Entomologie heute 17 (2005): 101-109

Zur Stridulation des Schaufelläufers *Cychrus caraboides* (L.) (Carabidae, Coleoptera)*

On the Stridulation of the Carabid Beetle *Cychrus caraboides* (L.) (Carabidae, Coleoptera)

Hubert Heuwinkel & Hartmut Greven

Zusammenfassung: Stridulationsapparat und Striduationslaute des Schaufelläufers *Cychrus caraboide*s werden anhand von rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen, Sonagrammen, Schalldruckpegelmessungen dB (SPL) und Terzanalysen beschrieben. Es handelt sich um eine elytro-abdominale Stridulation, bei der mit kleinen Erhebungen ausgestattete, am Rande der hinteren Abdomensegmente liegende Areale gegen die Innenfläche der Epipleuralgruben der Elytren gerieben werden. Diese ist mit Reihen von etwa 9 µm langen Rippen ausgestattet. Die Laute sind einfach strukturiert, geräuschhaft und relativ leise. Im 20-kHz-Terzband konnten durchschnittlich noch 28,5 dB gemessen werden. Dies spricht dafür, dass die Frequenzen bis in den Ultraschallbereich reichen. Der Schalldruckpegel der Laute von zwei Käfern betrug im Mittel 46,1 und 44,5 dB; nach dem 6 dB-Abnahmegesetz für Strahler 0. Ordnung dürfte der Schalldruckpegel im freien Schallfeld in etwa 2 m vom stridulierenden Tier auf 0 dB fallen. Die Lautäußerungen stehen sehr wahrscheinlich im Dienste der Abwehr von potentiellen Prädatoren.

Schlüsselwörter: *Cychrus caraboides*, elytro-abdominale Stridulation, Sonagramm, Schalldruckpegel, Frequenzspektrum

Summary: The stridulation apparatus and the sounds emitted by the carabid beetle *Cychrus caraboides* is described on the basis of scanning electron microscopical pictures, sonagrams, sound pressure level measurements dB (SPL) and 1/3 octave analyses. Stridulation is elytro-abominal; fields at the edge of the posterior abdominal segments that are equipped with small tubercles were rubbed against a longitudinal flange inside the lateral edges of the elytra. Mainly an enlarged posteriorly formed epipleural groove shows small ribs of approximately 9 µm in length. Sounds were simply structured, noisy and relatively soft. The sound pressure level of 28.5 dB on average measured at 20 kHz (1/3 octave analysis) indicates that sounds reach ultrasonic ranges of frequencies. The sound pressure produced by two beetles was on average 46.1 and 44.5 dB, respectively. According to the free field propagation of sound pressure level and intensity it was calculated that the sound pressure measured for *C. caraboides* decreases with increasing distance from the beetle and reaches 0 dB in a distance of approximately 2 m. Stridulation is obviously involved in defence against predators.

Keywords: *Cychrus caraboide*s, elytro-abdominal stridulation, sonagram, sound pressure, frequency spectrum

1. Einleitung

Von manchen Laufkäfern ist seit langem bekannt, dass sie stridulieren. Bereits Landois (1867) widmet den Lautäußerungen der Käfer ein umfangreiches Kapitel in seiner Arbeit „Die Ton- und Stimmapparate der Insecten in anatomisch-physiologischer und

* Herrn Prof. Dr. J. Reinert, Münster, zum 75. Geburtstag gewidmet.

Abb. 1: *Cychrus caraboides*.
Fig. 1: *Cychrus caraboides*.

akustischer Beziehung". Die Lautäußerungen des Schaufelläufers *Cychrus caraboides* (Abb. 1) wurden unseres Wissens eingehender nur von CLARIDGE (1974) analysiert. Der Autor referiert die diesbezügliche ältere Literatur, zeigt die Stellung des Käfers während der Stridulation, beschreibt die elytroabdominale Stridulation, bei der jederseits vier Felder der hinteren Abdomenkante gegen eine sich posterior zu einer epipleuralen Grube erweiternden Rinne im Elytrenrand gerieben wird, illustriert die Oberflächen dieses Stridulationsapparates anhand rasterelektronenmikroskopischer Aufnahmen, bildet die produzierten Töne mit Hilfe von Oszillogrammen ab und unterscheidet nach leichter Störung der Käfer einen leisen rhythmischen Laut und nach stärkerer Störung ein mehr oder weniger regelmäßiges Zirpen. Darüber hinaus diskutiert er – wie schon vor ihm andere Autoren – die Geräuschproduktion als mögliche Abwehrmaßnahme gegen potentielle Feinde, die vor allem zusammen mit der Abgabe von Wehrsekreten wirksam ist.

