

Flugaktivität der Bockkäfer *Monochamus sartor* und *Monochamus sutor*: Attraktivität insekten- und baumbürtiger volatiler Substanzen

Paula Halbig, Philip Menschhorn,
Hannes Krehan, David Hall
& Gernot Hoch

Zusammenfassung

Der Kiefernholznematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), Verursacher der Kiefernwelkekrankheit, wird von Bockkäfern der Gattung *Monochamus* (Col., Cerambycidae) übertragen. Der Fang der Vektoren stellt eine wichtige Maßnahme für das Monitoring und die Bekämpfung der Kiefernwelke dar. Für den Hauptvektor in Europa, den Bäckerböck (*M. galloprovincialis*), wurden bereits Lockstoffe entwickelt. Wir untersuchten die Flugaktivität der beiden potenziellen Vektoren Schneiderböck (*M. sartor*) und Schusterböck (*M. sutor*) hinsichtlich des Einflusses von Pheromonen, Kairomonen und Witterungsfaktoren. Zu diesem Zweck wurden von Juli bis August 2012 Vieltrichter-Fallen mit drei verschiedenen Lockstoffkombinationen in einem montanen Fichtenmischbestand im Wildnisgebiet Dürrenstein, Niederösterreich eingesetzt. In den dortigen, nach Störungen unbeeinflussten, Wäldern konnten sich Populationen der beiden *Monochamus*-Arten ungehindert aufbauen, was die Durchführung dieser Studie möglich machte. Fallen mit dem kommerziellen Lockstoff Galloprotect 2D® (SEDQ, Spanien), welcher aus einer

Monochamus-Aggregationspheromonverbindung und zwei Borkenkäfer-Pheromonkomponenten besteht, fingen $4,6 \pm 0,6$ *M. sartor* Weibchen und $1,6 \pm 0,3$ Männchen. Der höchste Fang wurde durch Zugabe des wirtsbaumbürtigen, volatilen α -Pinen erreicht ($6,4 \pm 1,0$ Weibchen; $3,3 \pm 0,5$ Männchen). Hierbei war der Anstieg gefangener Männchen statistisch signifikant. Weiterer Zusatz von volatilen Rauch-Inhaltsstoffen steigerte das Fangergebnis nicht. Aufgrund des geringeren Fangs von *M. sutor* wurden keine signifikanten Unterschiede in der Reaktion dieser Art auf die Lockstoffe festgestellt. Die Anzahl gefangener *M. sartor* und *M. sutor* korrelierte signifikant mit der mittleren und maximalen Lufttemperatur. Bei mittleren Lufttemperaturen unter 15°C erfolgte kein Fang. Zur Untersuchung des Ausbreitungsverhaltens wurden die gefangenen Käfer markiert, freigelassen und wiedergefangen. Vier *M. sartor* und fünf *M. sutor* der insgesamt freigelassenen 308 bzw. 85 wurden wiedergefangen. Nach Freilassung verbreiteten sich diese in alle Richtungen bis hin zur entferntesten Falle in 390 m Distanz. Dabei überquerten sie sowohl Fichtenbestände als auch Freiflächen. Dieses Experiment lieferte einen ersten Einblick in die Flugaktivität zweier potenzieller Überträger des Kiefernholznematoden im montanen Österreich sowie in ihre Reaktion auf Fallen und Lockstoffe, die für *M. galloprovincialis* entwickelt wurden.

Abstract

The pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), causal agent of pine wilt disease, is transmitted by longhorn beetles of the genus *Monochamus* (Col., Cerambycidae). Trapping vectors is one important measure for monitoring and control of pine wilt disease. Lures have been develo-

ped for *M. galloprovincialis*, the main vector in Europe. We studied flight behaviour of two potential vectors *M. sartor* and *M. sutor* regarding pheromone, kairomone and weather influence. From July to August 2012, multiple funnel traps with three different combinations of attractants were installed in a mountainous mixed spruce forest in Dürrenstein Wilderness Area, Lower Austria. In this woodland, that remained unmanaged after disturbances, populations of the two *Monochamus* species built up to levels making this study feasible.

Traps baited with the commercial lure Galloprotect 2D® (SEDQ, Spain), which consists of a *Monochamus* aggregation pheromone compound and two bark beetle pheromone components, caught 4.6 ± 0.6 female and 1.6 ± 0.3 male *M. sartor*. Highest catch was attained by addition of the host tree volatile α -pinene (6.4 ± 1.0 females; 3.3 ± 0.5 males); the increase in males was statistically significant. Further addition of smoke volatiles did not enhance captures. Due to lower *M. sutor* catch, no significant differences in response to the lures were established. Catches of *M. sartor* and *M. sutor* were significantly correlated with mean and maximum air temperature. No flight activity was registered when mean temperatures fell below 15°C . Captured beetles were marked, released and recaptured to determine dispersal behaviour. Four *M. sartor* and five *M. sutor* of the total released 308 and 85 were recaptured. Released beetles spread in all directions up to the most remote trap in 390 m distance, crossing spruce stands as well as open areas. This experiment gave first insight into flight activity of two potential pine wood nematode vectors in mountainous Austria, as well as into their reactions to traps and lures, developed for *M. galloprovincialis*.

