

Lautäußerungen bei Wanzen – ein Überblick

HANS-JÜRGEN HOFFMANN

Wohl jeder entomologisch Interessierte und vor allem jeder Mittelmeer-Urlauber kennt sie: Singzikaden, deren Gesang manchmal zur Plage für die Ohren werden kann. Da geht es bei den nahe verwandten Wanzen deutlich leiser zu.

Schon lange stand bei mir das Thema auf der Warteliste. Als jetzt G. SCHULEMANN-MAIER ihren interessanten Bericht zu ihren Videos mit Lautäußerungen bei *Pentatoma rufipes* für das HETEROPTERON lieferte (s. dieses Heft), habe ich mich entschlossen, endlich eine Übersicht mit Literatur- Zusammenstellung zu wagen.

Ich stieß schon vor Jahren auf das sehr ergiebige Werk von DROSOPOULOS & CLARIDGE (2006), in dem sehr viele Arbeiten betr. Wanzen erwähnt werden. Außerdem lag dem (recht teuren) Buch eine DVD mit entsprechenden Abbildungen und Ton-Proben bei.

Im vorgenannten Werk und bei Recherchen im Internet zeichnet sich ab, dass bei recht vielen versch. Wanzengruppen bisher Lautäußerungen beobachtet wurden.

Gerade von den Reduviiden wird regelmäßig – auch in populär-wissenschaftlichen Veröffentlichungen - das Zirpen erwähnt. Wahrscheinlich sind *Rhinocoris iracundus* und Schwesterarten relativ oft mit der Hand gefangen worden und haben nicht nur zugestochen, sondern auch gezirpt. So beschreibt schon HANDLIRSCH (1900a) ausführlich dieses Geräusch. Von vielen anderen Arten hört man allerdings - z.B. beim Fang - nichts dergleichen, mit besonderen Mikrofonen konnten mittlerweile aber öfter Töne in anderen Zusammenhängen wie Partnersuche, Kopulation oder Abwehr beobachtet werden.

Eine weitere Gruppe, bei denen man den „Gesang“ zum rechten Zeitpunkt hören kann, sind die Corixiden, die daher auch als Wasserzikaden bezeichnet werden. Auch hier gibt es von Handlirsch (1900b) schon eine ausführliche Darstellung.

Vor Jahren lernte ich auf einem gemeinsamen Jamaica-Urlaub J. THEISS kennen, der sich gerade sehr intensiv mit solchen Gesängen beschäftigt hatte. In einer sehr anschaulichen Arbeit fasste er die Ergebnisse von *Corixa* und anderen Corixidae zusammen (THEISS 1996a). Dort finden sich auch viele Sonogramme zur Veranschaulichung. In den darauf folgenden Jahren hatte ich auch selbst einmal das Glück, dass zu sehr später Stunde in einer Glasschale die frisch gefangenen *Micronecta* zart, aber gut hörbar zu zirpen begannen. Es gelang mir sogar, die Töne mit einem UHER-Tonbandgerät aufzunehmen. Nur konnte das Band Jahrzehnte später, als ich mich daran erinnerte, nicht mehr abgespielt werden. Und auch J. THEISS konnte mir Jahre nach seinen Publikationen die Tonbandaufnahmen nicht mehr besorgen, die seinen Untersuchungen zugrunde gelegen hatten. Es ist auffällig, dass zwar der Gesang der Wasserzikaden regelmäßig angesprochen wird, dass ihn offenbar auch etliche Entomologen gehört haben, dass aber weder in der Tierstimmensammlung des Museums KOENIG/Bonn (vormals Berlin) noch anderweitig im Internet Wasserzikaden-Gesänge zu hören sind. Erst in YOUTUBE gibt es neuerdings Sequenzen, z.B. von *Micronecta scholtzi*. Der Beitrag beruht wahrscheinlich auf einem Bericht vom angeblich „lautesten“ Gesang der „kleinsten“ Wasserwanze, *Micronecta scholtzi* – „weltweit“ (!) - , besprochen von SUEUR et al, (2011) und DAVIS (2011), und von div. anderen Autoren wiederholt in Publikationen, die seinerzeit durch die Tagespresse gingen und durch zahlreiche News-Meldungen verbreitet wurden.

Im Folgenden sollen die wichtigsten Fakten dargestellt und ein erster Versuch einer Literatur-Zusammenstellung speziell für Wanzen gewagt werden.

1. Mechanismen der Lauterzeugung

Wanzen können Laute als Teil der innerartlicher Kommunikation oder z.B. der Feindabwehr auf verschiedene Weise erzeugen:

durch Stridulation

- Viele Wanzenarten erzeugen Laute durch Stridulation (Luftschall-Laute), wobei sie spezielle Körperstrukturen gegeneinander reiben.
- Als Beispiel reiben Vertreter aus der Familie Pentatomidae (Baumwanzen) die Flügelbasen oder -adern am Thorax.
- Diese Laute sind oft niederfrequent (20–500 Hz) und für das menschliche Ohr oft schlecht oder nicht hörbar, können aber mit technischen Hilfsmitteln gut registriert werden.
- Zur Lautwahrnehmung s.u.

durch Vibrationen über das Substrat

- Viele Wanzen erzeugen keine Luftschall-Laute, sondern übertragen Vibrationen über den Untergrund (z. B. Pflanzenstängel oder Blätter), z.B. durch Schlagen des Hinterleibes auf das Substrat.
- Diese Vibrationen dienen z. B. der Partnerkommunikation.
- Besonders gut untersucht ist dies bei *Nezara viridula* (Grüne Reisswanze).

auf sonstige Weise erzeugte Akustische Signale

- Bei den Wanzen wird von div. Autoren für *Micronecta scholtzi* angegeben, dass deren Laute wohl durch Luftblasen am Körper zumindest verstärkt werden (obwohl hier primär Stridulation vorliegt). [Typisches Beispiel sind hier die Singzikaden, die mittels ihres Tymbal-Organen ihren Gesang erzeugen.]

Singzikaden (Cicadidae) sind für ihren lauten, oft rhythmischen Gesang bekannt, der vor allem zur Partnerfindung dient. Die Männchen erzeugen den Gesang (zur Anlockung von Weibchen) mittels sog. Tymbal-Organen, stark verhärteten Membranen mit Rippenstrukturen beiderseits am Hinterleib. Sie werden durch kräftige Muskeln blitzartig nach innen gezogen, wodurch sie einknicken und einen „Klick“ erzeugen. Wenn die Muskeln entspannen, springen sie zurück – der nächste Klick entsteht. Der hohle Hinterleib wirkt wie ein Resonanzkörper, der die Lautstärke verstärkt – bis zu über 100 Dezibel, was sie zu den lautesten Insekten macht. Weibchen (und auch Männchen) haben beidseits am Vorderleib unter den Flügeln paarige Hörorgane, die Tympana genannt werden, dünne Membranen, die Schwingungen der Luft aufnehmen.]