Wir analysieren im Folgenden die Lautäußerungen von *C. caraboides* noch einmal, diesmal jedoch mit Hilfe von Schalldruckpegelmessungen, Sonagrammen und Terzanalysen. Dies erlaubt uns eine weiter gehende Charakterisierung der Laute und ermöglicht uns einige zusätzliche Aussagen über deren Reichweite sowie deren Hörbarkeit für potentielle Prädatoren.

2. Material und Methoden

Zur Verfügung standen zwei lebende sowie ein in Alkohol konservierter *C. caraboides*.

2.1. Rasterelektronenmikroskopie

Elytren und Abdomenkante des alkoholfixierten Tieres wurden vorsichtig voneinander getrennt, luftgetrocknet, auf metallene Objektträger geklebt, mit Gold besputtert und in einem Rasterelektronenmikroskop (Leo 1430 VP, Zeiss) untersucht.

2.2. Schallaufnahme

Die Schalldruckpegelmessungen wurden in einem schalltoten Raum bei 20°C und 60 % relativer Luftfeuchtigkeit durchgeführt. Die Käfer wurden mit einem 1 cm langen, schmalen, an der Mikrophonkapsel befestigten Pappstreifen gereizt. Als Aufnahmegerät diente ein geeichter Präzisions-Impulsschallpegelmesser Typ 2209 (Fa. Brüel & Kjaer) mit einem B & K Kondensatormikrophon Typ 4133 sowie ein Tonbandgerät Nagra IV D (Fa. Kudelski; Bandgeschwindigkeit 19,05 cm/s). Der Frequenzbereich für die Messung des Schalldruckpegels betrug 0,01 bis 20 kHz. Schalldruckpegelkur-

ven wurden mit einem B & K Pegelschreiber (Typ 2305), Sonagramme mit einem Sonagraphen (Typ 6061 B, Fa. Kay Electric Co., Filterbandbreite 150 Hz) und Terzanalysen mit einem B & K Terz/Oktav-Filter (Typ 1615) hergestellt.
Der Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB) angegeben (Effektivwert), wobei 0 dB einem Schalldruck von 20 µPa entsprechen. Für die Darstellung der Messwerte in einem Koordinatensystem siehe HEUWINKEL (1982).

3. Ergebnisse

3.1. Struktur des Stridulationsapparates

Jeder Außenrand der in der Mitte fusionierten Elytren bildet eine sich nach caudal verbreiternde Rinne, die mit kurzen, ca. 9 µm langen, parallel angeordneten und leicht gegeneinander versetzten cuticularen Rippen ('tooth-like projections' nach CLARIDGE 1974) bedeckt ist. Die Rippen sind schräg zur Längsachse der Elytre ausgerichtet (Abb. 2a). Der Abstand zwischen zwei Rippenreihen beträgt etwa 5 µm. Am Rande der Rinne gehen die Rippen relativ abrupt in spitzkegelige Erhebungen über und sind weniger regelmäßig angeordnet.
Gegenüber dieser gerippten Fläche finden sich vier unterschiedlich große Areale – das hinterste ist am größten – an der Kante des Abdomens (apikale Sternite), die dicht mit stumpf konischen Erhebungen bedeckt sind ('microlamellae' nach CLARIDGE 1974) (Abb. 2b).

3.2. Struktur der Laute

Frequenzspektrale Anteile wurden in einem äußerst großen Bereich von 10 Hz bis 20 kHz gemessen. Nach Beurteilung der Sonagramme sind frequenzspektrale Anteile im Ultraschallbereich vorhanden, wenn auch nur von geringer Schallintensität. Beim Aneinanderreiben der betreffenden Körperteile entstehen Laute von geräuschhaftem Charakter, die je nach Bewegungsrichtung des Abdomens im Sonagramm eine leicht differenzierte Struktur aufweisen (Abb. 3). Der eine Lauttyp setzt

Tab. 1: Terzanalyse an 100 Lauten zweier Exemplare von *C. caraboides*.
Table 1: 1/3 octave analyses of 100 sounds of two specimens of *C. caraboides*.