1. Einleitung

Durch den Schutzstatus und den Verzicht auf wirtschaftliche Nutzung der Waldbestände im Wildnisgebiet Dürrenstein bildete sich ein Habitat mit reichlich Brutmaterial (Totholz) für rinden- und holzbrütende Insektenarten. In der vorliegenden Arbeit nutzten wir diese Situation zur Untersuchung der beiden Bockkäfer *Monochamus sartor* und *M. sutor*, die in hohen Populationsdichten in der Hundsau am Südhang des Dürrensteins nach einer Borkenkäfermassenvermehrung in Folge zweier Lawinenabgänge im Jahr 2009 auftreten. Dies ermöglichte die Durchführung eines Fallenversuchs mit einer entsprechend aussagekräftigen Anzahl von Käfern. Die Bockkäfer der Gattung *Monochamus* haben große Bedeutung als Überträger der Kiefernwelke, einer letalen Welkekrankheit, die auf Grund ihrer fortdauernden Ausbreitung weltweit als Bedrohung für Waldökosysteme gefürchtet wird (Webster & Mota 2008). Im vergangenen Jahrhundert verbreitete sich der Krankheitserreger, der ursprünglich in Nordamerika beheimatete Kiefernholz-nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), in Asien (Steiner & Buhner 1934; Futai 2008; Shin 2008; Zhao 2008). Mit der Einschleppung nach Portugal im Jahr 1999 konnte sich die Kiefernwelke etablieren und 2008 nach Spanien ausweiten (Mota et al. 1999; FVO 2010; EPPO 2010). Das EU-Forschungsprojekt REPHRAME befasst sich mit verschiedensten Aspekten der Krankheit, des Erregers und dessen Vektoren; das hier vorgestellte Experiment ist Teil dieses Projektes.

Der Kiefernholz-nematode wird von Bockkäfern der Gattung *Monochamus* übertragen, die weltweit Nadelbäume und Nadelholz als sekundäre bzw. technische Schädlinge besiedeln. Vor allem durch die Kontrolle der Vektoren kann die Ausbreitung der Kiefernwelke verhindert werden. Kenntnisse der

Flugaktivität sowie die Entwicklung effektiver Fallen für Monitoring bilden hierfür die Grundvoraussetzungen. Für den Hauptvektor in Europa, *M. galloprovincialis* wurden bereits geeignete Lockstoffe aus einer Kombination des wirtsbaumbürtigen α -Pinen und der Borkenkäfer-Aggregationssubstanzen Ipsenol und 2-Methyl-3-Butenol entwickelt (Ibeas et al. 2006). Bei *M. galloprovincialis* wurde auch die *Monochamus*-Aggregationspheromon-Verbindung 2-Undecyloxy-1-Ethanol gefunden, wodurch der Lockeffer noch verstärkt wird (Pajares et al. 2010). Neben *M. galloprovincialis* kann *B. xylophilus* auch von *M. sartor* und *M. sutor* übertragen werden (Linit 1988; Akbulut & Stamps 2012). Beide in Mitteleuropa heimischen Arten besiedeln hauptsächlich Fichte (*Picea abies*), jedoch auch Kiefer (*Pinus* spp.) in montanen bis subalpinen Höhenlagen (Hellrigl 1974). Obwohl die Fichte nicht den Hauptwirtsbaum des Kiefernholz-nematoden darstellt, kann sie als Reservoir zur Überdauerung fungieren (Futai & Sutherland 1989). Vor diesem Hintergrund erfordern Risikoanalyse und Monitoring einer möglichen Ausbreitung der Kiefernwelke in Österreich Studien des Flugverhaltens von *M. sartor* und *M. sutor*.

2. Material und Methoden

Von 10. Juli bis 20. August 2012 wurde die Attraktivität von 12 teflonbeschichteten Viel-Trichter-Fallen (ECONEX®, Spanien) mit drei verschiedenen Lockstoffkombinationen für fliegende *M. sartor* und *M. sutor* getestet (Abbildung 1). In vier randomisierten Blöcken wurden jeweils drei Fallen mit unterschiedlichen Ködern auf Freiflächen bzw. in einem abgestorbenen Fichtenaltbestand angeordnet. Die Fallen wurden innerhalb der Gruppen alle zehn Tage rotiert, die Fallenleerung erfolgte alle drei bis vier Tage.