Wasserzikaden, Corixidae erzeugen ihren Gesang (hauptsächlich zur Anlockung der Weibchen) durch Stridulation (Aneinanderreiben von Körperteilen): Aneinanderreiben eines Feldes von parallelen Borsteneihen an der Innenseite der Vorderschenkel (Schrillfeld) gegen einen verhärteten, halbmondförmigen Vorsprung seitlich am Kopf, (Schrillkante).

Ein Spezialfall liegt bei *Micronecta scholtzi* (und weiteren Miconecta-Arten?) vor: hier reibt das Männchen eine geriffelte Ader am Penis (besser: an einem chitinisierten Teil des männlichen Genitalapparats, dem Aedeagus) an einer Rille am Hinterleib; unter Wasser erreichen die hochfrequenten Vibrationen der nur ca. 2 mm großen Tiere über 90 Dezibel, wohl durch Resonanz-Körper (Luftblasen z.B.).

Als Lautäußerungen werden die Fluggeräusche von Wanzen, evtl. Knackgeräusche (s. Schnellkäfer bei den Coleoptera) o.ä. üblicherweise nicht gelistet.

Die Schallwahrnehmung ist bisher in der Regel weniger gut untersucht worden. Spezielle Organe wie Tympanalorgane fehlen bei Wanzen. Sensoren z.B. in Form der Subgenual-Organen an den Vordertibien oder an den Antennen wurden beschrieben. Es sieht so aus, dass alle Lautäußerungen bei Wanzen nur als substratgebundene Vibrationen (Landwanzen) bzw. hydrodynamische Reize (Wasserwanzen) registriert werden. Im Hinblick auf die Adressaten der Lautäußerungen soll demnächst eine ähnliche Zusammenstellung zur Lautwahrnehmung („Hören“) wie die vorliegende zu Lautäußerungen erfolgen. Literatur hierzu wäre z.B.:

HOY, R.R., POPPER, A.N. & FAY, R.R. (eds): 1998): Comparative Hearing: Insects. – SPRINGER handbook of auditory research **10**, N.Y., Berlin, Heidelberg, 341 S.]

2. Funktionen der Lautäußerungen

Selbstverständlich haben Lautäußerungen jeder Art einen Zweck:

Partnerfindung und Kommunikation bei der Paarung:

- Bei vielen Wanzenarten spielen wohl Vibrationen eine zentrale Rolle bei der Balz. Männchen und Weibchen „antworten“ sich einander mit rhythmischen Signalen über das Substrat. Diese Vibrationen können Informationen über Art, Geschlecht und Paarungsbereitschaft enthalten.

Territorialverhalten, Abwehrverhalten gegen Konkurrenten und Warnsignale gegen Fressfeinde

- Einige Wanzen erzeugen Geräusche, um Fressfeinde abzuschrecken. Diese Laute können in Kombination mit chemischer Abwehr (Stinkdrüsen) auftreten. Es sind auch Lautäußerungen von bereits begatteten Weibchen bei erneuten Kopulations-Versuchen von Männchen beschrieben. In manchen Fällen zeigen Studien, dass männliche Wanzen über Vibrationen Reviere abgrenzen oder Konkurrenten fernzuhalten versuchen.

Soziale Kommunikation

- Schwarmbildende Corixidae (*Micronecta* spec. z.B.) zirpen im „Chor“

3. Untersuchungs- und Darstellungsmethoden

- Stridulationen können mit empfindlichen Mikrofonen heutzutage leicht aufgenommen werden.
- Da viele dieser Laute (z.B. Substratvibrationen) aber nicht hörbar sind, werden sie mit Laser-Doppler-Vibrometern, Kontaktmikrofonen oder Schwingungssensoren untersucht.
- Wichtig wäre in allen Fällen auch eine Video-Kontrolle, die bisher nur selten vorliegt.
- Da Videos über andere Kanäle als gedruckte Literatur kommuniziert werden, ist die Nachsuche in entsprechenden Medien (z.B. YOUTUBE) empfehlenswert.

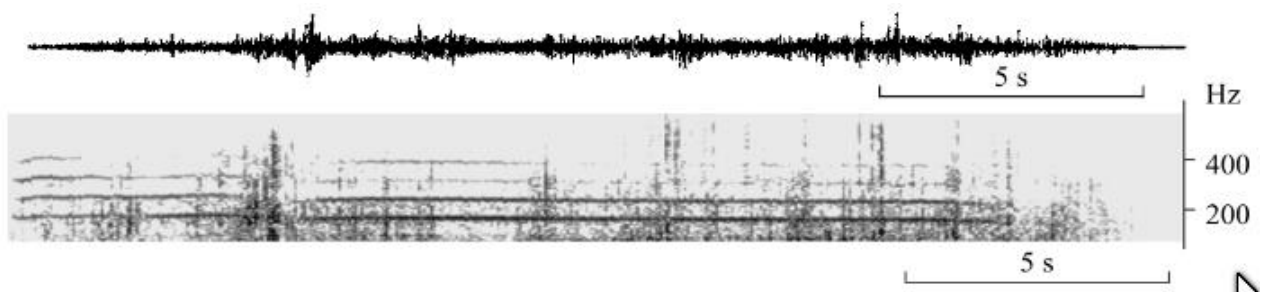
Eine Darstellung der Lautäußerungen ist auf versch. Weise möglich:

als Oszillogramm:

Die Lautäußerung wird als Schwingung der Luftdruckkurve über der Zeit gezeigt. Man sieht Amplitude (Lautstärke) und Dauer.

als Spektrogramm:

Darstellung von Frequenz (y-Achse) über die Zeit (x-Achse) **mit** Farb- oder Grauwerten für die Intensität. Besonders verbreitet in der Bioakustik, da man damit Tonhöhen und Rhythmus erkennt.



Oszillogramm und zugehöriges Sonogramm

als Frequenzspektrum:

Analyse, welche Frequenzen (Tonhöhen) in einem Laut vorkommen. Nützlich für Vergleiche zwischen Arten.

4. Einige Beispiele von in Deutschland vorkommenden Wanzen-Arten

Nezara viridula – Grüne Reisswanze (Pentatomidae)

Substratvibration (kein Luftschall) zur Paarungskommunikation; Männchen erzeugen rhythmische Vibrationen mit den Beinen am Pflanzenstängel. Weibchen antworten mit eigenen Signalen → dialogische Balz. Sehr gut untersucht.

Halyomorpha halys – Marmorierte Baumwanze

In den letzten Jahren parallel zur Ausbreitung zunehmend untersucht, Interesse wegen seiner Schädlingsproblematik, gut geeignet wegen Häufigkeit der Art.

Graphosoma lineatum – Streifenwanze (Pentatomidae)

Vermutlich Stridulation oder Vibrationsübertragung, Möglicherweise Abwehr oder innerartliche Kommunikation. Die genaue Art der Lauterzeugung ist weniger erforscht, aber visuell auffällige akustische Warn-Mechanismen wurden beobachtet.

