

Z. Tierpsychol., 30, 456-463, (1972)
 © 1972 Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

I. Zool. Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen, Stephanstr. 24, und
 Max-Planck-Institut für Hirnforschung, Frankfurt, Deutschordenstr. 46

Untersuchungen zum Orientierungsverhalten der Larven von *Necrophorus vespillo* F. (Silphidae Coleoptera)*

Von CARSTEN NIEMITZ und ANKE KRAMPE

Mit 6 Abbildungen

Eingegangen am 27. 8. 1971

I. Einleitung

Seit der umfassenden Arbeit von Pukowski (1933) über das Brutpflegeverhalten von *Necrophorus vespillo* F. (Silphidae, Coleoptera) und andere einheimische Arten der Gattung fehlten neuere Erkenntnisse insbesondere zur Ethologie der Totengräberkäfer fast völlig. Pukowski hatte in ihrer Arbeit u. a. nachgewiesen, daß die Imagines die Leiche zumeist eines kleinen Vertreten nicht nur vergraben und vorsorglich als Nahrung für die Nachkommen schaft präparieren, sondern daß diese Käfer nach dem Schlüpfen der Larven eine komplizierte Brutpflege treiben.

Obwohl einige Beobachter das Zirpen von *Necrophores* beschreiben und es analysieren (BAIER 1930, BUSNEL 1963, DOMORTIER in BUSNEL 1963, TEMBROCK 1959), wurden erst jetzt Untersuchungen zur Funktion des Zirpens durchgeführt (NIEMITZ 1972). Es konnte gezeigt werden, daß sowohl die Käfer als auch frisch geschlüpfte Larven der Art *N. vespillo* hören, und daß das Zirpen der Verständigung dient (NIEMITZ und KRAMPE 1971). In der hier vorliegenden Arbeit sollen nun die Versuche beschrieben werden, die nachweisen, daß Larven dieser Silphiden hören und welche Bedeutung diese Sinnesleistung für sie hat.

II. Material und Methode

N. vespillo wurde 1969 und 1970 jeweils im Sommer gefangen und in kleinen Terrarien gezüchtet (NIEMITZ 1972).

a) Das Zirpen der Imagines wurde auf Tonband aufgenommen, insbesondere die Laute der Käfer zum Zeitpunkt des Schlüpfens von Larven. Ein aus diesen Geräuschen erstelltes Endlos-Tonband wurde in einem Versuch knapp 50 Std. alten, in einem zweiten Versuch frisch geschlüpfen Larven vorgespielt. Beide Versuche sollten eine mögliche Orientierung der Tiere nach akustischen Reizen klären helfen. Aus technischen Gründen wurde darauf verzichtet, gleiche Versuche mit anderen Zirplauten durchzuführen. Da Zirperäusche in den Gängen der Totengräber kanalisiert werden, mußte zur Kompensation des Energieverlustes das vorgespielte Zirpen etwas lauter als das natürliche sein.

b) Für die Versuchsreihen wurde ein Terrarium mit einer Grundfläche von 43 X 32 cm² gewählt und mit einem für diesen Versuch geruchsneutralen Untergrund versehen (nicht zu glattes, falten- und fälfreies Holzpapier). In der Mitte der einen Schmalseite befand sich ein 5 X 5 cm² großes Loch, vor das außen ein kleiner Ovallautsprecher aufgestellt aber nicht angelehnt wurde, um eine Übertragung der Vibrationen auf die Wand des Kartons zu vermeiden.

* Teil einer Diplomarbeit unter Prof. Dr. rer. nat. H. SPRANKER, Neurophysiologisches Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen, Arndtstraße 16.

hindern. Der Boden des Gefäßes wurde, um die Wirkung eventueller Duftspuren zu vermeiden, für jedes Versuchsstadium erneuert. In jenen Fällen, wo das Ausweichverhalten des Substrates aus Zeitgründen nicht möglich war, wurde anhand von Wegkarten kontrolliert, ob die Larven den Spuren der Vorgänger ganz oder auch nur teilweise folgten.

c) Unter gleichen Versuchsbedingungen ließen wir (1.) frisch geschlüpfte und (2.) Larven im 2. Häutungsstadium eine vom Elterntier präparierte Aaskugel auf olfaktorischen Wegen suchen. Es wurde immer darauf geachtet, daß andere Orientierungsreize ausgeschaltet waren.

d) Die Tonbandaufnahmen des Zirpens wurden mit Hilfe eines Sonagrammen* (Herstellerfirma: Kay-Electric, Pine Brook, New Jersey, Typ: Sona-Graph 6061 A, 85 Hz bis 8000 Hz) in Sonagramme umgewandelt.