Abb. 1: Trichterfalle zum Lebendfang von Bockkäfern im Wildnisgebiet Dürrenstein (Foto: P. Halbig)



Abb. 2: Markierte *M. sartor* Weibchen bei der Freilassung an abgestorbenen Fichten (Foto: P. Halbig)

In einer Variante wurde die Wirkung des kommerziellen Lockstoffes Galloprotect-2D (G2D) (SEDQ, Spanien), bestehend aus einer *Monochamus*-Aggregationspheromon-Verbindung (2-Undecyloxy-1-Ethanol) sowie zwei Borkenkäfer-Pheromon-Komponenten (Ipsenol, 2-Methyl-3-Buten-2-Ol), alleinig untersucht. Diese Mischung wurde in der zweiten Variante mit der Wirtsbaums substanz α -Pinen (SEDQ, Spanien) kombiniert. Ferner wurden in einer dritten Kombination volatile Rauch-Inhaltsstoffe (hergestellt im Labor D. R. Hall, Universität Greenwich) hinzugefügt. Dies basiert auf der Beobachtung, dass *Monochamus* Arten oft nach Waldbränden besonders stark auftreten (Hellrigl 1971). Mit Hilfe der nicht-parametrischen Kruskal-Wallis-H ($\alpha = 0,05$) und Mann-Whitney-U-Tests (korrigiertes $\alpha = 0,017$) erfolgte die Prüfung auf statistisch signifikante Unterschiede (IBM®, SPSS® 21) in der Lockstoffpräferenz für die 10-Tages-Fangperioden.



Abb. 3: Flugstart eines markierten *M. sartor* Weibchens am zentralen Freilassungspunkt (Foto: P. Halbig)

Des Weiteren wurde die Auswirkung der Witterungsfaktoren auf das Flugverhalten von *M. sartor* und *M. sutor* mittels einer Kendalls Tau Korrelationsanalyse (IBM®, SPSS® 21) festgestellt. Die Wetterdaten Lufttemperatur und Niederschlag wurden von einer Wetterstation in der Hundsau im Südosten des Untersuchungsgebietes gemessen und von J. Pennerstorfer (Universität für Bodenkultur Wien) verarbeitet. Für die statistische Analyse wurden in Übereinstimmung mit den Fallenkontrollen die 3-4-Tages-Fangperioden betrachtet.

Im Zuge eines Fang-Markierung-Wiederfang-Experiments erfolgte die Ermittlung der Flugdistanzen von *M. sartor* und *M. sutor*. Nach jeder Fallenkontrolle wurden die gefangenen Käfer bestimmt und individuell nach Fangdatum und Fallenzugehörigkeit auf Elytren und Pronotum mit Acrylfarbe markiert (Abbildung 2). Markierte Käfer wurden an zwei toten stehenden Fichten im Zentrum des Untersuchungsgebietes wieder freigelassen (Abbil-

dungen 2, 3). Die Auswirkung der Windrichtung auf den Wiederfang erfolgte anhand der Daten des Windgebers (Typ 263 R, Kroneis, Wien) nahe dem zentralen Freilassungspunkt. Diese Daten wurden von E. Blackwell und V. Wimmer (Universität für Bodenkultur Wien) zur Verfügung gestellt.

Darüber hinaus wurden die Beifänge im Hinblick auf das Artenspektrum und analog zu *Monochamus* der Einfluss der Witterung und der verwendeten Lockstoffe analysiert. Während des gesamten Versuchs wurden trockene Fangbehälter ohne Insektizid für Lebendfang verwendet.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Witterungseinfluss auf die Flugaktivität

Der Gesamtfang betrug 277 *M. sartor* Weibchen und 107 Männchen sowie 68 *M. sutor* Weibchen und 45 Männchen. Die Witterung beeinflusste das Flugverhalten, was sich in der Fangzahl widerspiegelte (Abbildung 4). Hohe mittlere und maximale Lufttemperaturen erhöhten den Käferfang, wohingegen niedrige Lufttemperaturen in geringem Fang resultierten. Niederschlag wirkte sich ebenso negativ auf die *Monochamus*-Fänge aus. Dies entsprach auch unseren Beobachtungen bei der Freilassung markierter Käfer. Ein Rückgang der mittleren und maximalen Lufttemperatur auf 13,1 °C bzw. 19,9 °C bewirkte keinen Fang am 16. und 23. Juli, obwohl zuvor bei wärmeren Temperaturen bereits Flug registriert worden war. Die niedrigsten mittleren und maximalen Lufttemperaturen mit beobachtetem Flug betragen 15,0 °C und 19,1 °C. Auf Grund der kurzen Untersuchungszeit konnte kein definitiver Temperaturschwellenwert für die Flugaktivität abgeleitet werden. Nichtsdestotrotz gab dieses Experiment einen ersten Einblick.

