

Monochamus-Arten als potenzielle Vektoren des Kiefernholznematoden in Österreich: Lockstofffallen zum Monitoring des Fluges

Gernot Hoch, Diana Mittermayr und Hannes Krehan

Kurzfassung | An neun Standorten auf unterschiedlicher Seehöhe und in unterschiedlichen Waldtypen in Niederösterreich, der Steiermark und Kärnten wurde 2013 der Flug von *Monochamus* spp. überwacht. In Mehrtrichter-Fallen, die mit einer Lockstoffmischung aus Monochamol, Ipsenol, Methyl-Butenol und α -Pinen beködert waren, wurden vier Arten der Gattung gefangen, namentlich *M. galloprovincialis*, *M. sutor*, *M. sartor* und *M. saltuarius*. Die Flugzeit erstreckte sich von Anfang Juni bis Ende Oktober. *M. galloprovincialis* wurde vor allem in den Schwarzkiefernwäldern in Ostösterreich gefangen, *M. sartor* nur in montanen Fichtenmischwäldern. *M. sutor* trat am häufigsten auf. Die Art wurde ebenso besonders in montanen Lagen zahlreich gefangen und fehlte in den tiefen Lagen im Osten. Wöchentliche Fangzahlen der drei Arten korrelierten positiv mit der mittleren Lufttemperatur. Dieser erste, mehrmonatige Einsatz von Fallen zum Monitoring von *Monochamus* spp. in Österreich zeigt die Tauglichkeit der vorhandenen, für *M. galloprovincialis* entwickelten Fallen und Lockstoffpräparate zum Fang aller Arten der Gattung, die als potenzielle Vektoren des Kiefernholznematoden in Mitteleuropa Bedeutung besitzen.

Schlüsselworte | *Monochamus*, *Bursaphelenchus xylophilus*, Kiefernwelke, Pheromon, Kairomon

Die durch den Kiefernholznematoden *Bursaphelenchus xylophilus* verursachte Kiefernwelke stellt eine der größten Bedrohungen für die europäische Forstwirtschaft dar. Seit ihrem ersten Auftreten in Portugal 1999 verursacht die Krankheit enorme Schäden in den Kiefernwäldern. Einzelne Einschleppungssherde in Spanien konnten bislang mit größtem Aufwand immer wieder bekämpft werden. Dennoch muss eine Ausbreitung der Kiefernwelke am europäischen Kontinent befürchtet werden. Die EU-Mitgliedstaaten haben jeweils Notfallpläne entwickelt, um für den Ernstfall gerüstet zu sein (Tomiczek 2014), ebenso werden systematische Surveys durchgeführt.

Ein zentraler Punkt im Krankheitsge-

schehen ist die Übertragung der Nematoden von infizierten auf gesunde Wirtsbäume. Hier dienen adulte Käfer der Gattung *Monochamus* als Vektoren: Die Nematoden besiedeln den noch in der Puppenwiege im Holz liegenden, gerade entwickelten Käfer. Wenn dieser nach seinem Schlupf zum Reifungsfraß und auch später zur weiteren Ernährung an die Zweige gesunder Bäume geht, verlassen die Nematoden ihren Vektor und dringen durch die Fraßwunden in den neuen Wirtsbau ein. Die Ausrottung der Nematoden in Neueinschleppungsgebieten und die Eindämmung der Ausbreitung in Befallsgebieten sind ganz wesentlich von der Kontrolle der Vektoren abhängig. Der vorliegende Artikel bringt eine kurze Darstellung der Biologie und Ver-

Abstract

Monitoring flight of *Monochamus* spp., potential vectors of the pine wood nematode in Austria using pheromone-kairomone baited traps

Flight of *Monochamus* spp. was monitored on nine locations at different elevation and in different forest types in Austria in 2013. Four species of the genus, *M. galloprovincialis*, *M. sutor*, *M. sartor* and *M. saltuarius* were caught in multi-funnel traps baited with monochamol, ipsenol, methyl-butenol, and α -pinene. The flight period extended from beginning of June to end of October. Weekly trap catches were positively correlated with mean air temperature. The study demonstrates the suitability of traps and lures for trapping all four species that are potential vectors of the pine wood nematode in Central Europe.

Keywords | *Monochamus*, *Bursaphelenchus xylophilus*, pine wilt disease, pheromone, kairomone

breitung der europäischen *Monochamus*-Arten und zeigt Ergebnisse aus dem ersten Jahr des intensiven *Monochamus*-Monitorings in Österreich mittels Lockstofffallen.