Pentatoma rufipes – Gemeine Baumwanze (Pentatomidae)

Vermutlich nur Stridulation, Möglicherweise Abwehr oder Partnerkommunikation; Beobachtungen deuten auf vibrierendes Verhalten bei Stress oder Balz hin.

Piesma maculata Rübenwanze (Piesmidae)

Als Rüben-Schädling in den 20er Jahren gut untersucht. Stridulation (hörbares Zirpen) mittels Flügelbasis gegen Körper in Zuchten der Art beobachtet. Die Arbeit wurde nur durch Zufall (Sonderdruck in der Sammlung des Autors) bekannt, sonst offenbar nirgendwo zitiert oder registriert. (s. H. SCHNEIDER 1928)

Div. Arten der Reduviidae wie *Rhinocoris spec.*, *Reduvius personatus*, *Coranus spec.* usw.

Zirpen, erzeugt mit dem Rostrum gegen eine Reibplatte an der Vorderbrust, bei Beunruhigung (s. HANDLIRSCH (1900a), KOTT erwähnt die Beobachtung bei *Coranus* schon durch DE GEER (1773).

Adelphocoris lineolatus (Miridae)

Substratvibration, Kommunikation zwischen den Geschlechtern. Signale unterscheiden sich zwischen verschiedenen Arten der Gattung. Bestimmungsfaktor bei Arten mit ähnlichem Aussehen?

Phylus coryli (Miridae)

Auf Hasel (*Corylus avellana*) lebend. Substratvibration beobachtet, aber weniger intensiv erforscht. Wahrscheinlich Balzkommunikation

Macrolophus pygmaeus: (Miridae)

Es zeigte sich, dass Männchen dieser Miridenart ein „Yelp“-Signal in der Balz verwenden; Weibchen bevorzugen längere Rufe.

Plea minutissima (Pleidae)

Zirpt mittels eines Zirporgans (bei beiden Geschlechtern) zwischen Vorder- und Mittelbrust.

Div. Arten der Corixidae / Wasserzikaden (z.B. *Corixa spec.*, *Sigara spec.*, nicht *Micronecta spec.*)

Die meisten der untersuchten Corixidae erzeugen ihren Gesang (hauptsächlich zur Anlockung der Weibchen und zum Gruppenzusammenhalt) durch Stridulation (Aneinanderreiben eines Feldes von parallelen Borstenreihen an der Innenseite der Vorderschenkel (Schrillfeld) gegen einen verhärteten, halbmondförmigen Vorsprung seitlich am Kopf, (Schrillkante) (s. HANDLIRSCH (1900b), THEISS (1982-96)). Eine Bedeutung des Striegels an der Unterseite des männlichen Hinterleibes bei der Lautäußerung wird nicht mehr angenommen.

Ein Spezialfall liegt bei *Micronecta scholtzi* vor: hier reibt das Männchen eine geriffelte Ader am Penis, besser: an einem chitinisierten Teil des männlichen Genitalapparats, dem Aedeagus, an einer Rille am Hinterleib. Unter Wasser erreichen die hochfrequenten Vibrationen der nur ca. 2 mm großen Tiere über 90 Dezibel, wohl durch Resonanz-Körper.

Ausblick

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Familien wie Reduviidae, Corixidae und andererseits Arten wie *Nezara viridula* und *Halyomorpha halys* gut bis sehr gut untersucht sind, dass aber für viele „unbedeutendere“ Arten, wie die Vertreter der Miridae, nur lückenhafte Beobachtungen vorliegen. Die optische Dokumentation der Lautäußerungen steckt trotz der heutzutage verfügbaren optimalen Foto- und Videotechnik noch in den Anfängen.

Literatur zu Lautäußerungen bei Wanzen (bisher 164 Zitate)

- AIKEN, R.B. (1982): Sound production and mating in a waterboatman, *Palmarcorixa nana* (Heteroptera, Corixidae): - Anim Behav **30**, 54–61.
- AIKEN, R.B. (1985): Sound production by aquatic insects. - Biol. Rev. **60**, 163–211.
- AKINGBOHUNGBE, A.E. (1979): A new genus and four new species of Hyaliidinae (Heteroptera: Miridae) from Africa with comments on the status of the subfamily. - Rev. Zool. afr. **93**, 500–522.
- ALDRICH, J.R., OLIVER, J.E., LUSBY, W.R., KOCHANSEY, J.P. & LOCKWOOD, J.A. (1987): Pheromone strains of the cosmopolitan pest *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae). - J. Exp. Zool. **224**, 171–175.
- AMON, T. (1990): Electrical brain stimulation elicits singing in the bug *Nezara viridula*. - Naturwissenschaften **77**, 291–292.
- AMON, T. & ČOKL, A. (1990): Transmission of the vibratory song of the bug *Nezara viridula* (Pentatomidae, Heteroptera) on the *Hedera helix* plant, - Scopolia, Suppl. **1**, 133–141.
- ASHLOCK, P.D. & LATTIN J.D. (1963): Stridulatory mechanisms in the Lygaeidae, with a new american genus of Orsillinae (Hemiptera: Heteroptera). - Ann. Entomol. Soc. Am. **56**, 693–703.
- AU, E. C., (1969): The taxonomic value of the metathoracic wing in the Scutelleridae (Hemiptera: Heteroptera). - MA Thesis, Ore. State Univ., p. 129.
- BAILEY, W.J. (1983): Sound production in *Micronecta batilla* HALE (Hemiptera: Corixidae) – an alternative structure. - Austral. Entomol. **22**, 35–38.
- BLASSIOLI-MORAES, MC., LAUMANN, RA. & ČOKL, A. (2005): Vibratory signals of four neotropical stink bug species. - Physiol. Entomol. **30**, 175–188.
- BRIZIO, C., LOLLI, L., BUZZETTI, F.M. (2023): Acoustic Behaviour of *Pentatoma rufipes* (Heteroptera, Pentatomidae) during Mating or One-to-one Rivalry Interaction. - Ann. Mus. Civ. Rovereto **39**, 121–13.
- ČOKL, A. (1983): Functional properties of vibroreceptors in the legs of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae), - J. Comp. Physiol. A, **150**, 261–269.
- ČOKL, A. (1988): Vibratory signal transmission in plants as measured by laser vibrometer, - Period. Biol., **90**: 193–196.
- ČOKL, A. (2008a): Stink Bug Interaction with Host Plants during Communication. - J. Insect Physiol. **54**, 1113–1124.
- ČOKL, M. (2008b): Bugs that shake the world: substrate-borne signaling in Heteroptera. - In: DROSOPoulos & CLARIDGE, Eds.: The Ecology of Animal Communication, Oxford University Press.
- ČOKL, A. & AMON, T. (1980): Vibratory interneurons in central nervous system of *Nezara viridula* L. (Pentatomidae, Heteroptera), - Comp. Physiol. A, **139**, 87–95.
- ČOKL, A., BLASSIOLI-MORAES, MC., LAUMANN, RA., ŽUNIČ, A., BORGES, M. (2019): Stinkbugs multisensory communication with chemical and vibratory signals transmitted through different media. - In: HILL, PSM., LAKES-HARLAN, R., MAZZONI, V., NARINS, PM., VIRANT-DOBERLET, M., WESSEL, A. (eds): Biotremology studying vibrational behavior, 1st edn., New York, pp 91–122.
- ČOKL, A. & BOGATAJ, E. (1982): Factors affecting vibrational communication in *Nezara viridula* L. (Heteroptera, Pentatomidae): - Biološki vestnik (Ljubljana) **30**, 1–20.
- ČOKL, A., GOGALA, M. & BLAŽEVIČ, A. (1978): Principles of sound recognition in three pentatomide bug species (Heteroptera), - Biol. vestnik (Ljubljana), **26**, 81–94.
- ČOKL, A., GOGALA, M. & JEŽ, M. (1972): The analysis of the acoustic signals of the bug *Nezara viridula*, - Biol. vestnik (Ljubljana), **20**: 47–53. (in Slovenian: Analiza zvočnih signalov stenice *Nezara viridula* (L.))
- ČOKL, A., LAUMANN, R.A., STRITIH, N. (2017): Substrate-borne vibratory communication. - In: ČOKL, A., BORGES, M. (eds): Biorational control based on communication processes, 1st edn., Boca Raton London New York, pp 125–164.
- ČOKL, A., LAUMANN, R.A., ŽUNIČ KOSI, A., BLASSIOLI-MORAES, M.C., VIRANT-DOBERLET, M. & BORGES, M. (2015): Interference of Overlapping Insect Vibratory Communication Signals: An *Eushistus heros* Model. - PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0130775 June 22, 16 S.
- ČOKL, A., MCBRIEN, H.L. & MILLAR, J.G. (2001): Comparison of substrate-borne vibrational signals of two stink bug species *Acrosternum hilare* and *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae). - Ann. Entomol. Soc. Am. **94**, 471–479.
- ČOKL, M., & MILLAR, J. G. (2009): Substrate-borne vibrational communication in plant-dwelling insects. In: BIERNASKIE, J., & PAPAJ, D. (Eds.), Insect Behavior: From Mechanisms to Ecological and Evolutionary Consequences.
- ČOKL, A. & MOREIRA DIAS, A., BLASSIOLI-MORAES, M.C., BORGES, M. & LAUMANN, R.A. (2017) Rivalry between Stink Bug Females in a Vibrational Communication Network. - J Insect Behav **30**, 741–758.
- ČOKL, A., NARDI, C., BENTO, JMS., HIROSE, E., PANIZZI, AR. (2006): Transmission of stridulatory signals of the burrower bugs, *Scaptocoris castanea* and *Scaptocoris carvalhoi* (Heteroptera: Cydnidae) through the soil and soybean. - Physiol. Entomol. **31**, 371–438.