			Mittlerer Schalldruck-pegel (dB)	Min. dB	Max. dB	Dynamik dB	Laute n
Stridulationslaute ungefiltert			48,8	39	59	21	100
Stridulationslaute gefiltert	Filter-Mitten-Frequenz kHz	Band-breite kHz					
	2	0,46	29,9	20	43	23	100
	2,5	0,579	34,5	21	48	27	100
	3,15	0,729	33,9	25	52	25	100
	4	0,918	42,7	30	57	27	100
	5	1,156	42,2	29	57	28	100
	6,3	1,456	38,9	28	53	25	100
	8	1,833	36,6	28	53	25	100
	10	2,307	33,7	27	51	24	100
	12,5	2,9	31,3	20	49	29	100
	16	3,7	29,3	19	45	26	100
	20	4,6	28,5	19	45	26	100

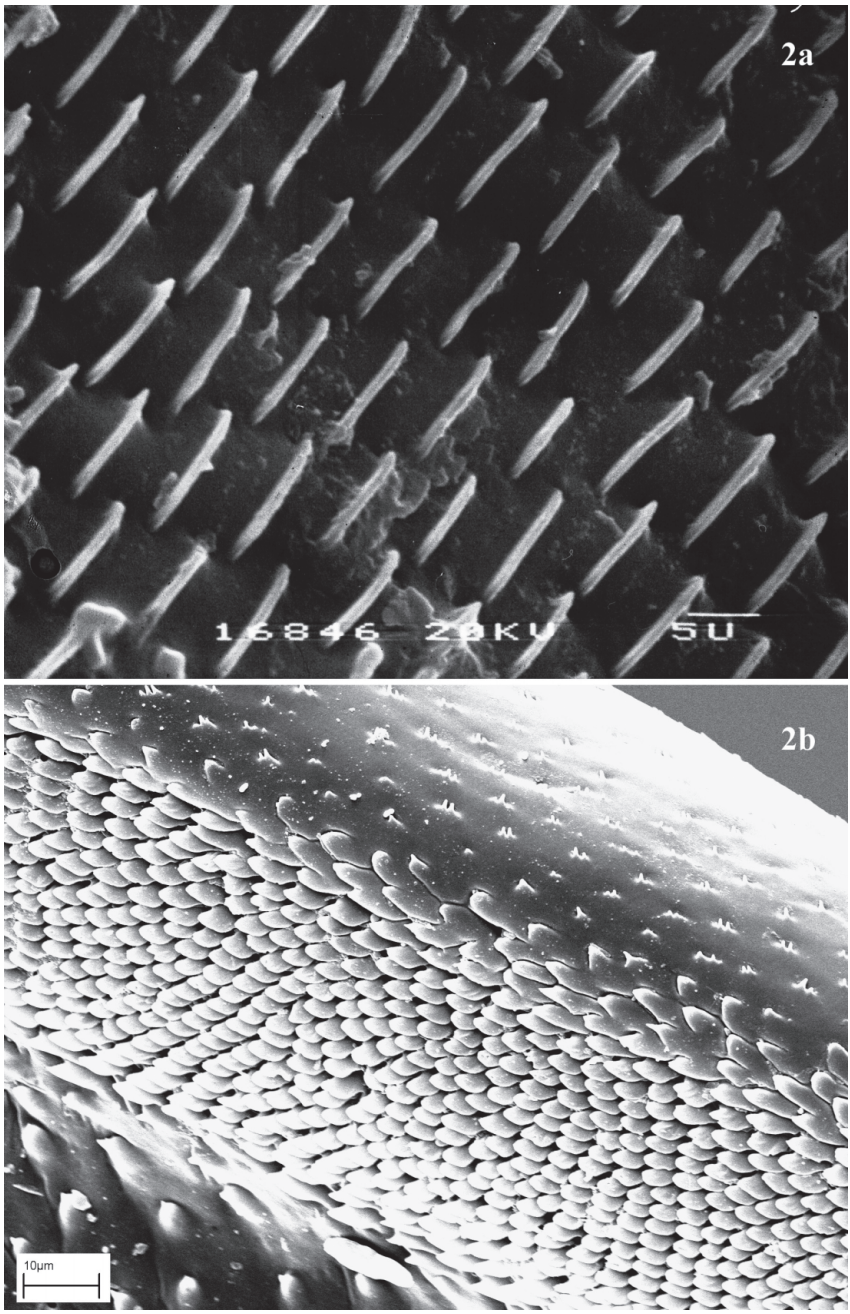

Abb. 2: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Stridulationsflächen von *C. caraboides*: **a:** cuticulare Rippen in der Epipleuralfurche; **b:** stumpfkegelige Erhebungen am Rande des posterioren Abdomens.

Fig. 2: Scanning electron microscopical pictures of the stridulation fields of *C. caraboides*: **a:** cuticular rib-like structures in the epipleural groove; **b:** densely arranged tubercles on the edge of the posterior abdomen.

