation veranlasst. Noch bei der Betrachtung mit starker Lupenvergrößerung ließ sich keine Bewegung im Gebiete des Stridulationsspaltcs bemerken. Erst unter Anwendung 60facher Binokularvergrößerung und bei dorsaler Aufsicht sah man deutlich, dass die hintere Hälfte des Abdomens ganz schwach gegen die vordere gehoben und gesenkt, beziehungsweise herangezogen und losgelassen wurde. Gleichzeitig mit diesen Bewegungen konnte man die einzelnen Stöße des Zirptones unterscheiden.

Hierauf wurde die Puppe seziiert und die einzelnen Intersegmentalbezirke genauer untersucht.

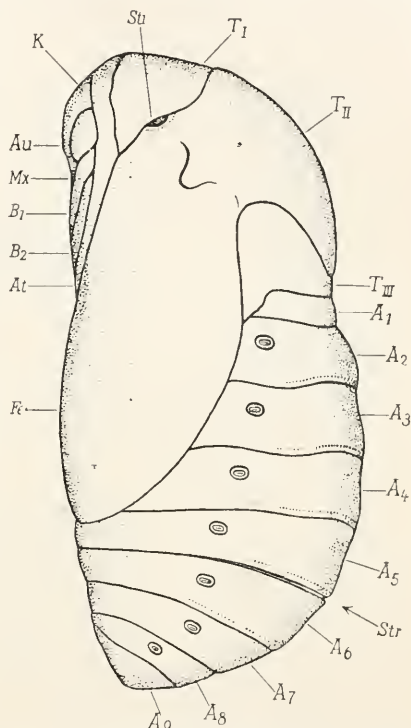


Fig. 1. Seitliche Totalansicht der Puppe von *Z. quercus* ♀ (× 8,3). A — Abdominalsegmente. At — Antenne. Au — Auge. B — Bein. Fl — Flügel. K — Kopf. Mx — Maxille. Sti — Stigma. Str — Stridulationsspalt. T — Thorakalsegmente.

Dabei zeigte es sich, dass die „starr“ Intersegmentalverbindungen sich durch leichten Zug lösen ließen (Fig. 2). Dann trat zwischen den beiden dicken braunen, mit borstentragenden Chitinleisten skulptierten Hauptschuppen eine glashelle Interskleritalthaut hervor, welche sehr zarte, in unregelmäßigen Reihen angeordnete Spinulae trägt. Nach den Rändern zu werden die Spinulae etwas gröber und mögen hier mit zur Verankerung der beiden Platten aneinander beitragen. In der Mitte der Interskleritalthaut findet

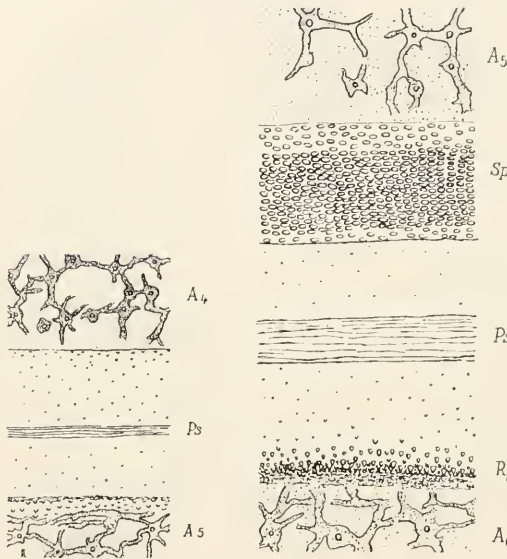


Fig. 2.

Fig. 3.

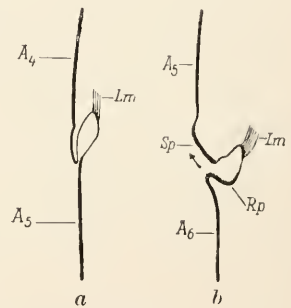


Fig. 4.

Fig. 2. Intersegmentalbezirk zwischen 4. (*A*) und 5. (*A*) Abdominalsegment. *Ps* — Präsegmentalleiste ($\times 100$).

Fig. 3. Intersegmentalbezirk zwischen 5. (*A*) und 6. (*A*) Abdominalsegment. *Ps* — Präsegmentalleiste. *Rp* — Reibplatte. *Sp* — Schrillplatte ($\times 100$).

Fig. 4. Querschnitt durch den a) 4.:5., b) 5.:6. Intersegmentalbezirk. *Lm* — Längsmuskel. *Rp* — Reibplatte. *Sp* — Schrillplatte.

sich eine undeutlich begrenzte Chitinspange, welche der dorsalen Längsmuskulatur zum Ansatz dient und als Präsegmentalleiste zu identifizieren ist. Im Querschnitte der nicht gelockerten Segmentverbindung (Fig. 4 *a*) sieht man die fest aufeinander gepressten Hauptplatten und die taschenförmig dazwischen eingestülpte Interskleritalthaut mit dem an der Präsegmentalleiste ansitzenden Longitudinalmuskel.