M. sartor und *M. sutor* Fang korrelierten beide signifikant mit mittlerer und maximaler Lufttempe-

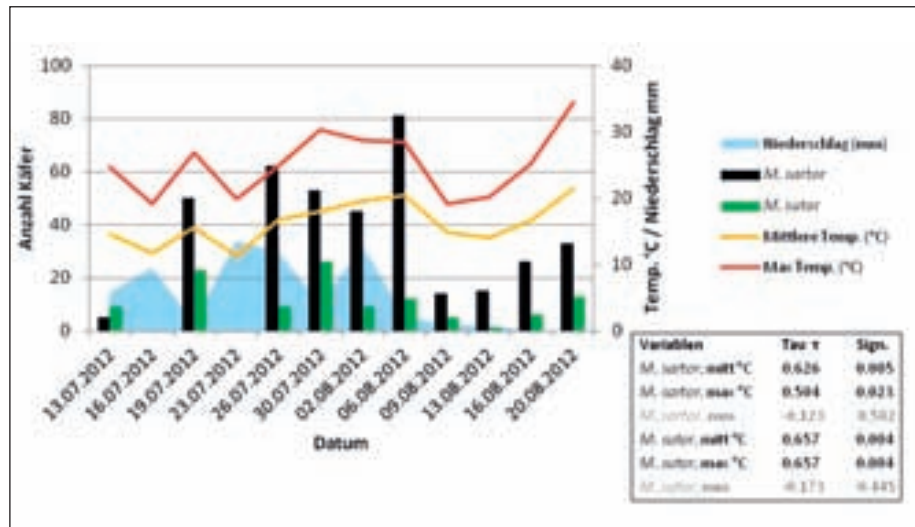


Abb. 4: *Monochamus sartor* und *M. sutor* Fang in 3-4-d Fangperioden, mittlere und maximale Lufttemperatur, mittlere Niederschlagsmenge in der Hundsau während des gesamten Untersuchungszeitraums (40 d). Korrelationsanalyse *Monochamus* Fang - Witterungsfaktoren (mittl °C = mittlere Lufttemperatur, max °C = maximale Lufttemperatur, mm = mittlere Niederschlagsmenge, Korrelationskoeffizient Kendalls τ , 2-seitige Signifikanz (Sign.).

ratur (Abbildung 4). Ein ähnliches wetterabhängiges Flugverhalten ist vom asiatischen *M. alternatus* bekannt, der mindestens 18 °C für seine Aktivität benötigt (Kobayashi et al. 1984) und dessen Ausbreitung durch steigende maximale Lufttemperaturen begünstigt wird (Togashi 1990). Obwohl keine Korrelation mit der durchschnittlichen Niederschlagsmenge in der Fangperiode festgestellt wurde, ist ein negativer Zusammenhang mit der Flugaktivität wahrscheinlich. In Studien von *M. alternatus* wurde bei Regen kein Flug beobachtet (Kobayashi et al. 1984). Grundsätzlich tendieren *Monochamus* spp. zu gesteigerter Flugaktivität an sonnigen, warmen Tagen (Hellrigl 1971; eigene Beobachtungen).

3.2 Lockstoffattraktivität für *M. sartor* und *M. sutor*

Die mittleren Fangzahlen von *M. sartor* Weibchen und Männchen zeigen dieselbe Tendenz der Lockstoffbevorzugung (Abbildung 5). Der Fang der Männchen war jedoch insgesamt niedriger als der der Weibchen. Während bei den Weibchen keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden (H-Test: $p = 0,653$), lagen bei den Männchen signifikant unterschiedliche Fangzahlen (H-Test: $p = 0,023$) zwischen G2D allein und G2D + α -Pinen vor (U-Test: $p = 0,012$).

Verglichen mit *M. sartor* war der Fang von *M. sutor* sehr niedrig (Abbildung 5). Während des gesamten Untersuchungszeitraums konnten lediglich