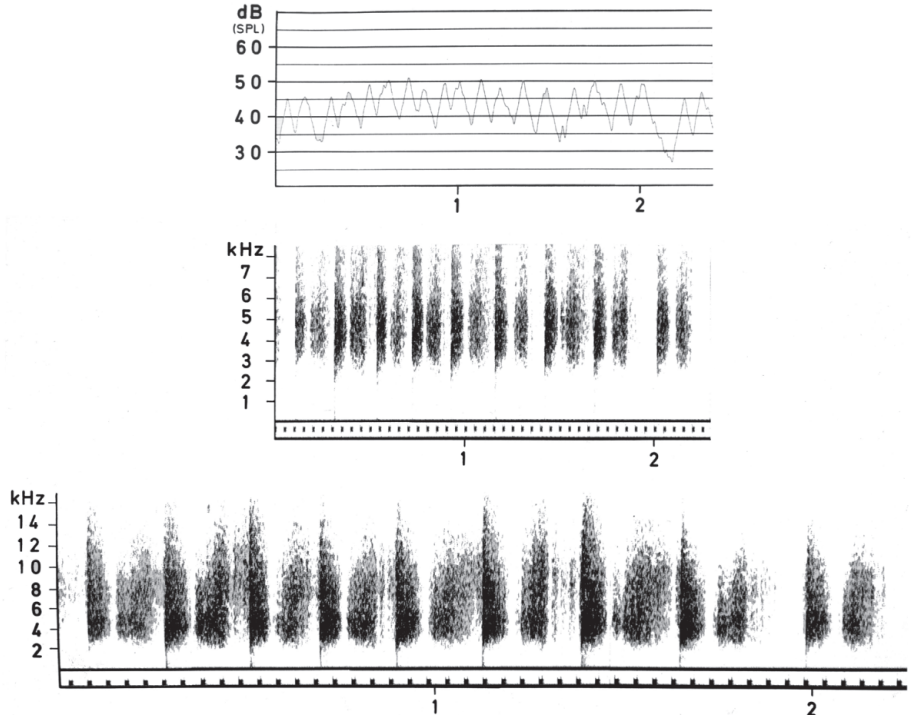

Abb. 3: Struktur der Laute von *C. caraboides*. Absolute Schalldruckpegelkurve, Entfernung Käfer-Messmikrophon 1 cm (oben) mit Sonagramm, Frequenz 80-8 000 Hz (Mitte) und Sonagramm, 160-16 000 Hz (unten); die Zeitmarken am unteren Sonagrammrand entsprechen 0,05 s.
Fig. 3: Structure of the sounds emitted by *C. caraboides*. Absolute sound pressure curve, distance beetle-microphone 1 cm (on the top) with sonagram, frequency 80-8 000 Hz (middle) and sonagram, 160-16 000 Hz (below); time marks at the lower edge cover 0.05 s.

impulsartig ein und dauert ± 20 ms; er reicht bis auf etwa 100 Hz hinab. Der andere Lauttyp ist nicht impulsartig und kann ± 60 ms andauern (Abb. 4). Hin und wieder bringen die Käfer einzelne oder gereihte Kurzlaute von ± 5 ms hervor, die ein ähnliches Frequenzspektrum wie die beiden ersten Laute besitzen, aber bedeutend leiser sind (Abb. 3 unten, nach etwa 1,3 s).

3.3. Schalldruckpegel

Die absolut höchsten gemessenen Schalldruckpegel der Stridulationslaute lagen auf 1 cm Entfernung bei 59 dB. Bei einem *C. caraboides* betrug der Mittelwert von 100 Stridulationslauten 43,5 ± 4,13 dB mit einer Schwankungsbreite von 39 bis 53 dB. Die Dynamik (= Schalldruckpegelunterschied zwischen lautestem und leisestem Laut) betrug 18 dB. Bei dem zweiten *C. caraboides* waren die entsprechenden Werte: 47,7 ± 4,58 dB, Minimum 35 dB, Maximum 59 dB (Abb. 5).
Der mittlere Schalldruckpegel aller 880 untersuchten Laute fällt in einem freien Schallfeld in etwa 2 m Entfernung von den stridulierenden Tieren auf 0 dB ab, so dass deren akustische Reichweite relativ gering ist (Abb. 6).