III. Ergebnisse

1. Zirplaute der Imagines

Sobald Larven von *N. vespillo* aus den Eiern schlüpfen könnten oder gerade geschlüpf sind, reißen die Eltern die Oberseite der präparierten Aaskugel auf und formen diese Öffnung zu einem Krater, in dem sich später die Larven zur Aufzucht sammeln. Außerdem laufen die Käfer in besonderer Weise zirpend in den Gängen auf und ab, welche sie nah dem Kadaver im Erdreich gegraben haben. Diese Laute unterscheiden sich in der Frequenzanalyse deutlich von allen anderen Lautäußerungen dieser Tiere (Abb. 1).

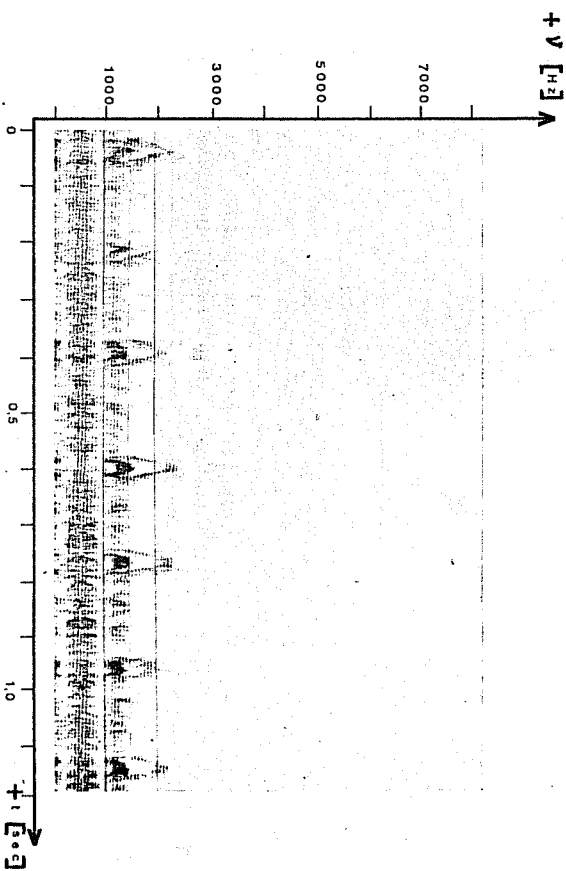


Abb. 1: Solide Zirplaute der Imagines von *Necrophorus vespillo* wurden im Zeitraum des Schlüpfens von Larven aufgenommen. Im Versuch veranlaßten diese Laute frisch geschlüpfte Larven zu taktischen Reaktionen

Die zur Schlupfzeit geäußerten Schrilplaute bestanden aus Reihen von 5 bis 20 Einzellaute, die je etwa 40 bis 70 msec dauerten. Ihr Durchschnitt und auch die größte Anzahl der Werte lag bei etwa 50 msec. Die Pausen dauerten durchschnittlich 130 msec mit wenigen Extremwerten von etwa 100 und ca. 150 msec.

* Herrn Prof. Dr. KOHLER, Univ. Bonn, danke ich für die Bereitstellung des Gerätes.

Alle 3 wesentlichen Frequenzanteile dieses Zirpens reichten von der unteren Grenze des Analysebereiches des hier verwendeten Sonagraphen (85 Hz) bis zu maximal 2100 Hz. Mit Ausnahme eines einzigen Lautes, der aber nur eine und nicht 3 Frequenzbanden enthielt und in einer völlig anderen Situation geäußert wurde (nämlich während Auseinandersetzungen von Totengrääbern um den Besitz eines zur Aufzucht der Larven nötigen Kadavers), liegen alle anderen sonst analysierten Zirplaute mindestens mit einem Teil ihrer Partialgeräusche über 2500 Hz. Viele ragen sogar über die 8 kHz-Grenze des Meßbereichs hinaus (Abb. 2).

