

gezeichnet, besitzt sie einen deutlichen schwarzen Rückenstreifen, der bei *jurassicola* fehlen kann. Das wichtigste, nie versagende Merkmal sind die kürzeren Haare, deren Länge bei der Raupe nach der letzten Häutung nie 1 mm übersteigt, während sie bei *jurassicola* etwa doppelt so groß ist. (Seitz-Suppl. II, 42).

Zu 151. *Z. ephialtes* L. subsp. *peucedani* ESP. (= *berealis* BGFF. in der Fauna, S. 35, Seitz II, 23/24, 442/443, Suppl. II, 43).

f. *athamantoides* REISS (für *athamantae* ESP. in der Fauna). Nicht häufig unter der Art. So bei Beuren und bei Oberlenningen (Reiß).

f. *medusoides* REISS (für *medusa* PALLAS): Die fünffleckige *ephialtes*-Form. Die Flecke 1 und 2 der Vorderflügel karminrot, 3, 4 und 5 der Vorderflügel weiß, Hinterflügel blauschwarz mit einem weißen Fleck in der Zelle. Nur ein ♂ bekannt von Beuren, 29. VII. 1920 (Reiß). Sehr selten.

f. *ephialtoides* REISS (Seitz-Suppl. II, 43): Wie *ephialtes* L. sechsfleckig, 2 karminrote Flecke an der Basis (1, 2), 2 weiße Flecke in der Mitte (3, 4), 2 weiße Flecke (einer in der Zelle und einer gegen den Außenrand gelegen, (5, 6). Die

4 weißen Flecke können auch mehr oder weniger rot überstäubt sein. Hinterflügel blauschwarz mit einem weißen Fleck vor der Zelle. Geislingen a. d. Steige, 31. VII. 1943 und 17. VII. 1946 (2 ♂♂ Kopp). Die Art ruht bei schlechtem Wetter und bei Nacht fast immer auf Strauchwerk.

Literatur:

H. Reiß: Ein kleiner Ausschnitt über *Zygaena ephialtes* L. (Lep.). Ent. Zeitschrift, 54. Jahrgang 1940, Nr. 9 und Nr. 10.

Allgemeiner Zusatz:

Die Angaben über Futterpflanzen der Raupen der hier behandelten *Zygaenenarten* in den Handbüchern von Spuler, Lampert, Berge-Rebel u. a. sind, soweit sie nicht in der Fauna angeführt sind, irrig und dürften auf Beobachtungsfehlern beruhen. Besonders die erwachsenen *Zygaenenraupen*, die zur Verpuppung schreiten wollen, werden häufig an Pflanzen gefunden, die nicht zu ihrem Speisezettel gehören.

(Anschritt des Verfassers: Hugo Reiß, Stuttgart-W, Knospstr. 9 ptr.)

Ein Buch über den Gesang der Insekten

von Werner Jacobs

(mit 2 Abbildungen)

In Bd. 1, Heft 5 dieser Zeitschrift wurde einiges über die Anatomie der Lautorgane von Heuschrecken, über die Artspezifität der Lautorgane und Lautäußerungen dieser Tiere sowie über deren biologische Bedeutung berichtet. Es wurde darauf hingewiesen, wie schwierig es ist, eindeutige Beziehungen zwischen dem Feinbau der Schrillette und der Art des Gesanges festzustellen, und es wurde unter Hinweis auf Regen (1930) erwähnt, daß man vielleicht mit feinen physikalischen Registriermethoden weiterkommen würde. Diese Hoffnung wurde inzwischen bis zu einem gewissen Grade erfüllt mit dem Buch von G. W. Pierce, *The songs of insects* (Harvard Univers. Press, Cambridge, Mass. 1948), das erst jetzt in meine Hände kam und über dessen wesentlichen Inhalt hier kurz berichtet werden soll.

Pierce ist Physiker und zwar Fachmann für „communication engineering“, also für „Nachrichtenübermittlung“; er war Leiter eines physikalischen Instituts an der Harvard Universität. So hatte er alle Möglichkeiten, ein Spezialaufnahme- und Registriergerät zu bauen und mit ihm die Laute zahlreicher Insekten, insbesondere vieler