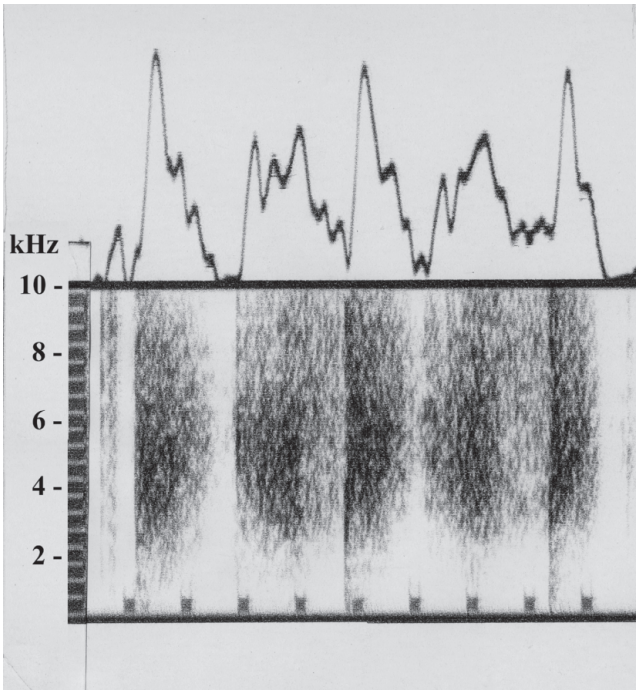

Abb. 4: Amplitudensonagramm der Stridulationslaute von *C. caraboides*. Beachte den zeitlichen Verlauf der Schallintensität eines jeden Lautes (oben); die Zeitmarken am unteren Sonagrammrand entsprechen 0,05 s.
Fig. 4: Amplitude sonagram of the sound produced by *C. caraboides*. Note the temporal pattern of sound intensity (on the top); time marks at the lower edge cover 0.05 s.

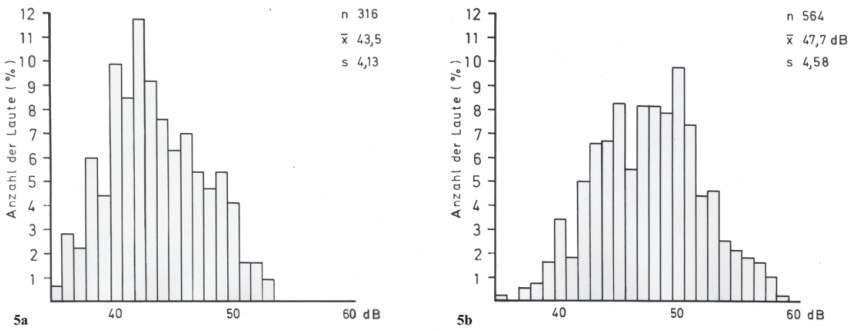

Abb. 5: Pegelhäufigkeitsverteilung der Laute zweier Exemplare (**a** und **b**) von *C. caraboides*; n = Anzahl der untersuchten Laute, $\bar{x}$ = mittlerer Schalldruckpegel, s = Standardabweichung.
Fig. 5: Statistical distribution of sound pressure levels in the sounds of two specimens (**a** and **b**) of *C. caraboides*; n = number of investigated sounds, $\bar{x}$ = average sound pressure level, s = standard deviation.

3.4. Terzanalyse

Die Terzanalyse erlaubt Aussagen über die absolute frequenzspektrale Verteilung der Schallintensität in einzelnen Lauten. Nach dieser Analyse (Tab. 1) betragen die höchsten Schalldruckpegel von 100 Lauten zweier Käfer im Mittel 42,7 dB (4-kHz-Terzband) und 42,2 dB (5-kHz-Terzband). Unterhalb des 2- und oberhalb des 16-kHz-