Vektoren der Nematoden

Nachdem *B. xylophilus* aus Nordamerika nach Japan und dann später auf das ostasiatische Festland verschleppt wurde, nahmen dort heimische *Monochamus*-Arten die Rolle der Vektoren ein, allen voran *Monochamus alternatus*. In den portugiesischen Befallsgebieten ist der Bäckerbock *Monochamus galloprovincialis* der einzige Überträger der Krankheit. Wir müssen davon ausgehen, dass auch andere Arten der Gattung als Vektor fungieren können. In Portugal und Spanien sind nur Kiefernarten von der Welke betroffen, es gelten jedoch ebenso andere Nadelhölzer wie Fichten oder Lärchen als empfindliche Wirte für *B. xylophilus*. Sollte es an der Fichte in Mitteleuropa auch zu keiner letalen Form der Welke kommen, ist zu erwarten, dass diese dennoch von den Nematoden befallen werden und so ein Reservoir für die Krankheitserreger darstellen kann. Alle in Europa heimischen *Monochamus*-Arten entwickeln sich bevorzugt entwe-

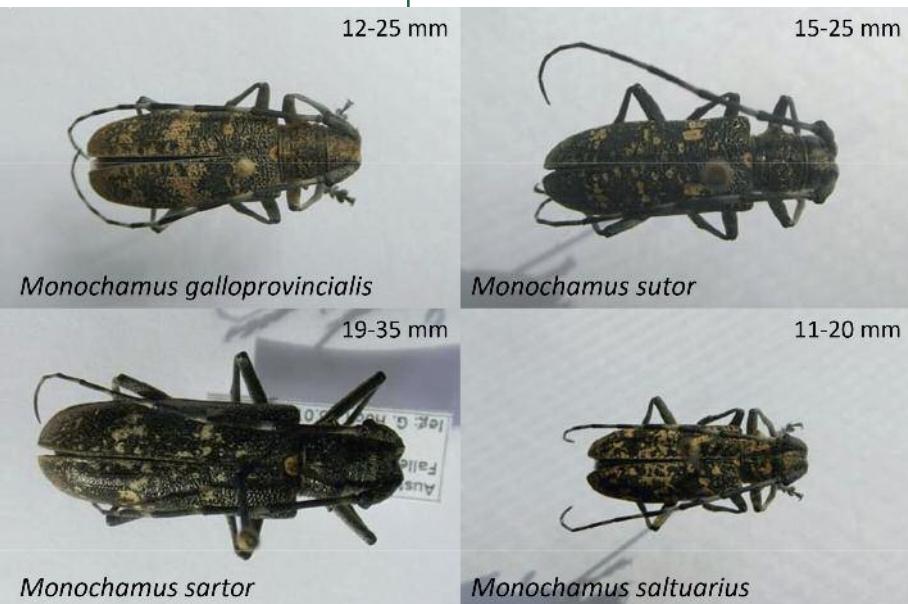
der an Kiefer oder Fichte, somit sind alle als potenzielle Vektoren in Betracht zu ziehen. Sie sind sekundäre Holz-/Rindenbrüter, die ihre Eier an geschwächten, besonders liegenden (z.B. windgeworfenen), von Borkenkäfern befallenen oder von Feuer geschädigten Wirtsbäumen ablegen. Entsprechend gelten sie in erster Linie als technische Schädlinge. Die Grundzüge der Biologie der einzelnen Arten sind sehr ähnlich. Die Larven fressen unter der Rinde, beginnen aber bald ausgedehnte Tunnel in den Holzkörper zu nagen. Letztere dienen als Rückzugsraum und zuletzt zur Anlage der Puppenwiegen, der Ernährungsfraß findet im Bast statt (Hellriegl 1971 und 1974). Larvenaktivität macht sich durch massiven Auswurf grober Bohrspäne und deutlich hörbare Geräuschentwicklung bemerkbar. Die Dauer der Larvenentwicklung ist von Temperatur und Nahrungsqualität abhängig und kann weniger als ein halbes Jahr betragen. Unter Freilandbedingungen sind die Generationen dennoch stets mindestens einjährig. Die Larven gehen zur Überwinterung in Diapause, so dass die Käfer nicht vor dem folgenden Frühjahr ausschlüpfen. Die Käfer fressen an frischen Zweigen (Nadeln und vor allem dünne Rinde) von Fichten oder Kiefern sowohl in den ersten Tagen bis zur Erlangung der Geschlechtsreife als auch für den Rest ihres zwei- bis dreimonatigen adulten Lebens zur Ernährung. Zur Eiablage nagen die Weibchen typische schlitzförmige Ei- nischen, worin die Eier von außen unsichtbar unter die Rinde abgelegt werden.

Europäische *Monochamus*-Arten und Lockstoffentwicklung

In Europa kommen fünf Arten der Gattung *Monochamus* vor, namentlich *M. galloprovincialis*, *M. sutor*, *M. sartor* (*M. sartor sartor* und *M. sartor urussowi*), *M. saltuarius* und *M. impluviatus* (Wallin et al. 2013). Die ersten vier Arten kommen in Österreich vor (Abbildung 1 und 2),

Abbildung 1: Weibliche Käfer der vier *Monochamus* spp., die in Österreich gefangen wurden, mit Angabe der Bandbreite der Körperlänge.