Etwas anderes ist das Bild an der Stridulationsspalte (Fig. 3). Hier nimmt das Chitin am Hinterrande der 5. Hauptschuppe zunächst an Dicke ab und ist mit verstreuten gröberem Zähnchen besetzt. Wenig weiter hin treten dann die Spinulae dicht aneinander,

das Chitin wird stärker, und es entsteht ein schmales, nach hinten ziemlich scharf begrenztes rauhes Band, welches die Schrillplatte bildet. Hierauf folgt eine Zone dünnen Chitins mit feinen Spinulae, welche in der Mitte die muskeltragende Präsegmentalleiste enthält. Nach hinten zu verdickt sich das Chitin allmählich, die Spinulae werden größer, treten dicht zusammen und es bildet sich so eine in der Aufsicht allerdings nur teilweise sichtbare Reibplatte, welche direkt in die leistenbesetzte Hauptplatte des 6. Segmentes übergeht. Im Querschnitt der etwas auseinandergezogenen Stridulationsspalte (Fig. 4b) sieht man, dass der schräg von vorn nach hinten geneigten Schrillplatte die ebenso gerichtete Reibplatte gegenüber liegt, und man kann deutlich erkennen, wie durch den Zug der Längsmuskulatur die Rückenschuppe des 6. Segmentes über den Hinterrand der vorangehenden hinaufgeschoben wird, wobei dann die beiden zahntragenden Platten übereinandergleiten und den Stridulationston hervorbringen.

Verfolgt man die Schrillplatte nach den Seiten zu, so findet man sie dorsal überall als annähernd gleich breit bleibendes Band. Lateral steigt sie ebenfalls ziemlich weit herab, um schließlich in der Höhe des Stigmas aufzuhören (Fig. 5). Die Grenzen der Reibplatte sind weniger scharf umschrieben.

Die Erzeugung des Tones scheint hauptsächlich in den Seitenteilen des Apparates zu erfolgen. Als auslösender Faktor für die Stridulation wirkt jede Beunruhigung der Puppe. Die Stärke des Tones gleicht anfangs nahezu dem eines Spargelhähnchens (*Crioceris asparagi*), im Laufe der Entwicklung lässt sie aber, entsprechend der zunehmenden Steifheit der Puppe, allmählich nach, so dass der Ton später nur noch schwierig wahrzunehmen ist. Über

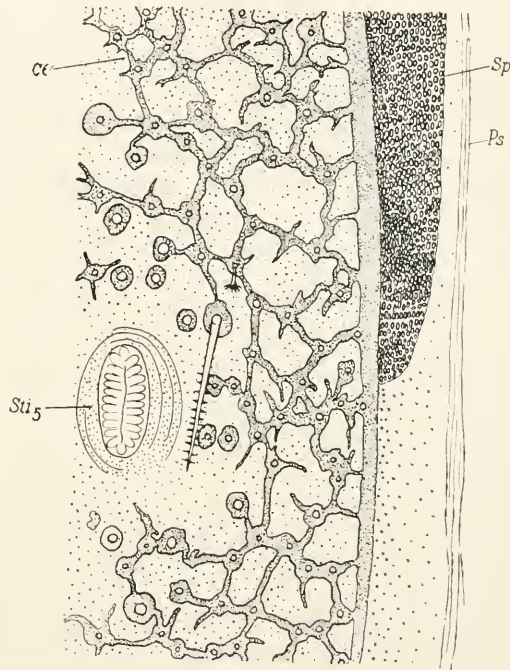


Fig. 5. Hinterrand des 5. Abdominalsegmentes in der Höhe des Stigmas. *Cl* — borstentragende Chitinleisten. *Ps* — Präsegmentalleiste. *Sp* — Schrillplatte. *Sti* — 5. Abdominalstigma ($\times 100$).

den mutmaßlichen Zweck lassen sich keine sicheren Angaben machen. In Betracht käme vielleicht die Abschreckung von Feinden, was in Anbetracht der Schwäche des Tones wenig wahrscheinlich ist, oder auch die Anlockung anderer Raupen der gleichen Art zum Zweck der bei Lycaeniden häufigen geselligen Verpuppung, die wiederum eine gewisse Garantie für sichere Befruchtung bieten würde.

Bei der Durchsicht der Literatur schien es zunächst, als ob die Stridulation von Schmetterlingspuppen noch nicht bekannt geworden sei. Wenigstens enthalten die neueren zusammenfassenden Arbeiten über tonerzeugende Apparate (Berlese, Prochnow) keinen Hinweis darauf. Im weiteren Verfolg aber zeigte sich, dass die Hervorbringung von Tönen durch Schmetterlingspuppen schon sehr lange bekannt ist, ohne allerdings genauer untersucht zu sein.