- ČOKL, A., PRESERN, J., VIRANT-DOBERLET, M., BAGWELL, G. J., & MILLAR, J. G. (2004): Vibratory signals of the harlequin bug and their transmission through plants. - *Physiological Entomology*, **29**, 372–380.
- ČOKL, M., & VIRANT-DOBERLET, M. (1994): Stridulatory signals of *Nezara viridula* and communication through the plant. - *Acta Entomologica Slovenica* **2**, 63–74.
- ČOKL, A. & VIRANT-DOBERLET, M. (2003): Communication with substrate-borne signals in small plant-dwelling insects. - *Annual Review of Entomology* **48**, 29–50.
- ČOKL, A., & VIRANT-DOBERLET, M. (2004): Vibratory signals of the harlequin bug and their transmission through plants. - *Physiological Entomology*, **29**, 372–380.
- ČOKL, A., VIRANT-DOBERLET, M. & McDOWELL, A. (1999): Vibrational directionality in the southern green stink bug *Nezara viridula* (L.) is mediated by female song, - *Anim. Behav.* **58**, 1277–1283.
- ČOKL, A., VIRANT-DOBERLET, M. & STRITIH, N. (2000): The structure and function of songs emitted by southern green stink bugs from Brazil, Florida, Italy and Slovenia. - *Physiol. Entomol.* **25**, 196–205.
- ČOKL, A., VIRANT-DOBERLET, M., ZOROVIĆ, M., & ŽUNIČ, A. (2004): Tuning of signals with environment: substrate-borne vibratory communication in stink bugs, - *Proc. XX. Brazilian Congress of Entomology*, Gramado.
- ČOKL, M., ZOROVIĆ, M., LAUMANN, R. A., & BORGES, M. (2007): Substrate-borne vibratory communication in the neotropical stink bug *Euschistus heros*. - In: *Stinkbugs: Biorational Control Based on Communication Processes* (pp. 117–140): https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6061-8_6
- ČOKL, M., ZOROVIĆ, M., & MILLAR, J. G. (2007): Vibrational communication along plants by the stink bugs *Nezara viridula* and *Murgantia histrionica*. - *Behavioural Processes* **75**, 40–54.
- ČOKL, M., ZOROVIĆ, M., & VIRANT-DOBERLET, M. (2007): Use of substrate vibrations for communication by the green mirid, *Creontiades dilutus*. - *Physiological Entomology* **32**, 313–318.
- ČOKL, M., ZOROVIĆ, M., ŽUNIČ, A., & VIRANT-DOBERLET, M. (2005): Communication through plants in a tri-trophic context. - In: *Insect Sounds and Communication* (pp. 263–285): CRC Press.
- ČOKL, A., ZOROVIĆ, M., ŽUNIČ, A. & VIRANT-DOBERLET, M. (2005): Tuning of host plants with vibratory songs of *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae). - *J. Exp. Biol.* **208**, 1481–1488.
- ČOKL, A., ZOROVIĆ, M., ŽUNIČ, A., STRITIH, N., VIRANT-DOBERLET, M. (2014): Communication through plants in a narrow frequency window. - In: COCROFT, R.G., GOGALA, M., HILL, PSM., WESSEL, A. (eds): *Studying vibrational behavior*, 1st edn., Berlin, pp 1712–2195.
- ČOKL, A., & ŽUNIČ, A. (2005): Sound and Vibrational Signals of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae): - *Annals of the Entomological Society of America* **98**, 956–966.
- ČOKL, A. ŽUNIČ KOSI, A., KUŠTOR, V. (1989): Activity of muscles of the vibration producing organ of the bug *Nezara viridula*. - MSc Thesis, University of Ljubljana Slovenia.
- ČOKL, A., ŽUNIČ KOSI, A., BLASSIOLI MORAES, C.M., BORGES, M. & LAUMANN, R.A. (2021): Stink Bug Inter-Plant Communication with Signals Produced by Vibration of Lifted Wings. - *Journal of Insect Behavior* **34**, 194–210.
- ČOKL, A.; ŽUNIČ KOSI, A.; STRITIH-PELJHAN, N.; BLASSIOLI-MORAES, M.C.; LAUMANN, R.A.; BORGES, M. (2021): Stink Bug Communication and Signal Detection in a Plant Environment. - *Insects*, **12**, 1058. <https://doi.org/10.3390/insects12121058>
- DA SILVA, S., MOREIRA, A. DIAS, GOMES LAGOA, A.C. BLASSIOLI-MORAES, M.C. BORGES, M. ČOKL, A. & LAUMANN R.A. (2019): Specificity of Male Responses to Female Vibratory Signals in two *Chinavia* Species (Hemiptera: Pentatomidae) is Based on Signal Structure and Narrow Temporal Parameters. - *Animal Behavior and Cognition ABC*, **6**, 1–12.
- DAVIES, E. (2011); „Singing Penis“ sets noise record for water insect. – BBC Nature News <http://www.bbc.co.uk/nature/13958630?print=true>
- DE GROOT, M., ČOKL, A. & VIRANT-DOBERLET, M. (2010): Effects of heterospecific and conspecific vibrational signal overlap and signal-to-noise ratio on male responsiveness in *Nezara viridula* (L.). - *The Journal of Experimental Biology* **213**, 3213–3222
- DE GROOT, M., ČOKL, A., & VIRANT-DOBERLET, M. (2011a): Search Behavior of Two Hemipteran Species Using Vibrational Communication, - *Central Eur. J. Biol.* **5**, 756–769.
- DE GROOT, M., ČOKL, A., & VIRANT-DOBERLET, M. (2011b): Species Identity Cues: Possibilities for Errors during Vibrational Communication on Plant Stems, - *Behav. Ecol.* **22**, 1209–1217
- DERZHANSKY, V.V. (1990): Stink Bugs of the Genus *Carpocoris* KOL. (Heteroptera, Pentatomidae) in the Fauna of the USSR. - *Entomol. Obozr.* **69**, 61–68.
- DEVETAK, D., GOGALA, M. & ČOKL, M. (1978): Prispevek k fiziologiji vibroreceptorjev stenic iz družine Cydnidae (Heteroptera) [Contribution to the physiology of vibroreceptors of bugs of the family Cydnidae (Heteroptera)]. – *Biološki vestnik / Biol. vestnik (Ljubljana)* **26** oder **36**, 131–139.
- DEVETAK, D., GOGALA, M. & ČOKL, A. (1978): A contribution to the physiology of the vibration receptors in bugs of the family Cydnidae (Heteroptera), -