nordamerikanischer Grillen und Laubheuschrecken, in Form von Kurven aufzunehmen. Der dabei verwendete Apparat wird genau beschrieben. Besondere Anforderungen mußten vor allem an das Mikrophon gestellt werden, da die betreffenden Laute oft weit über dem menschlichen Hörvermögen zugänglichen Frequenzbereich (bei Kindern bis zu 20 000 Hz, bei Erwachsenen mit 35 Jahren bis etwa 15 000 Hz, mit 60 Jahren bis etwa 5 000 Hz) liegen. Die mechanische Energie der Schallwellen wurde also in dem Apparat in elektrische Energie umgewandelt, diese wiederum in einem Teilgerät für die photographische Registrierung verwendet (Ablenkung eines Lichtstrahls an einem durch Stromstöße bewegten Spiegel), und zwar auf einem mit einer bestimmten Geschwindigkeit an dem schreibenden Lichtstrahl vorbeibewegten Photopapier. Es handelt sich in den Grundzügen um das gleiche Verfahren, das auch schon von Regen (1930) verwendet wurde. Das Ergebnis ist für jede untersuchte Art eine Gruppe von Kurven, auf denen die „Laute“ als Zacken in Erscheinung treten. Die Abb. 1 u. 2 geben hierfür einige Beispiele. Mit dem gleichen

Abb. 1: *Gryllus assimilis* FABR., Aufnahme eines 1 Sek. langen Stückes des gewöhnlichen Gesanges, 3 Laute zu je 3 Einzelstößen. Zeitmarken = $\frac{1}{10}$ Sek. Nachzeichnung mit Zeichenapparat.

Apparat war die Messung der von den Lautorganen produzierten Frequenzen möglich. Diese Untersuchungen wurden ergänzt durch die Einzelbildanalyse von Filmaufnahmen (bis zu 64 Bilder pro Sek.) sowie durch die anatomische Untersuchung der Schrillege (Feststellung der Zahl der Schrillegehöcker; bei den Berechnungen wurde allerdings wohl die individuelle Variation im Bau der Lautorgane etwas zu wenig beachtet). Etwa 12 Jahre lang widmete sich der Verf. seiner reizvollen Aufgabe im Freien und im Labor; die Ergebnisse sind in dem reich mit Bildern ausgestatteten Buch auf 330 Seiten niedergelegt.

Die Orthopteren stehen durchaus im Mittelpunkt der Darstellung (vgl. Tab. 1), kurz sind einige Zikaden und am Rande einige Vögel und Fledermäuse erwähnt. Es ist verständlich, daß die physikalische Analyse der Laute und der Lauterzeugung durchaus überwiegt, während die spezifisch biologische Seite der Angelegenheit (z. B. verschiedene biologische Bedeutung der diversen Laute, über die eine Art verfügt) nur am Rande berührt wird. An dem Beispiel der Grille *Gryllus assimilis* FABR. mag gezeigt werden, worum es dem Verfasser geht. Abb. 1 gibt einen Ausschnitt (= 1 Sek.) aus der Aufnahme des gewöhnlichen Gesangs. Dabei erklingen im Mittel 2,9 Laute pro Sek. (Versuchstemp. leider nicht angegeben), deren jeder wiederum aus meist 3 (zuweilen auch 4, 5 oder noch mehr) Einzelstößen besteht. Die Dauer der Einzelstöße kann aus den Kurven abgelesen werden. Jeder Stoß entspricht einer Öffnungs- und Schließbewegung der Elytren; Zeitmessungen im Verein mit der Auswertung von Filmbildern ergaben, daß die Lautbildung nur bei der Schließbewegung auftritt und daß dabei etwa 47% der Länge der Schrillege in Anspruch genommen werden. Die Laute haben die Frequenz von 4900 Hz (Regen gibt für das Männchen unserer Feldgrille 4190 bis 4270 Hz an). Ganz anders ist der Gesang des Männchens vor dem Weibchen. Er besteht aus unregelmäßig gereihten sehr kurzen (0,0047 Sek.) Einzelstößen mit der Frequenz von

17 000 Hz, bei denen die Länge der Schrillege zu etwa 89% ausgenützt wird.