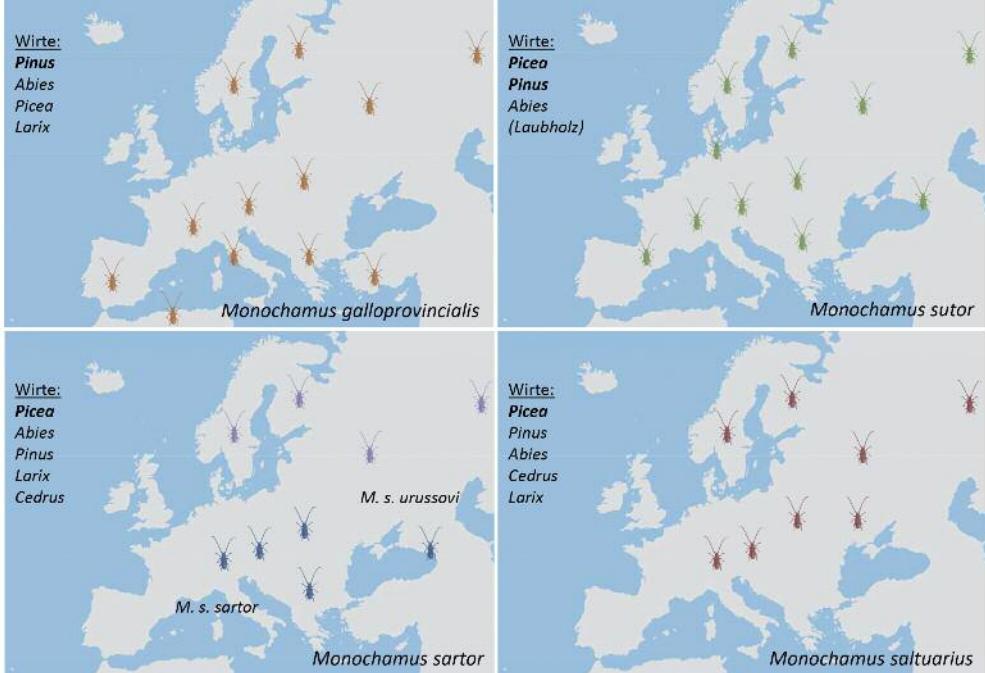
Figure 1: Female specimens of the four *Monochamus* spp. captured in Austria and range of body length.



M. impluviatus erreicht seine westliche Verbreitungsgrenze im europäischen Russland. Von den bei uns heimischen Arten geht *M. galloprovincialis* bevorzugt auf Kiefern (*Pinus sylvestris* und *P. nigra*), wo Äste und dünnrindige Bereiche der Stämme befallen werden, die anderen drei auf Fichte. Die am

weitesten verbreitete Art, der Schusterbock, *M. sutor*, ist in den Pyrenäen sowie in Skandinavien in erster Linie an Kiefern anzutreffen, in den Alpen ist die Fichte der bevorzugte Wirt. Dort geht *M. sutor* in schwache Stämme (Stangenhölzer) bzw. Stammbereiche geringerer Dimension. Der Schneiderbock, *M. sartor sartor*, bevorzugt dagegen die unteren Bereiche großer Fichten. Die Unterart wird im nördlichen und östlichen Europa von *M. sartor urussovi* abgelöst. Der samtfleckige Fichtenbock, *M. saltuarius*, entwickelt sich in stärkeren Ästen und Wipfeln von Fichten. Er kommt auch in Ostasien vor, wo er als ein Vektor von *B. xylophilus* nachgewiesen wurde (Hellrigl 1971 und 1974, Akbulut und Stamps 2011, Wallin et al. 2013).

Monochamus-Arten bedienen sich zur Wirtsbaumfindung wie zur innerartlichen Kommunikation einer Reihe volatiler Substanzen. Männliche wie weibliche Käfer reagieren auf baumbürtige Duftstoffe, wie z.B. das Monoterpen α -Pinen, und vor allem auf Komponenten von Borkenkäfer-Pheromonen (Allison et al. 2001, Ibeas et al. 2007). Letztere weisen verlässlich auf befallstaugliche Bäume hin. Darüber hinaus sind *Monochamus*-Larven denen von Borkenkäfern konkurrenzüberlegen und können diese sogar als Nahrung konsumieren (Dodds et al. 2001). Zusätzlich produzieren *Monochamus*-Männchen 2-Undecyloxy-Ethanol (als Monochamol bezeichnet), das als Aggregationspheromon wirkt und bei verschiedenen *Monochamus*-Arten nach-