- DRAŠLAR, K. & GOGALA, M. (1976): Struktura stridulacijskih organov pri žuželkah iz družine Cydnidae (Heteroptera): (študija s SEM) [Structure of stridulatory organs in insects of the family Cydnidae (Heteroptera): (Study by SEM)]. – Biološki vestnik **24**, 175-200.
- DUMORTIER B (1963): Acoustical behaviour of Hemiptera. - In: BUSNELL R.G. (ed): Acoustic behaviour of animals. Amsterdam, pp 391–411, 798–799.
- DUPUIS, C. (1953):. Notes, remarques et observations diverses sur les Hémiptères Note VI - Appareil stridulatoire et stridulation des Cydnidae et Tessaratomidae (Pentatomidae): - Cahiers des Naturalistes, Bull. des N.P., N.S. **8**, 25-27.
- ERIKSSON ANNA, GIANFRANCO ANFORA, ANDREA LUCCHI, FRANCESCO LANZO, META VIRANT-DOBERLET, VALERIO MAZZONI (2012): Exploitation of Insect Vibrational Signals Reveals a New Method of Pest Management. - PLoS ONE | www.plosone.org 7, 3 | e32954 1-5
- FINKE, C. (1968): Lautäußerungen und Verhalten von *Sigara striata* und *Callicorixa praeusta* (Corixidae Leach., Hydrocorisae LATR.): - Zeitschrift für vergleichende Physiologie **58**, 398–422.
- GEMENO, C.; BALDO, G.; NIERI, R.; VALLS, J.; ALOMAR, O. & MAZZONI, V. (2015): Substrate-Borne Vibrational Signals in Mating Communication of *Macrolophus* Bugs. - Journal of Insect Behavior. **28**, 482–498.
- GOERTZ, M. E. (1963): Sound production in two sympatric species of aquatic Hemiptera, *Buenoa macrotibialis* (HUNG.) and *Buenoa confusa*. - Thesis, Dartmouth College, Hanover, New Hampshire
- GOGALA, M. (1969): Die akustische Kommunikation bei der Wanze *Tritomegas bicolor* (L.) (Cydnidae). - Z. vergl. Physiol., **63**, 379-391.
- GOGALA, M. (1970): Artspezifität der Lautäußerungen bei Erdwanzen (Heteroptera, Cydnidae). - Z. vergl. Physiol. **70**, 20-28.
- GOGALA, M., (1978): Acoustic Signals of Four Bug Species of the Family Cydnidae (Heteroptera), Akustični signali štirih vrst iz družine Cydnidae (Heteroptera): Biol. Vestnik **26**, 153–168. (Ljubljana),
- GOGALA M. (1983): Physiological investigations of bioacoustics in insects. – Iugoslavica physiologica et pharmacologica acta, Supplement **9**, 39-40.
- GOGALA, M. (1984): Vibration producing structures and songs of terrestrial Heteroptera as systematic character. - Biološki vestnik, **32**, 19–36.
- GOGALA, M. (1985a): Vibrational communication in bugs (Heteroptera–Pentatomidae, Cydnidae, Coreidae, Alydidae, Pyrrhocoridae): - Biological Bulletin, **169**, 363–373.
- GOGALA, M. (1985b): Vibrational Communication in Insects (Heteroptera, Homoptera Auchenorrhyncha and Coleoptera): - In: KALMRING, K., & ELSNER, N. (eds): Acoustic and Vibrational Communication in Insects., Berlin, 117–126.
- GOGALA, M. (1985c): Vibrational communication in insects (biophysical and behavioural aspects). In: KALMRING, K. & ELSNER, N. (eds.): Acoustic and vibrational communication in insects, pp. 117-126 (Proc. XVII. Intern. Congress Entomol. Hamburg 1984) Berlin, Hamburg.
- GOGALA, M. (1985d): Vibrational songs of land bugs and their production. - In: KALMRING K., ELSNER N. (eds.): Acoustic and vibrational communication in insects, pp. 143-150 (Proc. XVII. Intern. Congress Entomol. Hamburg 1984) Berlin, Hamburg.
- GOGALA, M. (1990): Distribution of low frequency vibrational songs in local Heteroptera. - Scopolia, Supplementum **1**, 125-132.
- GOGALA, M. (2006a): Vibratory signals produced by Heteroptera – Pentatomorpha and Cimicomorpha. - Acta Entomologica Slovenica **14**, 9–18.
- GOGALA, M (2006b): Vibratory signals produced by Heteroptera-Pentatomorpha and Cimicomorpha. – In: DROSOPOULOS, S, CLARIDGE, M.F. (eds): Insect sounds and communication: physiology, behaviour, ecology and evolution. Boca Raton, pp 275–295.
- GOGALA, M. & ČOKL, M. (1983): The acoustic behaviour of the bug *Phymata crassipes* (F.) (Heteroptera). – Revue canadienne de biologie expérimentale **42**, 249-256.
- GOGALA, M., & ČOKL, A. (1985): Vibrational communication in bugs (Heteroptera–Pentatomidae, Cydnidae, Coreidae, Alydidae, Pyrrhocoridae): - Biological Bulletin **169**, 363–373.
- GOGALA, M., ČOKL, A., DRAŠLAR, K. & BLAZEVIC, A (1974) Substrate-borne sound communication in Cydnidae. - J Comp Physiol **94**, 25–31.
- GOGALA, M. & HOČEVAR I. (1990): Vibrational songs in three sympatric species of *Tritomegas*. - Scopolia, Supplementum **1**, 117-123.
- GOGALA, M., VIRANT, M. & BLEJEC, A. (1984): Mocking bug *Phymata crassipes* (Heteroptera): - Acoustics Letters **8**, 44-51.
- GOGALA, M., YONH, H.-S. & BRÜHL, C. (1998): Maternal care in *Pygoplatus* bugs (Heteroptera: Tessaratomidae). – European Journal of Entomology **95**, 311-315.