In der Tabelle 1 sind die bei den untersuchten Arten gemessenen Frequenzen angegeben. Es ist auffallend, daß nur verhältnismäßig selten mehrere Frequenzen gefunden wurden, obwohl sicherlich in der Regel ein ganzes Lautspektrum abgestrahlt wird, wie es z. B. für *Pterophylla camellifolia* (FABR.) auch festgestellt ist. Offenbar ist mit der angegebenen Zahl eine Hauptfrequenz gemeint. Nach den Angaben von Pierce müßte man annehmen, daß eine Reihe von Arten für den Menschen unhörbar singt (z. B. *Conocephalus brevipennis* (SCUDDER), *Con. spartinae* (FOX), *Orchelimum concinnum* (SCUDDER); das ist natürlich durchaus möglich, da ja die Tiere nicht für den Menschen singen, widerspricht aber z. B. für *Conocephalus brevipennis* den Angaben von Allard (1929), der für diese Art einen deutlich hörbaren Gesang beschreibt. (Die verschiedenen Veröffentlichungen von Allard über Heuschreckengesänge wie auch viele andere einschlägige Arbeiten sind von Pierce nicht zitiert). Hinsichtlich der Frequenzangaben ist das letzte Wort also wohl noch nicht gesprochen. Verf. unterscheidet zwischen Frequenzen, die unmittelbar durch das Anstreichen der Zähnchen der Schrillege entstehen und solchen, die auf das Mitschwingen der Flügelmembranen zurückzuführen sind. Rechnerisch (unter Berücksichtigung der Bewegungsform und Zähnchenzahl der Schrillege) läßt sich in manchen Fällen zeigen, daß die beobachtete Frequenz nicht auf dem direkten Flügelstrich, sondern auf der Flügelresonanz beruhen muß. In einem besonderen Kapitel sucht der Verf. die Schwingungseigenschaften der von einer starken Ader eingefassten „Spiegelzelle“ der rechten Elytre von Tettigoniiden größenordnungsmäßig zu berechnen; in manchen Fällen besteht eine leidliche Übereinstimmung zwischen der errechneten und tatsächlich beobachteten Frequenz.

Die Artsspezifität der Lieder kommt in den Kurven in der Regel sehr schön zum

Tabelle 1: Die von Pierce untersuchten Insekten-Arten mit Angabe der beobachteten Frequenzen

Familie	Unterfamilie	Art	Frequenz in Hz.
Gryllidae	Gryllinae	<i>Gryllus assimilis</i> FABR.	4900 = gew. Gesang 17000 vor dem ♀
		" <i>domesticus</i> L.	3500
		<i>Nemobius carolinus</i> SCUDD.	5430
		" <i>fasc. fasciatus</i> (DE GEER)	7500
		" " <i>socius</i> SCUDD.	7740
		" " <i>tinnulus</i> FULTON	6300
		" <i>griseus</i> E. M. WALKER	7540
	Oecanthinae	<i>Oecanthus nigricornis</i> F. WALKER	1417 u. 3666 (?)
		" <i>niveus</i> (DE GEER)	1222 u. 2125
		" <i>pini</i> BEUTENMULLER	1815 u. 3166
		" <i>quadripunctatus</i> BEUTENMULLER	1901
Tettigoniidae	Phaneropterinae	<i>Amblycorypha oblongifolia</i> (DE GEER)	9160
		" <i>rotundifolia</i> (SCUDDER)	11000
		<i>Scudderia curvicauda</i> (DE GEER)	nachts: 8600 oder 11666 tags: 11666
		" <i>furcata</i> BRUNNER	11500 u. 16000
		" <i>pistillata</i> BRUNNER	8175
		" <i>septentrionalis</i> (SERVILLE)	ca. 10300
		" <i>texensis</i> SAUSS.-PICTET	12150
	Pseudophyllinae	<i>Pterophylla camellifolia</i> (FABR.)	254 bis 63000
	Copiphorinae	<i>Neoconocephalus ensiger</i> (HARRIS)	13700
		" <i>robustus</i> (SCUDDER)	7160
	Conocephalinae	<i>Conocephalus brevipennis</i> (SCUDDER)	47000 (34000)
" <i>fasciatus</i> (DE GEER)		16300 u. 40000	
" <i>spartiinae</i> (FOX)		31000 u. 40000	
<i>Orchelimum concinnum</i> SCUDDER		20300	
" <i>gladiator</i> BRUNER		16000	
Decticinae	" <i>vulgare</i> HARRIS	7700, 16000 (27000)	
	<i>Atlantiscus americanus</i> (SAUSSURE)	16000	
	" <i>testaceus</i> (SCUDDER)	14960	
Acrididae	Acridinae	<i>Chloealtis conspera</i> HARRIS	7300
		<i>Chorthippus curtipennis</i> (HARRIS)	8150
		<i>Orphulella speciosa</i> (SCUDDER)	9000 (im Flug)
		<i>Pseudopomala brachyptera</i> (SCUDDER)	6000 u. 14000
	Oedipodinae	<i>Arphia sulfurea</i> (FABR.)	7900 (fliegend und sitzend)
		<i>Arcotettix verruculatus</i> (WM. KIRBY)	6400 im Flug 8860 am Boden
		<i>Dissosteira carolina</i> (L.) <i>Encoptolophus sordidus</i> (BURMEISTER)	8000, nur im Flug 7000 = Füße gegen Boden bewegt 19000 = Schenkel an Elytren gerieben
Cicadidae		<i>Tibicen canicularis</i> (HARRIS)	7400
		<i>Okanagana rimosa</i> (SAY)	8100