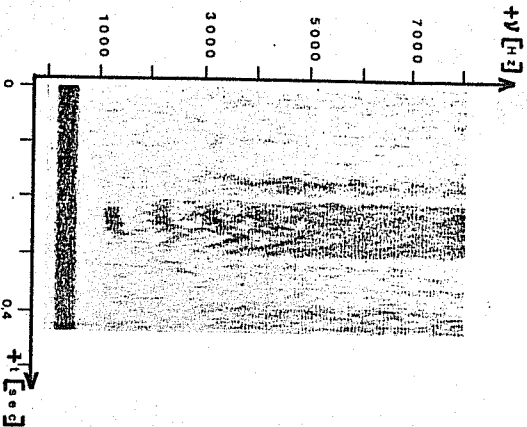


Abb. 2: Die hier gezeigte Lautäußerung einer Imago wurde während der Auseinandersetzungen der Käfer um einen Kadaver — welder der Aufzucht der Larven dient — aufgezeichnet und demonstriert einen völlig anderen Typus möglicher Geräusche von *N. versipillo*.

2. Versuche zur Orientierung

Schon PUKOWSKI (1933) vermutete, daß die Eltern ihren Larven den Weg zum Aas weisen; sie erwähnte auch, daß die Imagines in diesen Situationen besonders häufig zirpen und wies eine olfaktorische Orientierung der das Aas suchenden Larven nach. Wir haben die Hörfähigkeit der Larven bei der Orientierung experimentell geprüft.

a) 50 Std. alte Larven

Diese Larven, die sich 2mal gehäutert hatten, wurden von der Mitte der vorn beschriebenen Versuchsfäche laufen gelassen. Mitten vor der Schmalseite gegenüber dem *nicht eingeschalteten* Lautsprecher wurde die Aaskugel platziert. Der Abstand der Larven vom Kadaver betrug etwa 19 cm. Von den 5 für diesen Versuch benutzten Larven erreichten 4 binnen 10 min die Aaskugel.

Keine der Larven folgte einer eventuellen Duftspur der Geschwister; alle orientierten sich selbständig, wohl am Duft der präparierten Leiche. Die 5. Larve lief insgesamt 20 min umher, ohne das Aas zu finden. Als sie nach Abbruch des Versuches 4 cm von ihren Geschwistern entfernt auf die Versuchsfäche gesetzt wurde, lief sie sofort zielgerichtet zum Kadaver und blieb dort. Nicht alle Tiere dieses Alters finden also den Kadaver mit Sicherheit auf olfaktorischen Wege.

Außerdem wurden dieselben Tiere auf ihr Hörvermögen getestet. Nachdem das Tonband mit den in Abb. 1 gezeigten Lauten eingeschaltet wurde, ohne daß ein präpariertes Aas deponiert worden war, ließen wir sie laufen, wobei ihnen als Orientierungsreiz nur die Zirplaute geboten wurden. Alle Larven dieses Alters bewegten sich (1.) zunächst langsam und (2.) unter häufigem Richtungswechsel von der Stelle. Nach (3.) 2 bis 4 min fingen sie an, (4.) schneller zu laufen und (5.) weniger oft ihre Bewegungsrichtung zu ändern. Während der Versuchsdauer von 20 min zeigte (6.) keine der Larven eine Bevorzugung für irgendeinen Ort der Versuchsfäche. Kein Charakteristikum ihrer Bewegungen steht in ersichtlichem Bezug zu den Zirplauten. Es ist unklar, ob die Larven nach der 2. Häutung nicht hören, oder ob die ihnen vorgespielten Laute keinen durch diesen Versuch erkennbaren Signalwert besitzen.

Ihre Positionen (nicht ihre Wege) nach jeweils 1 min sind *pars pro toto* in Abb. 3 dargestellt.

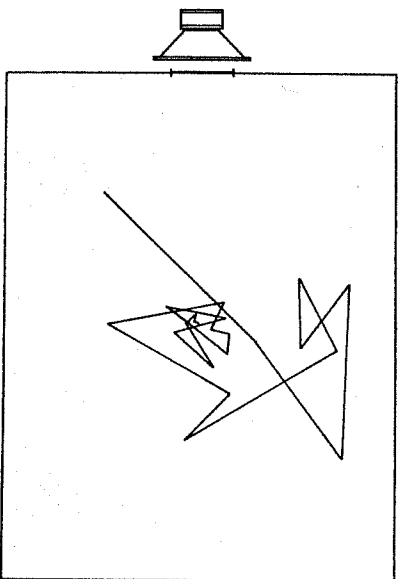


Abb. 3: Grundriß des Versuchsterrariums, Lautsprecher links im Bild. Positionen ca. 50 Std. alter Larven nach je 1 Min. Startpunkt ist die Bildmitte. Erläuterung im Text.