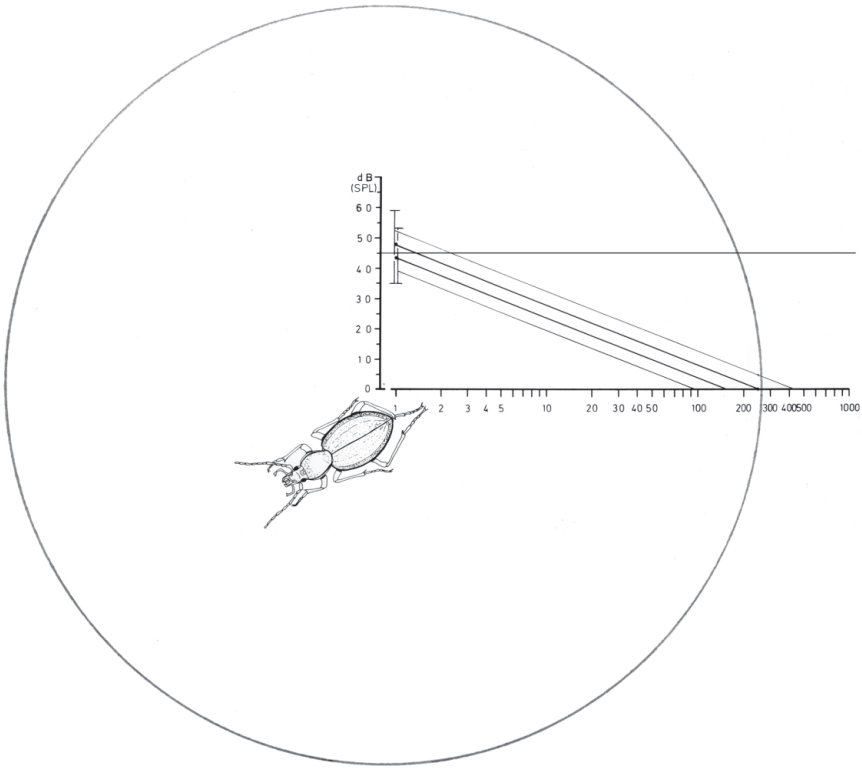

Abb. 6: Schalldruckpegel der Laute zweier Exemplare von *C. caraboides* als Funktion des Logarithmus der Entfernung zwischen stridulierendem Käfer und Mikrophon (der Schalldruckpegel wurde im Abstand von 1 cm gemessen). Ordinate: absoluter Schalldruckpegel; Abszisse: Entfernung in cm (logarithmisch). Gerade parallel zur Abszisse = durchschnittlicher Schalldruckpegel des Hintergrundgeräusches in einem wenig lärmbelasteten Lebensraum (abgeschätzt). Dicke Linien = Regressionsgeraden (errechnet nach dem 6-dB-Abnahmegesetz für Strahler 0. Ordnung; s. GÜNTHER et al. 1978). Dünne senkrechte Linien = Standardabweichung. Im freien Schallfeld sinkt der mittlere Schalldruckpegel in einer Entfernung von etwa 2 m zum Käfer auf 0 dB.
Fig. 6: Sound pressure level in the songs of two *C. caraboides* as a function of the logarithm to the distance between the stridulating beetle and the microphone (the sound pressure level was measured at a distance of 1 cm). Ordinate: absolute sound pressure level; abscissa: distance in cm (logarithmic). Line parallel to the abscissa = estimated mean sound pressure level of a habitat not intensely burdened with noise. Thick straight lines = regression lines (calculated according to the free field propagation characterized by a 6 dB drop in sound pressure level and intensity; see GÜNTHER et al. 1978). Thin vertical lines = standard deviation. In a free sound field the mean sound pressure level decreases up to 0 dB at a distance of approximately 2 m from the beetle.

Terzbandes betragen die Mittelwerte weniger als 30 dB; die lautesten und damit am weitesten reichenden frequenzspektralen Anteile liegen also unterhalb des 16 kHz- und oberhalb des 2-kHz-Terzbandes. Die absolut lautesten frequenzspektralen Anteile entfallen auf das 4- und 5-kHz-Terzband.

4. Diskussion

Die Tatsache, dass *Cychrus caraboides* stridiuliert, war offenbar schon CHARLES DARWIN (1809-1882) bekannt (nach CLARIDGE 1974). Diese Stridulation muss aufgrund der Beteiligung der Abdomenkante und

der Elytren als elytro-abdominal bezeichnet werden. Unsere rasterelektronenmikroskopischen Bilder der Epipleuralgrube im inneren Elytrenrand und der posterioren Abdomenkante unterscheiden sich nicht von denen, die CLARIDGE (1974) publiziert hat. Auffällige Beschädigungen des Rippenfeldes oder Abnutzungserscheinungen waren nicht zu erkennen. Vorläufige Untersuchungen zeigen, dass sich zumindest die Oberflächenstruktur der Epipleuralgruben der heimischen *Cychrus*-Arten deutlich voneinander unterscheidet (unpubliziert).

Bewegungen der apikalen, abdominalen Segmente haben zur Folge, dass diese mit ihren vier Feldern gegen die Rippen in der Rinne und der Epipleuralgrube der Elytren reiben, was wiederum je nach Stärke der Störung zu einem leisen Laut oder, wie in der vorliegenden Untersuchung, nach starker Reizung zu dem geschilderten mehr oder weniger rhythmischen „Zirpen" führt. Bereits CLARIDGE (1974) hat darauf hingewiesen, dass hier im Gegensatz zu anderen Stridulationsmechanismen zwei raue Oberflächen aneinander reiben, also eine typische Pars stridens und ein Plectrum nicht vorhanden sind (s. auch DUMORTIER 1963). Die von CLARIDGE (1974) abgebildeten Oszillogramme, noch deutlicher aber unsere Sonagramme zeigen, dass die nach stärkerer Reizung abgegebenen Laute von *C. caraboides* einfach strukturiert und geräuschhaft sind; es treten drei verschiedene Lauttypen auf, die nur nach einer sonagraphischen Analyse erkennbar sind und sich auch im Amplitudensonagramm unterscheiden lassen. Der Frequenzbereich der von uns aufgenommenen Laute endet – methodisch bedingt – bei 20 kHz, ist aber sicher noch viel höher, weil im 20-kHz-Terzband noch im Mittel 28,5 dB gemessen wurden (Tab. 1). Nach CLARIDGE (1974) erreichen die Käfer bis zu 80 kHz; dies ist aber nicht durch entsprechende Abbildungen belegt.