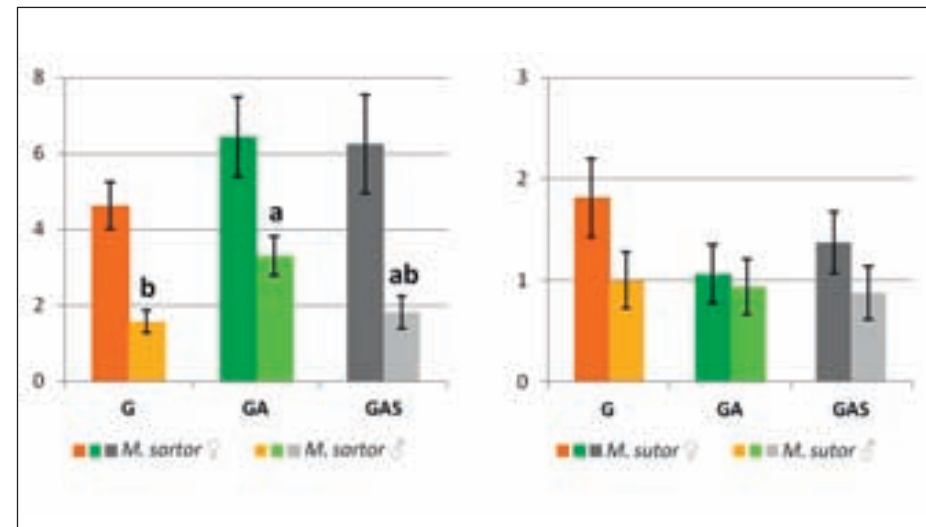


Abb. 5: Durchschnittliche Anzahl gefangener *Monochamus sartor* (links) und *M. sutor* (rechts) Weibchen und Männchen und Standardfehler pro 10-Tages-Fangperiode: G (G2D), GA (G2D + α -Pinen), GAS (G2D + α -Pinen + volatile Rauch-Inhaltsstoffe). Signifikante Unterschiede laut Kruskal-Wallis-H-Test ($\alpha = 0,05$) und Mann-Whitney-U-Test (korrigiertes $\alpha = 0,017$) durch Buchstaben gekennzeichnet.

geringfügige Unterschiede der Lockstoffattraktivität festgestellt werden. Weder für die Weibchen (H-Test: $p = 0,346$) noch für die Männchen (H-Test: $p = 0,948$) waren die Unterschiede statistisch signifikant. Vielmehr zeigten die Männchen große Ausgeglichenheit in der Lockstoffpräferenz.

Das ungleiche Verhältnis gefangener Weibchen zu gefangenen Männchen beider Arten könnte durch die Verwendung der *Monochamus*-Aggregationspheromon-Verbindung in allen Lockstoffkombinationen bedingt sein, welche Weibchen generell stärker anzieht (Pajares et al. 2010). Fierke et al. (2012) erzielten ähnliche Fangergebnisse von *M. scutellatus* und *M. notatus* mit 2-undecyloxy-1-ethanol in Nordamerika. In Zukunft sind weitere Experimen-

te zur Ermittlung derjenigen Lockstoffkomponente mit dem entscheidenden geschlechtsspezifischen Effekt notwendig. Im Rahmen von Folgestudien mit separater Benutzung der einzelnen volatilen Substanzen kann die Attraktivität dieser für Schneider- und Schusterbock festgestellt werden. Da diese Untersuchung das erste Fallenexperiment mit *M. sartor* und *M. sutor* im Wildnisgebiet Dürrenstein war, wurden Substanzen mit erwiesenen starken Lockwirkungen für andere *Monochamus*-Arten (Allison et al. 2003; Ibeas et al. 2006) kombiniert. Damit wurde gezeigt, dass auch diese beiden Arten positiv auf die Lockstoffe reagieren. Die Attraktivität der Pheromon-Verbindung für *M. sutor* wurde inzwischen nachgewiesen (Pajares et al. 2013). Unsere Ergebnisse weisen deutlich darauf hin, dass auch *M. sartor*, dessen chemische Ökologie bislang noch gar nicht erforscht wurde, auf die *Monochamus*-Pheromon-Verbindung reagiert.

3.3 *Monochamus* spp. Wiederfang

Vier *M. sartor* und fünf *M. sutor* wurden im Zeitraum von 19. Juli bis 20. August wiedergefangen. Dies entsprach 1,3 % bzw. 5,8 % der insgesamt wieder freigelassenen 308 *M. sartor* und 85 *M. sutor*. Die Käfer wurden durchschnittlich sieben Tage (maximal 14 Tage) nach Freilassung wiedergefangen, wobei die Zeitspanne zwischen den Arten nicht variierte. Die mittleren Flugdistanzen von *M. sartor* und *M. sutor* betragen 155 m und 182 m. Die maximal gemessene Flugweite von 387 m zur entferntesten Falle legte ein *M. sutor* Männchen zurück (Abbildung 6). Dies spiegelt höchstwahrscheinlich nicht seine tatsächliche Ausbreitungskapazität wider, da in spanischen Studien mit *M. galloprovincialis* Flugweiten von bis zu 8,3 km gemessen wurden (Gallego et al. 2012). Nach Freilassung im Zentrum des Untersuchungsgebietes verbreiteten sich die Käfer in alle Richtungen. Dabei überquerten sie