- HANDLIRSCH. (1900a): Zur Kenntnis der Stridulationsorgane bei den Rhynchoten. Ein morphologisch-biologischer Beitrag. (Tafel VII). – Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien **15**, 127-141.
- HANDLIRSCH, A. (1900b): Neue Beiträge zur Kenntniss der Stridulationsorgane bei den Rhynchoten. – Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien **50**, 555-560.
- HASKELL, P.T. (1957): Stridulation and its analysis in certain Geocorisae (Hemiptera, Heteroptera). – Proc. Zool. Soc. London **129**: 351-358.
- HRABAR, N., VIRANT-DOBERLET, M., & ČOKL, A. (2004): Species Specificity of Male Southern Green Stink Bug *Nezara viridula* (L.) Reactions to the Female Calling Song, – Acta Zool. Sinica **50**, 566–575.
- JANSSON A (1973): Stridulation and its significance in the genus *Cenocorixa* (Hemiptera, Corixidae): – Behaviour **46**, 1–36.
- JANSSON A (1989): Stridulation of Micronectinae (Heteroptera, Corixidae): – Ann. Ent. Fennici **55**, 161–175.
- JERAM, S. (1993): Anatomical and physiological properties of antennal mechanoreceptors of the bug species *Nezara viridula* (L.) (Pentatomidae, Heteroptera), – Ms.D. thesis, University of Ljubljana, Ljubljana.
- JERAM, S. & ČOKL, A. (1996): Mechanoreceptors in insects: JOHNSTON's organ in *Nezara viridula* (L.) (Pentatomidae, Heteroptera), – PFLÜGERS Arch. – Eur. J. Physiol., **431** (Suppl.): R281.
- JERAM, S. & PABST, M.A. (1996): JOHNSTON's organ and central organ in *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae), – Tissue & Cell, **28**: 227-235.
- JORDAN, KHC. (1958): Lautäußerungen bei den Hemipteren-Familien der Cydnidae, Pentatomidae und Acanthosomidae. – Zool Anz **161**, 130–144.
- JORDAN, K.H.C., SLOWIÖCZEK, H., HOCH, H., WESSEL, A. (2022): Sound Production in True Bugs from the Families Acanthosomatidae and Pentatomidae (1958). – In: Biotremology: Physiology, Ecology, and Evolution. DOI: 10.1007/978-3-030-97419-0_2
- KAVČIČ, A., ČOKL, M., LAUMANN, R. A., MORAES, M. C. B., & BORGES, M. (2013): Tremulatory and abdomen vibration signals enable communication through air in the stink bug *Euschistus heros*. – Physiological Entomology **38**, 240–248.
- KING, I.M. (1976): Underwater sound production in *Micronecta batilla* HALE (Heteroptera, Corixidae): – J Aust Ent Soc **15**, 33–43.
- KING, I.M. (1999a): Acoustic communication and mating behaviour in water bugs of the genus *Micronecta*. – Bioacoustics **10**, 115–130.
- KING, I.M. (1999b): Species-specific sounds in water bugs of the genus *Micronecta*. Part 1. Sound analysis. – Bioacoustics **9**, 297–323.
- KING, I.M. (1999c): Species-specific sounds in water bugs of the genus *Micronecta*. Part 2. Chorusing. – Bioacoustics **10**, 19–29.
- KIRITANI, K., HOKYO K.N. & YUKAWA J., (1963): Coexistence of the two related stink bugs *Nezara viridula* and *Nezara antennata* under natural conditions. – Research on Population ecology **5**, 11-22.
- KON, M., OE, A. & NUMATA H., (1993): Intra- and interspecific copulation in the two congeneric green stink bugs, *Nezara antennata* and *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), with reference to postcopulatory changes in the spermatheca. – J. Ethol. **11**, 63-89.
- KON, M., OE, A. & NUMATA, H. (1994): Ethological isolation between two congeneric green stink bugs *Nezara antennata* and *N. viridula* (Heteroptera, Pentatomidae), – J. Ethol. **12**, 67-71.
- KON, M., AKEMI, O.E., NUMATA, H. & HIDAKA, T. (1988): Comparison of the mating behaviour between two sympatric species, *Nezara antennata* and *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae), with special reference to sound emission. – J. Ethol. **2**, 91-98.
- KOTT, P. (2018): *Coranus subapterus* (DE GEER, 1773) – Stridulation, ein Schutz- und Abwehrmittel? (Heteroptera, Reduviidae). – HETEROPTERON H. **52**, 9-16.
- KRAUS, W.F. (1989): Surface wave communication during courtship in the giant water bug *Abedus indentatus* (Heteroptera: Belostomatidae), – J. Kans. Entomol. Soc. **62**, 316-328.
- KUHLGATZ, TH. (1904): HANDLIRSCH, A. I. Zur Kenntnis der Stridulationsorgane bei den Rhynchoten. – Biologisches Zentralblatt **24**, 520 - 522.
- KUŠTOR, V. (1989): Activity of muscles of the vibration producing organ of the bug *Nezara viridula*. – MSc Thesis, University of Ljubljana Slovenia.
- LATTIN, J.D. (1958): A stridulatory mechanism in *Arhapha cicindeloides* WALKER (Hemiptera: Heteroptera: Pyrrhocoridae). – The Pan-Pacific Entomologist **34**, 217-219.
- LAUMANN, R.A., BLASSIOLI MORAES, M.C., ČOKL, A., & BORGES, M., EAVES (2007): Dropping on Sexual Vibratory Signals of Stink Bugs (Hemiptera: Pentatomidae) by the Egg Parasitoid *Telenomus podisi*. – Animal Behav. **73**, 637–649.