Die Lautäußerungen von *C. caraboides* werden von allen Autoren, die sich bisher damit auseinandergesetzt haben, ausschließlich als Abwehrmaßnahme gegen potentielle Prädatoren gesehen, zumal ein Zusammenhang mit anderen „Funktionskreisen", wie zum Beispiel der Fortpflanzung oder anderer Formen intraspezifischer Kommunikation bisher noch nicht nachgewiesen worden ist (Zusammenfassung bei CLARIDGE 1974). Es gibt Beobachtungen an Kleinsäugern (*Peromyscus leucopus*, *Sorex araneus*), die sich durch die Stridulation von *Cychrus*-Verwandten oder *Cychrus*-Arten haben erschrecken lassen (CROWCROFT 1957; WHEELER et al. 1970). Bei anderen Kleinsäugern (*Apodemus sylvaticus, Clethrionomys glareolus, Meriones unguiculatus*) war eher das Wehrsekret wirksam, das *Cychrus*-Arten ausscheiden, wenn sie besonders stark gestört werden. Die Reizschwelle für die Stridulation ist aber offenbar niedriger als die für die Sekretabgabe (CLARIDGE 1974). Eventuell spielen auch taktile Reize eine Rolle; Flussuferläufer lassen stridulierende Käfer der Gattung *Elaphrus*, die sie mit dem Schnabel ergriffen haben, häufig wieder fallen (BAUER 1976).

Die Abwehrgeräusche lassen sich auf verschiedene Art und Weise provozieren, selbstverständlich dann, wenn man die Tiere in der Hand hält, aber auch, wenn man die Käfer aus einer gewissen Entfernung heraus stört. Es gibt keine exakten Daten der für das Hervorrufen einer Reaktion erforderlichen „Stärke" einer Störung, und ob eine solche Reaktion auch wahrgenommen wird und zum gewünschten Erfolg führt, hängt sicher von den entsprechenden Sinnesleistungen des potentiellen Prädators ab. Dass Stridulationslaute eine abschreckende Wirkung haben können, zeigen die oben angeführten Beispiele. Systematische Untersuchungen scheinen aber bisher völlig zu fehlen.

Über das Feindspektrum von *C. caraboides* findet man in der Literatur so gut wie

nichts. Aufgrund der versteckten Lebensweise in der Laubstreu von Wäldern werden verschiedene Kleinsäuger angenommen, die mit den Lautäußerungen gewissermaßen vor der Sekretabgabe gewarnt werden (s.o.). In diesem Zusammenhang sind unsere Schalldruckpegelmessungen von Interesse. Wir haben nach dem „6 dB-Abnahmegesetz für Strahler 0. Ordnung" (vgl. GÜNTHER et al. 1978) kalkuliert, dass im freien Schallfeld der mittlere Schalldruckpegel der Stridulationslaute bereits in etwa 2 m Entfernung auf 0 dB abfällt und damit für das menschliche Ohr unhörbar wird. Angstschreie vieler Vogelarten oder Kleinsäuger, die von Prädatoren ergriffen werden, besitzen ebenfalls ein breites Frequenzspektrum (unpubliziert), sind aber so laut, dass sie auf große Entfernungen wahrnehmbar sind. Es wäre reizvoll zu untersuchen, wie sich Vegetation und Hindernisse im Schallfeld auswirken, die ja durchaus eine mindernde, aber auch eine verstärkende Wirkung haben können, nämlich dann, wenn die betreffenden Strukturen als Resonanzkörper dienen. Über die Reichweiten der Abwehrlaute anderer Käfer findet man in der Literatur so gut wie nichts. Es gibt offenbar aber durchaus Käfer, deren Abwehrgeräusche lauter sind. HEUWINKEL et al. (1984) haben gezeigt, dass der Langhornbock *Monochamus sutor* über eine pronoto-mesonotale Stridulation Schalldruckpegel im Mittel von 52 dB (Maximum 65 dB) erreicht, die somit erst in etwa 4 m Entfernung auf 0 dB abfallen.