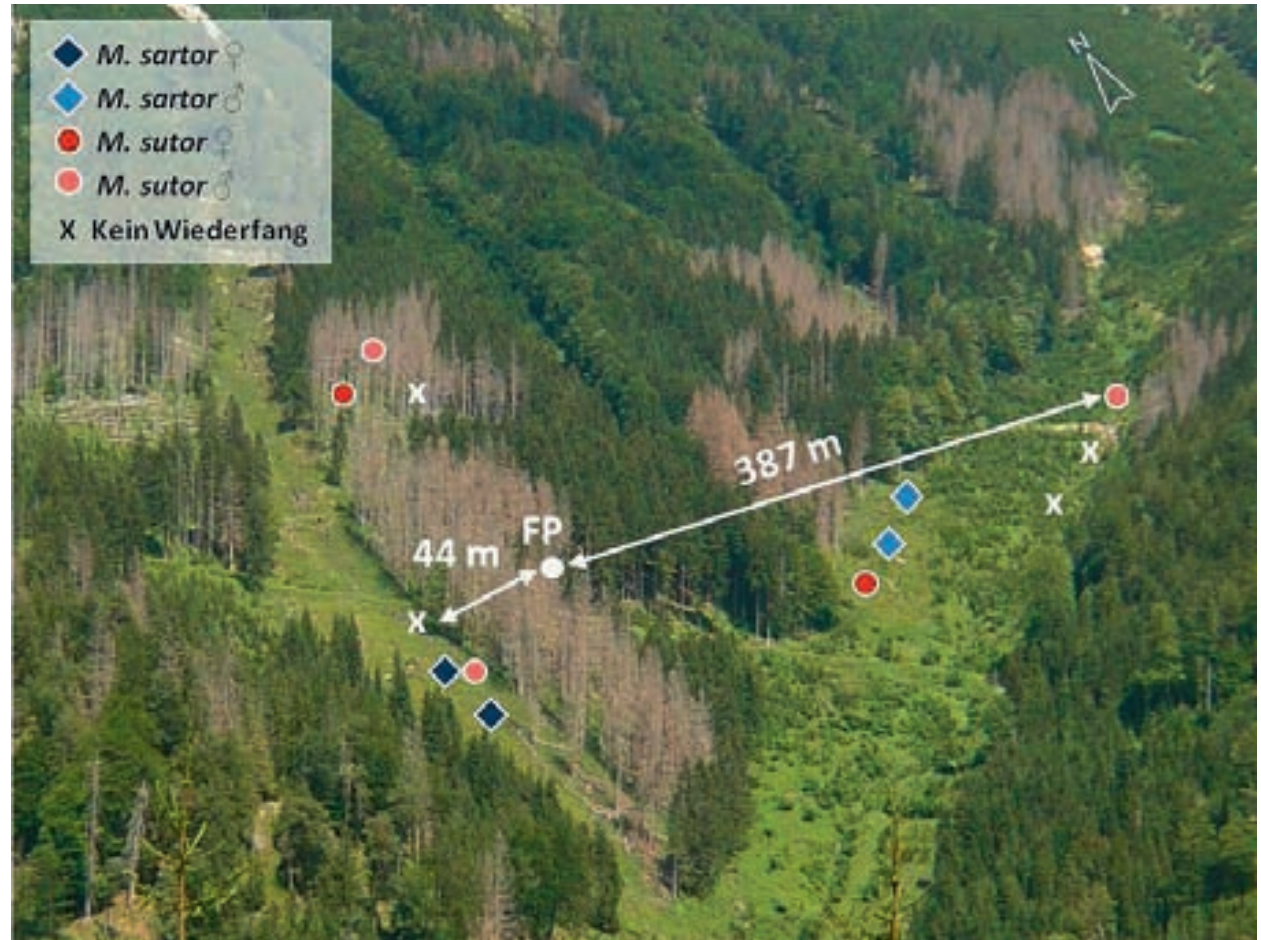


Abb. 6: Wiedergefangene *Monochamus sartor* und *M. sutor*, zentraler Freilassungspunkt (FP) und Flugdistanz, Symbole zeigen einzelne Käfer (Foto: P. Halbig)

sowohl Fichtenbestände als auch Freiflächen. Zwischen vorherrschender Windrichtung Ost-Nordost und Wiederfang wurde kein Zusammenhang festgestellt, denn alle Fallengruppen waren gleichermaßen vertreten. Jedoch waren die Wiederfangzahlen zu niedrig für statistische Analysen.

3.4 Beifänge

Während des gesamten Versuchszeitraums wurden Vertreter aus 25 Käferfamilien gefangen. Für die Mehrzahl der Bockkäfer (Cerambycidae) wie *Leptura rubra*, *Arhopalus rusticus*, *Strangalia melanura*, *Leptura livida*, *Rosalia alpina*, *Cyrtoclytus capra*,

Rhagium inquisitor, *Judolia cerambyciformis* oder *Acanthoderes clavipes* konnte das Vorkommen im Wildnisgebiet Dürrenstein bestätigt werden. Diese wurden zuvor von Zábanský (2001) in Studien von 1998 – 1999 nachgewiesen. Weiters zeigte das Experiment das Auftreten von Waldbock (*Spondylis buprestoides*) und Braunbindigem Zimmerbock (*Acanthocinus griseus*), die Zábanský (2001) als „erwartet“ bzw. „möglich“ einstuft.

Zudem belegten wir das Vorkommen der Prachtkäfer (Buprestidae) *Chrysobothris chrysostigma* und *C. igniventris*, die nicht von Zábanský gefunden wurden. Besonders der Fund von *C. igniventris* war bemerkenswert, da diese Art für gewöhnlich keine Gebirgshabitate besiedelt (Zábanský, pers. Mitt. 2013). Des Weiteren wurde das Auftreten von *Buprestis rustica*, *B. haemorrhoidalis*, *Anthaxia quadripunctata* und *Agrius graminis* im Fallenexperiment 2012 bestätigt.