- LAUMANN, A.R. & ČOKL, A., BLASSIOLI-MORAES, M.C. & BORGES, M. (2016): Vibratory Communication and its Relevance to Reproductive Isolation in two Sympatric Stink Bug Species (Hemiptera: Pentatomidae: Pentatominae). - J Insect Behav **29**, 643–665.
- LAUMANN, R.A., KAVČIČ, A., BLASSIOLI MORAES, M.C., BORGES, M., ČOKL, A. (2013): Reproductive behaviour and vibratory communication of the neotropical predatory stink bug *Podisus nigrispinus*. – Physiol. Entomol. **38**, 71–80.
- LESTON, D. (1954): Strigils and stridulation in Pentatomoidea (Hem.): some new data and a review. - Ent Month Mag **90**:49–56
- LESTON, D. (1957): The stridulatory mechanisms in terrestrial species of Hemiptera Heteroptera. - Proc. Zool. Soc. London **128**: 369–386.
- LESTON, D. & PRINGLE WS (1963): Acoustical behaviour of Hemiptera. In: Busnell RG (ed) Acoustic behaviour of animals. Amsterdam, pp 391–411, 798–799.
- MANRIQUE, G & SCHILMAN, P.E (2000): Two different vibratory signals in *Rhodnius prolixus* (Hemiptera: Reduviidae). - Acta Tropica **77**, 271–278.
- MCBRIEN, H.L., ČOKL A., & MILLAR, J.G. (2002): Comparison of substrate-borne vibrational signals of two congeneric stink bug species, *Thyanta pallidovirens* and *T. custator accerra* (Heteroptera: Pentatomidae): - J. Insect Behavior **15**, 715–738.
- MCBRIEN, H. L., & MILLAR, J. G. (2012): Substrate-borne vibrational signals of the consperse stink bug (*Euschistus conspersus*). - The Canadian Entomologist **144**, 717–723.
- MICHEL, K., AMON, T. & ČOKL, A. (1983): The morphology of the leg scolopidial organs in *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae), - Rev. Can. Biol. Exptl. **42**, 139–150.
- MICHELSSEN, A, FINK, F, GOGALA, M, & TRAUE, D. (1982): Plants as transmission channels for insect vibrational songs. - Behavioral Ecology and Sociobiology **11**, 269–281.
- MIKLAS, N., LASNIER, T. & RENOU, M. (2003): Male bugs modulate pheromone emission in response to vibratory signals from conspecifics, - J. Chem. Ecol. **29**, 561–574.
- MITIS, H. V. (1936): Zur Biologie der Corixiden, Stridulation. - Z. Morph. Ökol. Tiere **30**, 479–495.
- MOORE, T.E, (1961): Audiospectrographic analysis of sounds of Hemiptera and Homoptera. - Ann Ent Soc Am **54**, 273–291.
- MOREIRA DIAS, A., BORGES, M. BLASSIOLI MORAES, M.C. LORRAN, M. COELHO, F. ČOKL, A. & LAUMANN, R.A. (2021): Inhibitory Copulation Effect of Vibrational Rival Female Signals of Three Stink Bug Species as a Tool for Mating Disruption. - Insects, **12**, 16 S.
- NUMATA, H., KON, M., FUJII, H. & HIDAKA, T. (1989): Sound production in the bean bug *Riptortus clavatus* THUNBERG (Heteroptera: Alydidae): - Appl. Ent. Zool. **24**, 169–173.
- OTA, D. & ČOKL, A. (1991): Mate location in the southern green stink bug *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) mediated through substrate-borne signals on ivy, - J. Insect. Behav. **4**, 441–447.
- PANIZZI, A.R., MCPHERSON, J.E., JAMES, D.G., JAVAHERY, M. & MCPHERSON, R.M. (2000): Stink bugs (Pentatomidae): - In: SCHAEFER, C.W. & PANIZZI, A.R., Eds.: Heteroptera of Economic Importance. Boca Raton London New York Washington DC, chap. 13.
- PARSONS MC (1976): Respiratory significance of the thoracic and abdominal morphology of three Corixidae, *Diaprepocoris*, *Micronecta*, and *Hesperocorixa* (Hemiptera, Heteroptera, Hydrocorisae). Psyche **83**, 132–179.
- PAVLOVČIČ, P. & ČOKL, A. (2001): Songs of *Holcostethus strictus* (FABRICIUS): a different repertoire among landbugs (Heteroptera: Pentatomidae). - Behav. Proc. **53**, 65–73.
- PECCERILLO, C.; MAINARDI, C.E.; NIERI, R.; FOUANI, J.M.; CEMMI, A.; CRISTOFARO, M.; ANFORA, G.; MAZZONI, V. (2023): The Effect of the Sterile Insect Technique on Vibrational Communication: The Case of *Bagrada hilaris* (Hemiptera: Pentatomidae). - Insects **14**, 353. 13 S.
- PERICART, J. & POLHEMUS J.T. (1990): Un appareil stridulatoire chez les Leptopodidae de l'ancien monde (Heteroptera): - Annls. Soc. ent. Fr. (N.S.) **26**, 9–17.
- POLAJNAR et al. (2016): Vibrational communication of the brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys*). - Physiological Entomology x,x.
- POLAJNAR, J., ERIKSSON, A., LUCCHI, A., ANFORA, G., & VIRANT-DOBERLET, M. (2016): Substrate-borne vibrational communication in pentatomid bugs. – In: DROSOPOULOS, S. & CLARIDGE, M. F. (Eds.), Insect Sounds and Communication: Physiology, Behaviour, Ecology and Evolution (pp. 189–212).
- POLAJNAR, J., SVENŠEK, D., ČOKL, A. (2012):- Resonance in herbaceous plant stems as a factor in vibrational communication of pentatomide bugs (Heteroptera: Pentatomidae). – J. R. Soc. Interfaces **9**, 1898–1907.
- POLHEMUS, J. T. (1994): The Stridulatory Mechanism of *Nerthra* SAY, a New Species, and Synonymy (Heteroptera: Gelastocoridae). - Journal of the New York Entomological Society.
- POPHAM, E.J. (1961) The function of the paleal pegs of Corixidae (Hemiptera Heteroptera). - Nature (Lond.) **190**, No 4777, 742–743.