Danksagung

Wir danken Herrn M. BRENNER (Düsseldorf) für die Hilfe bei den Abbildungen.

Literatur

BAUER, T. (1976): Experimente zur Frage der biologischen Bedeutung des Stridulationsverhaltens von Käfern. Zeitschrift für Tierpsychologie 42: 57-65.

CLARIDGE, M.F. (1974): Stridulation and defensive behaviour in the ground beetle, *Cychrus caraboides* (L.). Journal of Entomology (A) 49: 7-15.

CROWCROFT, P. (1957): The life of the shrew. Max Reinhardt; London.

DUMORTIER, B. (1963): Morphology of sound emission apparatus in Arthropoda. S. 277-345 in: BUSNEL, R.G. (Hrsg.): Acoustic behaviour of animals. Elsevier**;** London.

GÜNTHER, B.C., HANSEN, K.-H., & VEIT, I. (1978): Technische Akustik. Lexika Verlag; Grafenau.

HEUWINKEL, H. (1982): Schalldruckpegel und Frequenzspektren der Gesänge von *Acrocephalus arundinaceus*, *A. scirpaeus*, *A. schoenobaenus* und *A. palustris* und ihre Beziehung zur Biotopakustik. Ökologie der Vögel 4: 85-174.

HEUWINKEL, H., BEIGEL-HEUWINKEL, U., & O. SCHÖLA (1984): Lautäußerungen und Stridulationsorgan des Langhornbockes *Monochamus sutor* (L.). Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 77: 293.

LANDOIS, H. (1867): Die Ton- und Stimmapparate der Insecten in anatomisch-physiologischer und akustischer Beziehung. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 17: 105-186.

WHEELER, J., CHUNG, R.H., OH, S.K., BENFIELD, E.F., & NEEF, S.E. (1970): Defensive secretions of cychrine beetles (Coleoptera: Carabidae). Annals of the Entomological Society of America 63: 469-471.

Dr. Hubert Heuwinkel
Museum für Naturkunde
in der Stiftung Schloss und Park Benrath
Benrather Schlossallee 102
D-40597 Düsseldorf
E-Mail: hubert.heuwinkel@stadt.duesseldorf.de

Prof. Dr. Hartmut Greven
Institut für Zoomorphologie und
Zellbiologie der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitätsstr. 1
D-40225 Düsseldorf
E-Mail: grevenh@uni-duesseldorf.de

Rezension

Glenn B. Wiggins (2005):
Caddisflies: The Underwater Architects.
University of Toronto Press; Toronto. ISBN 0-8020-3714-3. Hardcover, 292 Seiten mit 78 meist ganzseitigen Abbildungen. Preis: 125,00 USD.

Das schon lange erwartete Buch über die Biologie der Köcherfliegen ist nun erschienen. Der Nestor der internationalen Trichopteren-Forschung, Glenn B. Wiggins, Toronto, hat seine zahlreichen Ergebnisse und die seiner weltweiten Mitstreiter in einer überschaubaren und allgemein verständlichen Darstellung vorgelegt. Zu den aktuellen Themen und zu seinem Lebenswerk gehört die Erforschung der Larven und ihrer Lebensweisen in den verschiedenen Ökosystemen. Köcherbau und Nahrungserwerb der Larven sowie die besondere Rolle der Puppen sind wichtige Aspekte des aquatischen Lebensabschnitts. Alle 32 Familien werden mit seinen wohlbekannten, anschaulichen Zeichnungen und präzisen Texten vorgestellt.
Wie ein roter Faden durchziehen das Buch Fragen und Antworten nach Phylogenie, Evolution und Systematik der Trichopteren. Über diesen Themenkreis hat Glenn B. Wiggins ein Leben lang gearbeitet und ein Resümee in diesem Buch niedergeschrieben. Wer als Kenner der Materie weitere Einzelheiten wünscht, wird gerne auf die ergänzenden Kommentare im ausführlichen Anhang zurückgreifen.
Ein gewichtiges und doch leicht verständliches Trichopteren-Buch, wenn man die englische Sprache nicht scheut und akzeptiert, dass viele Beispiele der amerikanischen, aber uns doch so nahen Trichopteren-Fauna entnommen sind. Ich kann es sehr empfehlen.

Wilfried Wichard, Köln/Bonn

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomologie heute

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: 17

Autor(en)/Author(s): Heuwinkel Hubert, Greven Hartmut

Artikel/Article: Zur Stridulation des Schaufelläufers Cychrus caraboides (L.) (Carabidae, Coleoptera). On the Stridulation of the Carabid Beetle Cychrus caraboides (L.) (Carabidae, Coleoptera) 101-109