b) Frisch geschlüpfte Larven

Anschließend wurden frisch geschlüpfte bis maximal 2 Std. alten Larven (Schätzwert nach Skleroisationsgrad der chitinosen Teile) dieselben Zirplaute vorgespielt, ebenfalls unter Ausschaltung aller anderen möglichen Orientierungsreize. Frühestens sofort nach Versuchsbeginn, spätestens aber nach 2 min zeigten sie eine deutliche Phonotaxis, anders als die Larven des 3. Häutungsstadiums, die nach der zehntfachen Beschallungszeit keine Tendenz zu gerichteter Lokomotion zeigten.

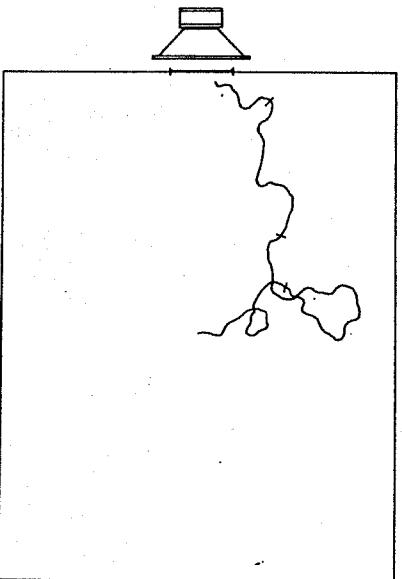
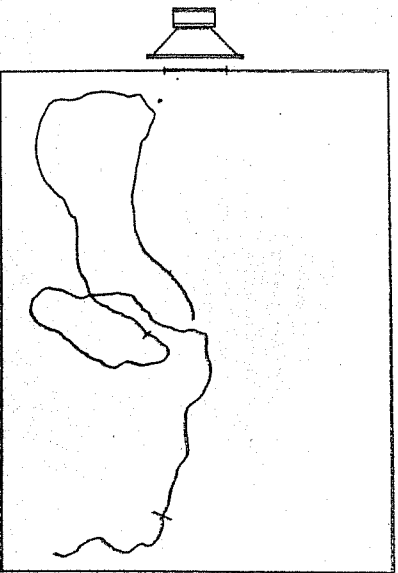


Abb. 4: Wege maximal 2 Std. alter Larven von der Mitte der Versuchsfäche auf den Lautsprecher zu, der die in Abb. 1 gezeigten Laute fängert. Eltern abstrahlte. Die Querstriche kennzeichnen jeweils volle Minuten nach Versuchsbeginn.

5 von 7 Versuchstieren benötigten 1 1/2 min bis 5 min zum Erreichen des Lautsprechers (Abb. 4), wo sie blieben; 2 Larven liefen zu der dem Laut-

sprecher gegenüberliegenden Wand, eine sofort, die andere nach 2 min (Abb. 5, vgl. Diskussions). Diese beiden Tiere bewegen sich an der vom Lautsprecher aus distalen Wand wiederholt schlich und suchen keinen Ort der Versuchsfäche endgültig auf.

Alle 12 Individuen verhielten sich bei Wiederholungen des jeweiligen Versuchs, auch nach Drehung der Versuchsanordnung im Raum, gleich wie beim ersten Experiment. Die Geschwindigkeit der Richtungswahl und der Fortbewegung, welche als Gradmesser für die Sicherheit anzusehen ist, mit der die Tiere einen Orientierungsreiz beantworten, ist aus den Querstrichen



auf den Wegen der Larven zu erkennen: Sie kennzeichnen jeweils den Ablauf einer vollen Minute.

Abb. 5: Die Wege junger Larven, welche sich von den Zirrplauschen, die aus dem Lautsprecher kamen, abwandten. Erläuterung im Text

In einem Kontrollversuch wurde eine frisch geschlüpfte Larve, welche zuvor den Lautsprecher in weniger als 4 min von der Mitte des Kartons ausgefunden hatte, unmittelbar vor den Lautsprecher gesetzt. Die Aaskugel wurde aus der *Crypta* entfernt und mit zwei älteren Geschwistern in der Mitte der Fläche platziert. Das Tier benötigte diesmal fast 20 min, also etwa 5mal so lange wie im Versuch

zuvor, um die Aaskugel zu erreichen. Ihr Weg war vielfach gewunden und offensichtlich unsicher (Abb. 6).