- PRAGER, J. (1976): Das mesothorakale Tympanalorgan von *Corixa punctata* Ill. (Heteroptera, Corixidae): - J. Comp. Physiol. **110**, 33–50.
- PRAGER, O. & LARSEN N. (1981): Asymmetrical hearing in the water bug *Corixa punctata* observed with laser vibrometry. - Naturwissenschaften **68**, 579–580.
- PRAGER, J. & STRENG, R. (1982): The resonance properties of the physical gill of *Corixa punctata* and their significance in sound reception. - J Comp Physiol **A 148**, 323–335.
- PRAGER, J., STRENG, R. & THEISS, J. (1982): The resonance properties of the physical gill of *Corixa punctata* and their significance in sound reception. - Journal of Insect Physiology **x,x**.
- PRAGER, J. & THEISS, J. (1982): The effect of tympanal position on the sound-sensitivity of the metathoracic scolopale organ of *Corixa*. - Journal of Insect Physiology **28**, 447–449.
- REID A., HARDIE, D.J.W., MACKIE, D., JACKSON, J.C. & WINDMILL, J.F.C. (2018): Extreme call amplitude from near-field acoustic wave coupling in the stridulating water insect *Micronecta scholtzi* (Micronectinae). - J. R. Soc. Interface **15**, 20170768.
- RYAN, M.A., ČOKL, A. & WALTER, G.H. (1995): Differences in vibratory communication between a Slovenian and Australian population of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae): - Behav. Processes, **36**: 183–193.
- SCHAEFER, C. (1980): The sound-producing structures of some primitive Pentatomoidea (Hemiptera: Heteroptera): - New York Entomol. Soc. **88**, 230–235.
- SCHAEFER, C. & PUPEDIS, R.J. (1981): A stridulatory device in certain Alydinae (Hemiptera: Heteroptera: Alydidae): J. Kans. Entomol. Soc. **54**, 143–152.
- SCHALLER, F. (1951): Lauterzeugung und Hörvermögen von *Corixa (Callicorixa) striata* L. - Zeitschrift für vergleichende Physiologie **33**, 476–486.
- SCHILMAN, P.E., MANRIQUE, G. & LAZZARI, CR. (2001): Comparison of disturbance stridulations in five species of triatominae bugs. - Acta Trop. **79**, 171–178.
- SCHNEIDER, H. (1928): Über das Zirporgan von *Piesma quadrata* FIEB. - Zool. Anz. **75**, 329–330.
- SCHOFIELD, C.J. (1977): Sound production in some triatomine bugs. - Physiol. Entomol. **2**, 43–52.
- SHESTAKOV, L.S., (2008): Studies of Vibratory Signals in Pentatomid Bugs (Heteroptera, Asopinae) from European Russia. - Entomol. Rev. **88**, 20–25.
- SHESTAKOV, L.S., (2009): Vibratory Signals of Two Species of Bugs from the Family Coreidae (Heteroptera): - Moscow Univ. Biol. Sci. Bull. **64**, 49–50.
- SHESTAKOV L.S. (2015): A Comparative Analysis of Vibrational Signals in 16 Sympatric Bug Species (Pentatomidae, Heteroptera). - Entomological Review **95**, 310–325.
- ŠTYS, P. (1961): The stridulatory mechanism in *Centrocoris spiniger* (F.) and some other Coreidae (Heteroptera). - Acta ent. Mus. nat. Prag **34**, 427–431.
- SUEUR, J., MACKIE, D., & WINDMILL, J.F.C. (2011): So Small, So Loud, Extremely High Sound Pressure Level from a Pygmy Aquatic Insect (Corixidae, Micronectinae): - <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0021089> Open Access
- THEISS, J. (1982): Generation and radiation of sound by stridulating water insects as exemplified by the Corixids. - Behav Ecol Sociobiol **10**, 225–235.
- THEISS, J. (1983a): Diurnal and seasonal rhythms of stridulatory activity in the water boatmen *Corixa dentipes* and *Corixa punctata*. - Experientia **34**, 1163–1165.
- THEISS, J. (1983b): Time-shifted mating periods in two closely related corixid species. - Z. Naturforsch. **38c**, 675–678.
- THEISS, J. (1996a): Akustische Verständigung der Wasserzikaden. – Biologie in unserer Zeit **26**, 341–350.
- THEISS, J. (1996b): Zur Kenntnis der Stridulationsorgane bei den Rhynchoten. – NH Museum Wien **xx**, 127–141 + 1 Tafel
- THEISS, J. & PRAGER, J. (1984): Range of corixid sound signals in the biotope. - Physiol. Entomol. **9**, 107–114.
- THEISS, J., PRAGER, J. & STRENG, R. (1983): Underwater stridulation by corixids: stridulatory signals and sound production mechanism in *Corixa dentipes* and *Corixa punctata*. - J. Insect Physiol. **29**, 761–771.
- THEISS, J. & STRENG, R. (1985): Lokalisierung einer Unterwasser-Schallquelle durch Wasserinsekten. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. **78**, 343.
- THEISS, J. & STRENG, R. (1991): Mechanismus der Schalllokalisierung bei Wasserzikaden. - Verh. Dtsch. Zool. Ges. **84**, 365–366.
- TODD, J.W. (1989): Ecology and Behavior of *Nezara viridula*. - Ann. Rev. Entomol. **34**, 273–292.
- VIRANT-DOBERLET, M., & ČOKL, A. (2004): Vibrational communication in insects. - Neotropical Entomology, **33**(2), 121–134.
- WIESE, K. & SCHMIDT, K. (1974): Mechanorezeptoren im Insektentarsus. Die Konstruktion des tarsalen Scolopidialorgan bei *Notonecta* (Hemiptera, Heteroptera), - Z. Morph. Tiere **79**, 47–63.

- WOTZEL, F. (1933): Zur Kenntnis der Tympanalorgane der Hydrocores. - Z. wiss. Zool. (Leipzig) **148**,
- ZAPPONI, L., NIERI, R. ZAFFARONI-CAORSI, V. PUGNO, N.M. & MAZZONI, V. (2021): Vibrational calling signals improve the efficacy of pheromone traps to capture the brown marmorated stink bug. - Journal of Pest Science x,x.
- ZOROVIĆ, M., VIRANT-DOBERLET, M. & ČOKL, A. (2003): The vibratory interneurons in the central ganglion of the southern green stink bug *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae), - In: ELSNER, N. & ZIMMERMANN, H., Eds: Proc. of the 29th Göttingen Neurobiology Conference, Stuttgart, 416-417.
- ŽUNIČ, A., ČOKL, A., VIRANT-DOBERLET, M., & MILLAR, J. G. (2008): Communication with Signals Produced by Abdominal Vibration, Tremulation, and Percussion in *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). - Annals of the Entomological Society of America **101**, 1169–1178.
- ŽUNIČ, A., VIRANT-DOBERLET, M., & ČOKL, A. (2011): Species recognition during substrate-borne communication in *Nezara viridula* (L.) (Pentatomidae: Heteroptera). - Journal of Insect Behavior **24**, 468–487.
- ZYCH, M., CZARNEWICZ, P., & BROŻEK, J. (2012): Stridulation by *Jadera haematoloma* (Hemiptera: Rhopalidae): Production Mechanism and Associated Behaviors. - Journal of Insect Behavior **25**, 543–553.

Anschrift des Autors:

Dr. H.J. Hoffmann, c/o Zoologisches Institut, Biozentrum der Universität zu Köln,
Zülpicher Str. 47 b, D-50674 KÖLN, e-mail: hj.hoffmann@uni-koeln.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Heteropteron - Mitteilungsblatt der Arbeitsgruppe Mitteleuropäischer Heteropterologen](#)

Jahr/Year: 2025

Band/Volume: [76](#)

Autor(en)/Author(s): Hoffmann Hans-Jürgen

Artikel/Article: [Lautäußerungen bei Wanzen – ein Überblick 30-40](#)