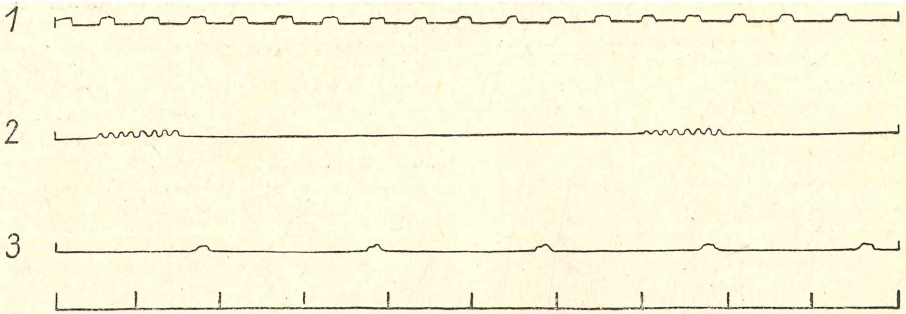


Abb. 2: Je eine Sekunde des Gesangs von 1 = *Nemobius fasciatus fasciatus* (DE GEER), 2 = *N. f. socius* SCUDDER, 3 = *N. f. tinnulus* FULTON. Zeitmarken = $\frac{1}{10}$ Sek.

Tabelle 2: Unterschiede der Rassen von *Nemobius fasciatus*

Rasse	Zähnenzahl auf der rechten Schrillege	Laute pro Sek.	Stöße pro Laut	Ausnutzung der Schrillege
<i>N. f. fasciatus</i> (DE GEER)	192 (165—220)	12—19	Einzelstöße	83 %
<i>N. f. socius</i> SCUDDER	118 (101—126)	1,4—5,0	8 Stöße	47,5 %
<i>N. f. tinnulus</i> FULTON	214 (196—218)	5—10	meist Einzelstöße	58,6 %

Ausdruck. Von besonderem Interesse scheint mir in dieser Hinsicht der Vergleich der 3 Rassen *Nemobius fasciatus fasciatus* (DE GEER), *N. fasc. socius* SCUDDER und *N. fasc. tinnulus* FULTON. Wie die Tab. 2 zeigt, kann man nach der Zahl der Zähnen auf der Schrillege nur die Rasse *socius* eindeutig ansprechen; im Gesang aber sind alle 3 Rassen (Abb. 2), deutlich verschieden. Feinere Unterschiede hinsichtlich Zahl und Charakter der Einzellaute sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Diese Registrieremethode kann gerade für die Feststellung feiner interspezifischer oder rassischer Verschiedenheiten sicher noch sehr gute Dienste leisten. Besondere Aufschlüsse qualitativer und quantitativer Art kann man sich von ihr auch bei der Anwendung auf die verschiedenen Gesangsformen der gleichen Art erwarten, insbesondere dann, wenn es sich um Übergänge von einer Singeweise auf eine andere in Abhängigkeit von einer wechselnden „Stimmung“

handelt; so etwa beim Übergang vom gewöhnlichen Gesang zum Rivalengesang oder zum Werbegesang, wie man es bei manchen Feldheuschrecken beobachten kann. Der Wert des interessanten Buches von PIERCE liegt daher nicht nur in dem reichen übermittelten Tatsachenmaterial, sondern nicht minder in den vielfachen Anregungen, die es gibt.

Zitierte Schriften:

- Allard, H. A.: Our insect instrumentalists and their musical technique. Smithsonian Report for 1928 (1929).
- Regen, J.: Über den Aufbau der Stridulationslaute der saltatoren Orthopteren. Sitz. Ber. Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Kl. Abt. 1, 139, 1930.

(Anschritt d. Veri.: Prof. Dr. W. Jacobs, München, Zool. Inst. d. Univ., Luisenstr. 14.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomon - Internationale Zeitschrift für die gesamte Insektenkunde](#)

Jahr/Year: 1949

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Jacobs Werner

Artikel/Article: [Ein Buch über den Gesang der Insekten 175-178](#)