Abb. 6: Konflikt zwischen dem akustischen Reiz (von rechts) und dem räumlichen Reiz der Aaskugel (von der Bildmitte). Start ist links vor dem Lautsprecher. Erläuterung im Text

Dagegen erreichte das Tier bei abgeschaltetem Lautsprecher aus gleicher Distanz die Aaskugel in $2\frac{3}{4}$ min, also in etwa einem Siebtel der Zeit. Ein Lernvorgang ist generell auszuschließen, da auch bei 3. oder 4. Wiederholung aller Versuche sich jede Larve größenordnungsmäßig gleich verhielt.

Trotz der geringen Anzahl untersuchter Tiere ist das jeweilig gleichartige Verhalten innerhalb und der Unterschied im Verhalten der Tiere beider Altersgruppen signifikant. Durch Eliminierung anderer Reizmodalitäten ist im Orientierungsvermögen nach bestimmten Zirrplauschen der Imagines bei *N. vespillo* erstmals ein Gehör von Larven innerhalb der Coleopteren nachgewiesen. Eine statistische Untersuchung muß klären, mit welchem Sicherheitsgrad die Orientierung und Kommunikation der Käfer funktioniert. LERKATZ (pers. Mitteilung) hatte Hörvermögen der Larven von *N. vespilloides* vermutet, jedoch keine diesbezüglichen Versuche durchgeführt. Morphologische Befunde über ein Gehörorgan von *N. vespillo* anhand von Serien Schnitten stehen bald zu erwarten.

IV. Diskussion

BUSNEL (1963) hält in einem Diagramm fest, daß die Zirrpilante von *N. vespilloides* Frequenzen zwischen 3 und 30 kHz enthält. Eine Drosselung der Wiedergabe bei den geschilderten Versuchen auf maximale Frequenz von weniger als 7 kHz wirkte sich auf die Reaktion der Larven nicht aus, was den Signalwert der in Abb. 1 dargestellten Frequenzen beweist. Somit reagierten die Larven von *N. vespillo* auf eine Frequenzbande (85—2100 Hz), die nach BUSNEL und ÜBRIGEN auch nach DUMORTIER (1963) von *N. vespilloides* überhaupt nicht produziert werden. Dies könnte eine ausschließlich intraspezifische Kommunikation der Käfer bewirken („Sprechen auf verschiedenen Kanälen“). Interspezifische „Mißverständnisse“ würden so vermieden. Den Autoren können aber auch Frequenzen unter 3 kHz entgangen sein, weil sie spezielle Laute ohne einen solchen Spektralanteil analysiert haben könnten.

Die Klärung, ob die Imagines das Schlüpfen der Jungen wahrnehmen, oder ob es sich um eine zeitliche Steuerung des Verhaltens von *Nerophorus* handelt, steht noch aus. Im Hinblick auf die zeitliche Präzision, mit der sich das Verhalten des ♀ bzw. des Pärchens grundlegend ändert, ist die erste Möglichkeit wesentlich wahrscheinlicher. Eine dritte Erklärung wäre im Zusammenwirken beider Mechanismen zu suchen, indem eine Bereitschaft, auf den perzipierten Reiz zu reagieren, einer zeitlichen Kontrolle unterliegt.

50 Std. alte Larven verhielten sich bei eingeschaltetem Lautsprecher, als hätten sie keinen Orientierungsreiz empfangen. Ihre Art der Suche nach dem Aas ist biologisch sinnvoll (vgl. Abb. 3), weil auf diese Weise die vom Aas entfernte Larve zunächst nicht Gefahr läuft, sich noch weiter vom Kadaver fort zu bewegen. Wenn sie ihr Ziel jedoch nicht orten kann, sucht sie anschließend größere Flächen ab, wobei sie das weiter entfernte Aas auffinden könnte.

Da völlig unbekannt war und weitgehend ist, in welcher Weise *N. vespillo* sein Zirpen zum Zweck der Kommunikation moduliert, konnte im Versuch nur von Zirrplausen während der Pauschalstation „Schlüpfen der Larven“ ausgegangen werden. Es ist also nicht sicher, ob Zirrpilante mit optimalem Auslösecharakter benutzt wurden.