Der erste, welcher darüber berichtet, ist Kleemann, der in seiner Natur- und Insektengeschichte von 1774 des knorrenden Geräusches gedenkt, welches die Puppen von *Callophrys rubi* L. von sich geben. Ein volles Jahrhundert später entdeckte unabhängig davon Schild wiederum bei *C. rubi* die Fähigkeit zu zirpen, als er eine größere Anzahl davon auf einen Bogen Papier ausschüttete. Er versuchte auch, eine Erklärung für das Entstehen des Tones zu geben. Da er keine Bewegung an der Puppe wahrnehmen konnte, kam er auf die „anthropomorphistische“ Deutung des Tones als eines Blasetones, hervorgerufen durch den Aus- und Eintritt von Luft durch die Stigmen. Damit suchte er auch das Verstummen des Tones bei Benetzung der Puppen zu erklären, da eine lebhaftere Atmung stattfindet, wenn die Puppe trocken liege. Während der Ausfall des Tones bei Benetzung wohl nur durch das Eindringen von Wasser in die Stridulationsspalte verursacht wird, ist die Deutung des Tones als Blaseton sicher verfehlt. Einmal sind die Tracheen der Puppe viel zu spärlich und entbehren der erforderlichen starken Muskulatur, und dann ist kaum das Vorhandensein von zwei verschiedenen Tonapparaten anzunehmen. Außer diesen beiden Literaturangaben konnte ich, abgesehen von Zitaten nach denselben, keine weiteren Mitteilungen über das Zirpen von Schmetterlingspuppen finden.

Neben *Z. quercus* untersuchte ich noch eine größere Anzahl von *Th. spini* Schiff. auf Lautäußerungen hin, und konnte auch bei dieser Art ein feines Zirpen wahrnehmen. Im Gegensatz zu Schild's Angaben für *C. rubi* fand ich hier, dass die Neigung zum Zirpen bei dicken (weiblichen) und dünnen (männlichen) Puppen annähernd gleich, dass sie jedoch bei dunkler gefärbten (älteren) stets geringer als bei helleren (jüngeren) war. Im Bau stimmt der Tonapparat mit demjenigen von *Z. quercus* überein.

Ist nunmehr das Stridulieren bei den Puppen der Genera *Thecla* F., *Zephyrus* Billb. und *Callophrys* Dalm., das ist bei sämt-

lichen Gattungen heimischer Zipfelfalter, festgestellt, so erscheint es sehr wohl möglich, dass diese Fähigkeit ein Gruppenmerkmal bildet. Leider bot sich mir keine Gelegenheit, auch Vertreter anderer *Lycaenidengattungen* in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, so dass diese Frage zunächst offen bleiben muss.

Zitierte Literatur.

- Kleemann, Chr. Fr. C., Beiträge zur Natur- und Insektengeschichte, IV, 1774, p. 123 (mir nicht zugänglich).
 Schild, F. G., Miscellen (Zirpende Insektenpuppen etc.) Stett. Ent. Zeit. XXXVIII, 1877, p. 85–87 (97).

Zur Theorie der alkoholischen Gärung.

Von Priv.-Doz. Dr. Hans Pringsheim, Berlin.

Die Wandlungen unserer biologischen Anschauungen sind mit der Entwicklung der Gärungstheorie immer eng verknüpft gewesen. So hat alkoholische Gärung zu einem Kampfe über die Möglichkeit der Urzeugung herausgefordert, der dann durch die Entdeckung der Hefe eine Lösung zu finden schien. Doch sollten hier die Waffen nicht vergraben werden: denn Liebig und seine Anhänger wollten in der Hefe nur eine Nebenerscheinung sehen, bis ihnen durch Pasteur der Beweis geliefert wurde, dass nicht die in den Gärflüssigkeiten enthaltenen Eiweißstoffe, sondern die Hefezellen selbst für die Zerlegung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure verantwortlich sind. Hiermit war für die Zukunft die Fragestellung eine veränderte geworden: sie lautete nicht mehr, ist die Hefe die Ursache der alkoholischen Gärung, sondern, mit Hilfe welcher Mittel gelingt es der Hefezelle, die Zerlegung des Zuckers zu vollziehen? Kann man, wie Moritz Traube theoretisch geschlossen hatte, das wirksame Prinzip der Hefezelle von ihr trennen und so eine „Gärung ohne lebende Zellen“ in Tätigkeit treten lassen? Wie allbekannt hat man sich nach der Entdeckung der zellfreien Gärung durch Buchner bis auf den heutigen Tag dahin geeinigt, dass die alkoholische Gärung durch ein Ferment, die Zymase, verursacht wird, welches sich von der Hefezelle abtrennen lässt, und das zwar der vitalen Tätigkeit der Hefe seine Entstehung, nicht aber seine Wirkungsweise verdankt. Stets war beobachtet worden, dass das der Hefezelle entnommene Ferment in bezug auf die Zuckerzerlegung der Wirkungsweise der lebenden Hefe in qualitativer Beziehung folgt; über die quantitative Verminderung der Gärkraft, welche das einer bestimmten Hefemenge entnommene Ferment im Vergleich zur Wirkungskraft derselben Menge noch lebender Hefe entfaltet, hatte man sich wenig Sorgen gemacht, denn man schien von vornherein wohl einen Rückgang in der Gärkraft getöteter Hefe zu erwarten und man glaubte genügend Gründe für ihn zu kennen. Auf sie wird im weiteren noch einzugehen sein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Prell Heinrich

Artikel/Article: [Über zirpende Schmetterlingspuppen. 496-501](#)