Borkenkäfer wie *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Pityokteines vorontsovi* und *Polygraphus poligraphus* wurden in geringer Zahl gefangen. Außerdem bestand der Beifang aus den Käferfamilien Staphylinidae, Rhizophagidae, Cleridae (v.a. *Thanasimus formicarius*, *Trichodes apiarius*), Curculionidae (v.a. Scolytinae), Mordellidae, Cisidae, Histeridae (*Plegaderus vulneratus*), Endomycidae (*Endomychus coccineus*) und Coccinellidae. Unter den Repräsentanten der letzten Familie waren zwei Exemplare des Asiatischen Marienkäfers (*Harmonia axyridis*). Sein Auftreten in ca. 3,5 km Entfernung von der nächsten menschlichen Siedlung und rund 8 km Distanz zum nächsten Dorf zeigte noch einmal sein Ausbreitungspotenzial. Holzwespen (Siricidae) wurden ausschließlich in Fallen gefangen, die auch mit α -Pinen beködert waren. Generell war der Trend zu beobachten, dass die Zugabe dieses wirtsbaumbürtigen Stoffes die Attraktivität der Fallen für viele der Arten erhöhte.

Das Fangergebnis repräsentierte nicht das gesamte xylobionte Insekten- und Käferartenspektrum des Wildnisgebiets, da mit lockstoffbeköderten Fallen lediglich eine Fangmethode angewandt wurde und die Fangzeit zu kurz war. Laut Zábanský (2001) sind fortlaufende Studien über mehrere Jahre erforderlich, um einen detaillierten Einblick in die vorherrschende Entomofauna eines Gebiets zu erlangen. Aber auch die kurze Momentaufnahme lieferte einige interessante Ergebnisse.

Die vorliegende Arbeit unterstreicht einmal mehr die hervorragende Bedeutung von Schutzgebieten wie der Hundsau auch für die angewandte entomologische Forschung. Nur der hohe Anfall bruttauglichen Materials infolge Borkenkäferbefalles und Lawinenabgang ermöglichte den Aufbau großer Populationen der untersuchten Bockkäfer, insbesondere *M. sartor*, wie sie im bewirtschafteten Wald nicht vorkommen. Diese hohen Dichten erlaubten die Durchführung unseres Experimentes, das wichtige Einblicke in das Flugverhalten und die chemische Ökologie dieser Art gibt. Im Falle der Einschleppung des Kiefernholznematoden in den Alpenraum könnten diese Erkenntnisse große forstliche Bedeutung erlangen.

Danksagung

Wir bedanken uns bei unseren Projektpartnern Juan A. Pajares Alonso (Universität Valladolid, Palencia, Spanien), Leiter des REPHRAME-Arbeitspakets, für wertvolle Diskussionen, sowie bei Josef Pennerstorfer, Emma Blackwell, Veronika Wimmer, Petr Zábanský und Axel Schopf (Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz,

Universität für Bodenkultur Wien) für die Bereitstellung von Wetterdaten, Unterstützung bei der Käferbestimmung und gute Kooperation. Besonderer Dank gilt der Wildnisgebietsverwaltung Dürrenstein für die Zusammenarbeit und Unterstützung! Diese Arbeit ist Teil des Forschungsprojektes "Development of improved methods for detection, control and eradication of pine wood nematodes in support of EU Plant Health Policy (REPHRAME)" (EU FP 7, Grant No. 265483).

Dipl. Ing. Paula Halbig
Institut für Forstentomologie, Forstpathologie
und Forstschutz
Department für Wald- und Bodenwissenschaften
Universität für Bodenkultur
Hasenauerstraße 38
A – 1190 Wien
paula.halbig@students.boku.ac.at

Priv. Doz. Dipl. Ing. Dr. Gernot Hoch,
Philip Menschhorn & Dipl. Ing. Hannes Krehan
Institut für Waldschutz
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für
Wald, Naturgefahren und Landschaft
Seckendorff-Gudent-Weg 8
A – 1131 Wien
gernot.hoch@bfw.gv.at

Prof. David R. Hall, PhD
Natural Resources Institute
University of Greenwich
Chatham Maritime
UK – Kent ME4 4TB
D.R.Hall@gre.ac.uk