Für die unterschiedliche Reaktion der Larven auf die Geräusche fingerter Eltern besteht eine erste Denkmöglichkeit im Wirksam-Werden eines Zeitfaktors: da die Individuen mit negativer Affinität nach dem Sklerotisationsgrad zu urteilen die ältesten Larven waren, könnte es sein, daß später geschlüpfte Tiere auf solche Laute der Eltern phobisch reagieren. Gerade bei brütungsbedürftigen Tieren mit besonders geringer Nachkommenzahl (z. B. Wandfalter) ist bekannt, daß Mechanismen eingreifen können, die zur Gewähr

leistung einer sicheren Aufzucht der Jungen die schwächeren oder später geborenen Tiere eliminieren. Außerdem ist möglich, daß das von der Rückwand des Kartons erzeugte Echo vielleicht für Larven bestimmten Alters durch Reflexion und Absorption bestimmter Frequenzbereiche einen anderen Informationsgehalt hat.

Zusammenfassung

Die stark von allen anderen Zirplauten des Käfers *N. vespillo* abweichenden Äußerungen während der Schlupfzeit von Larven wurden dargestellt und beschrieben. Durch Versuche mit frisch geschlüpften und etwa 50 Std. alten Larven konnte nachgewiesen werden, daß die jüngeren Individuen auf solche Laute der Eltern reagieren, wenn sie ihnen mit Hilfe eines Tonbandgerätes vorgespielt werden. Demnach können die Larven hören, und die genannten Laute besitzen für sie einen Signalwert, der sie zu taktischen Reaktionen veranlaßt. Die älteren Larven verhielten sich indifferent: entweder, sie nehmen die Laute nicht wahr, oder aber es fehlt ihnen ein Reaktionsschema für diese Äußerungen der Imagines.

Summary

An Investigation of the Orientation Behaviour of the Larvae of *Necrophorus vespillo* (Staphidae, Coleoptera)

The chirp-vocalization of this species during hatching of the larvae, is described. Experiments with newly hatched and 50-hour old larvae indicated that the younger individuals do react to taperecorded presentation of this vocalizations of adults. Accordingly, these larvae must possess some auditory capability, and the investigated sounds must possess some stimulus value which induces a tactical reaction. The older larvae behaved indifferently to the stimulus: they either do not perceive the sound, or lack a reaction pattern to this adult vocalization.

Danksagung

Herrn Böcker aus Offenbach sei Dank für die technische Hilfe bei der Aufnahme der Zirplaute.

Literaturverzeichnis

- ABROR, C. E. (1927): Experimental Data on the Olfactory Sense of Coleoptera with special Reference to the Necrophori. Ann. Ent. Soc. Am. 20, 207—219. • AURRUM, H. (1942): Schallempfang bei Tier und Mensch. Naturwiss. 30, 69—85. • BAUER, L. J. (1930): Contribution to the Physiology of the Stridulation and Hearing in Insects. Zool. Jb. 47, 151—248. • BENICK, L. (1912): Zur Biologie des *Necrophorus vespillo* Herschel nebst Beschreibung der Larve und Nymphen. Ent. Bl. 8, 197—203. • BUSS (1949): *Necrophorus* secondary sexual differences. Ent. News 60, 197—204. • BRIVIO, C. (1954): Studi sui Necrophorini (Coleoptera, Staphidae). Natura 44, 85—88. • BOECKE, J. (1962): Elektrophysiologische Untersuchungen an einzelnen Geruchsrezeptoren auf den Antennen des Totengräber (*Necrophorus* Coleoptera). Z. vergl. Phys. 46, 212—248. • BÜCKMANN, D. (1955): Zur Frage der Funktion der Insektenfühler als Schwere- und Beschleunigungssensoren. Naturwiss. 42. • BUSNER, R. G. (1963): Acoustic Behaviour of Animals. Elsevier Publishing Comp., Amsterdam/New York. • DUMORTIER, in BUSNER, siehe dort. • EGGER, F. (1928): Die stridulierenden Sinnesorgane. Zool. Bausteine 2 (1), 1—353. • ERNST, K. D. (1969): Die Feinstruktur von Riechensinneszellen auf der Antenne des Aaskäfers *Necrophorus* (Coleoptera). Z. Zellf. 94, 72—102. • FAHRE, J. H. (1908): Bilder aus der Insektenwelt, Franckhsche Verlagsbuchhandl., Stuttgart. • GAFF, W. (1966): Zur Verwendung von Gehäusen in der außer-europäischen Musik. Jahrb. mus. Volks- u. Völkerkd. 2, 59—90. • GREENWALT, C. H. (1969): How Birds sing. Sci. Am. 221 (5), 126—139. • HILSHINOWSKI, J. (1942): Coleopterologische Notizen. Mitt. Münchner Ent. Ges. 32, 578—579. • HORCH, K. W. und M. SALMON (1969): Erzeugung und Wahrnehmung akustischer Reize bei semiterrestrischen Krabben der Gattung *Ocyrode* und *Uca* (Ocyropodidae). Forma et functio 1,

- 1—25. • KENDEL, W. D. (1959): Physiologie des Hörens. Klin. Wschr. 37, 1205—1217. • LEECH, H. B. und S. ARM (1934): The family history of *Necrophorus consociator* WILKES. Proc. Ent. Soc. Washington 36, 36—40. • LENCZNER, H. v. (1934): Besitzt Scarabäus einen sozialen Instinkt? Ent. Bl. 30, 74—77. • MAZO-KHIN und POSHYVAKOV (1953): Die Totenkäfer aus dem nord-östlichen China (Titel in russ. Sprache). Zool. Zhurnal 32, 235—237. • MICHNOO, N. E. (1938): The Senses of Insects compared to those of Higher Animals. Proc. Ent. Soc. Washington 40, 252—254. • MINNICH, D. E. (1925): Response of Caterpillars to Sound. J. Exp. Biol. 42, 443—469. • MOYNIHAN, M. (1964): Some Behaviour Patterns of *Platyrrhini* Monkeys. I. The Night Monkey (*Howler*). Smithsonian Miscell. Coll. 146, 1—224. • MÜLLER, A. H. (1963): Lehrbuch der Paläozoologie. Bd. II, T. 3, Gustav Fischer-Verlag, Jena. • PODUSCHKA, W. (1968): Ergänzungen zum Wissen über *Erinaceus e. romanicus*. Z. Tierpsychol. 26, 761—804. • NIEMITZ, C. und A. KRAMPE (1971): Gehörsinne bei polyphagen Käfern nachgewiesen. Naturwiss. 58, 368—369. • PUKOWSKI, E. (1933): Ökologische Untersuchungen an *Necrophorus* F. Z. Morph. Ökol. Tiere 27, 518—586. • DIES (1934): Zur Systematik der *Necrophorus*-Larven (Col.). Stettiner Ent. Z. 95 (1 u. 2), 53—60. • PUMPHREY, R. J. und A. F. RAWSON-SMITH (1939): Frequency discrimination in Insects. A new Theory. Nature 143, 806—807. • DIES (1940): Hearing in Insects. Biol. Rev. 15, 107—132. • REGEN, J. (1928): Besitzen die Insekten einen Gehörsinn? Forsch. u. Fortschritt 4, 47—48. • RUSLER, H. (1953): Das Gehörorgan der Männchen von *Anopheles stephensi* Liston (Culicidae). Zool. Jb. (Abg. Anat. u. Ontog.), 73, 165—186. • ROUSSEL, J. P. (1963): Conditions de la reprise de l'activité et de la reproduction chez *Necrophorus vespillo* en état d'hibernation. Bull. Soc. Zool. France 88, 671—673. • DERS (1964): Le développement larvaire de *Necrophorus fossor*. Bull. Soc. Zool. France 89, 111—117. • DERS (1964): Le développement larvaire de *Necrophorus vespillo* L. Bull. Soc. Zool. France 89, 104—110. • DERS (1965): Recherches expérimentales sur la diapause de *Necrophorus fossor* ER. C. R. Acad. Sc. Paris 260, 6452—6454. • DERS (1965): Recherches sur la diapause de *Necrophorus fossor* ER. Bull. Soc. Zool. France 90, 67—88. • SCHATZMAYER, A. (1945): Appunti coleopterologica. Natura 36, 23—25. • TEMEROCK, G. (1959): Tierstimmen. A. Ziemsen-Verlag, Wittenberg. • TURXEN, S. L. (1967): Insektenstimmen. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. • XAMARU (1892): Mémoires et métamorphoses d'insectes. Ann. Soc. Linn. 39—40, 147. • DERS (1898): Mémoires et métamorphoses d'insectes. Rev. d'Entomol. 17—18, 48.

Anschrift des Verfassers: Carsten Niemitz, I. Zoologisches Institut, 63 Gießen, Stephanstraße 24.