Literatur

- Akbulut S. & W. T. Stamps (2012): Insect vectors of the pinewood nematode: a review of the biology and ecology of *Monochamus species*. Forest Pathology 42: 89-99.
- Allison J. D., W. D. Morewood, J. H. Borden, K. E. Hein & I. M. Wilson (2003): Differential bio-activity of *Ips* and *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae) pheromone components for *Monochamus clamator* and *M. scutellatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Environmental Entomology 32: 23-30.
- EPPO (2010): First record of *Bursaphelenchus xylophilus* in Galicia (Spain), EPPO Reporting Service – Pests & Diseases.
- FVO (2010): Final report of a mission carried out in Portugal from 26 April to 07 May 2010 in order to evaluate the situation and control for *Bursaphelenchus xylophilus*. European Commission, Food and Veterinary Office.
- Fierke M. K., D. D. Skabeikis, J. G. Millar, S. A. Teale, J. S. McElfresh & L. M. Hanks (2012): Identification of a male-produced aggregation pheromone for *Monochamus scutellatus scutellatus* and an attractant for the congener *Monochamus notatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of Economic Entomology 105: 2029-2034.
- Futai K. (2008): Pine wilt in Japan: Form first incidence to the present. In: B. G. Zhao, K. Futai, J. R. Sutherland and Y. Takeuchi (eds.) Pine Wilt Disease. Springer, Tokyo, pp 5-12.
- Futai K. & J. R. Sutherland (1989): Pathogenicity and attraction to host extracts of Canadian pine-wood nematodes: studies with Scots pine, western larch, and black spruce seedlings. Canadian Journal of Forest Research 19: 1256-1261.
- Gallego D., F. J. Sánchez-García, H. Mas, M. T. Campo & J. L. Lencina (2012): Estudio de la capacidad de vuelo a larga distancia de *Monochamus galloprovincialis* (Oliver 1795). (Coleoptera: Cerambycidae) en un mosaico agro-forestal. Boletín de sanidad vegetal. Plagas 38: 109-124.
- Hellrigl K. (1971): Die Bionomie der europäischen *Monochamus* Arten (Coleopt., Cerambycid) und ihre Bedeutung für die Forst und Holzwirtschaft. REDIA - Giornale di Zoologia 52.
- Hellrigl K. (1974): Cerambycidae, Bockkäfer, Monochamini. In: W. Schwenke (ed.) Die Forstschädlinge Europas, Bd. 2. Parey, Hamburg und Berlin, pp 192-196.
- Ibeas F., D. Gallego, J. J. Diez & J. A. Pajares (2006): An operative kairomonal lure for managing pine sawyer beetle *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerymbycidae). Journal of Applied Entomology 131: 13-20.
- Kobayashi F., A. Yamane & T. Ikeda (1984): The Japanese pine sawyer beetle as the vector of pine wilt disease. Annual Review of Entomology 29: 115-135.
- Linit M. J. (1988): Nematode-vector relationships in the pine wilt disease system. Journal of Nematology 20: 227-235.
- Mota M. M., H. Braasch, M. A. Bravo, A. C. Penas, W. Burgermeister, K. Metge & E. Sousa (1999): First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. Nematology 1: 727-734.
- Pajares J. A., G. Álvarez, F. Ibeas, D. Gallego, D. R. Hall & D. I. Farman (2010): Identification and field activity of a male-produced aggregation pheromone in the pine sawyer beetle, *Monochamus galloprovincialis*. Journal of Chemical Ecology 36: 570-583.
- Pajares J. A., G. Álvarez, D. R. Hall, P. Douglas, F. Centeno, N. Ibarra, M. Schroeder, S. A. Teale, Z. Wang, S. Yan, J. G. Millar & L. M. Hanks (2013): 2-(Undecyloxy)-ethanol is a major component of the male-produced aggregation pheromone of *Monochamus sutor*. Entomologia Experimentalis et Applicata 149:118-127
- Shin S.-C. (2008): Pine wilt disease in Korea. In: B. G. Zhao, K. Futai, J. R. Sutherland and Y. Takeuchi (eds.) Pine Wilt Disease. Springer, Tokyo, pp 26-32.
- Steiner G., & E. M. Buhner (1934): *Aphelenchoides xylophilus* n. sp. A nematode associated with bluestain and other fungi in timber. Journal of Agricultural Research 48: 949-951.
- Togashi K. (1990): A field experiment on dispersal of newly emerged adults of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Researches on Population Ecology 32: 1-13.
- Webster J. & M. M. Mota (2008): Pine wilt disease: global issues, trade and economic impact. In: M. M. Mota and P. Vieira (eds.) Pine wilt disease: a worldwide threat to forest ecosystems. Springer, pp 1-3.
- Zábranský P. (2001): Xylobionte Käfer im Wildnisgebiet Dürrenstein. In: LIFE-Projekt Wildnisgebiet Dürrenstein, Forschungsbericht, Ergebnisse der Begleitforschung 1997 - 2001. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten, pp 149-179.
- Zhao B. G. (2008): Pine Wilt Disease in China. In: B. G. Zhao, K. Futai, J. R. Sutherland and Y. Takeuchi (eds.) Pine Wilt Disease. Springer, Tokyo, pp 18-25.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Silva Fera](#)

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: [3_2014](#)

Autor(en)/Author(s): Halbig Paula, Hoch Gernot, Menschhorn Philip, Krehan Hannes

Artikel/Article: [Flugaktivität der Bockkäfer *Monochamus sartor* und *Monochamus sutor*: Attraktivität insekten- und baumbürtiger volatiler Substanzen 53-59](#)