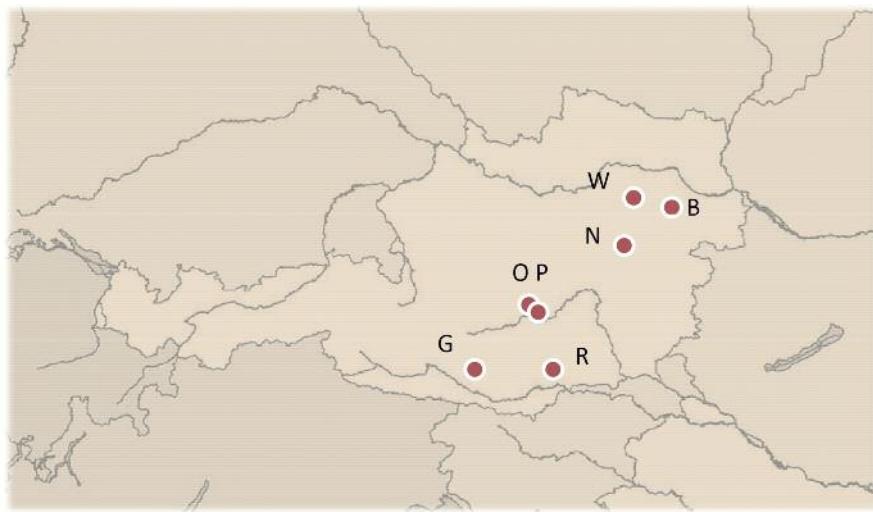
gewiesen wurde (Pajares et al. 2010, Teale et al. 2011, Pajares et al. 2013). So konnten für *M. galloprovincialis* wirksame Lockstoffgemische entwickelt werden, die aus den Borkenkäfer-Pheromonkomponenten Ipsenol und Methyl-Butenol sowie Monochamol bestehen, allenfalls noch ergänzt durch α -Pinen. Diese Mischung der Komponenten erweist sich auch für *M. sartor* und *M. sutor* als fängisch (Halbig et al. 2014).

Monitoring in Österreich

In Österreich starteten wir 2013 eine Untersuchung über das Vorkommen und die Flugaktivität von *Monochamus* spp. An neun Standorten (Abbildung 3) auf unterschiedlicher Seehöhe und in unterschiedlichen Waldtypen wurden während der vermuteten Flugperiode von Mai bis Oktober 2013 Lockstofffallen installiert und wöchentlich geleert. Es wurden Mehrtrichter-Fallen (Econex, Spanien) verwendet. Diese für *M. galloprovincialis* entwickelten Fallen sind teflonbeschichtet und haben große, belüftete Fangbecher, so dass sie auch für Lebendfang geeignet sind. Um in unserem Fall Totfang zu ermöglichen, wurden die Fangbehälter mit Stücken von pyrethroidhaltigen Insektizidnetzen (Storanet® von BASF, Deutschland) ausgestattet. Die Fallen wurden auf Holzgalgen auf einer Höhe von 2 m auf möglichst offenen Stellen im Wald montiert (Abbildung 4). Standorte erstreckten sich von tieferen Lagen am Rand des Wiener Beckens, über montane Standorte in den Alpen

Abbildung 2: Verbreitung und Wirsbaumfindung von *Monochamus* spp. in Europa (basierend auf Angaben in Hellrigl 1971 und 1974, Akbulut und Stamps 2011, Wallin et al. 2013).

Figure 2: Range and host trees of *Monochamus* spp. in Europe (based upon information in Hellrigl 1971 and 1974, Akbulut and Stamps 2011, Wallin et al. 2013).



Fallenstandort (Polit. Bezirk)	Seehöhe	Hauptbaumarten
B Baden Mitterberg I (Baden)	330 m	<i>Pinus nigra</i>
B Baden Mitterberg II (Baden)	330 m	<i>Pinus nigra</i>
W Weyersdorf (St. Pölten Land)	458 u. 508 m	<i>Picea abies, Pinus sylvestris</i>
N Naßwald Waldeben (Neunkirchen)	1240 m	<i>Picea abies, Larix decidua</i>
N Naßwald Rainerboden (Neunkirchen)	1239 m	<i>Picea abies, Fagus sylvatica</i>
O St. Oswald (Murtal)	1490 m	<i>Picea abies, Larix decidua</i>
P Pöls Reiterberg (Murtal)	930 m	<i>Picea abies, Larix decidua, Pinus sylvestris</i>
R Raggelbach (Wolfsberg)	583 m	<i>Picea abies, Pinus sylvestris</i>
G Gerlitzen (Feldkirchen)	1490 m	<i>Picea abies, Larix decidua</i>

Abbildung 3: Fallenstandorte für das *Monochamus*-Monitoring in Österreich 2013: Lage, Seehöhe und Hauptbaumarten.

Figure 3: Trapping localities for the *Monochamus* monitoring in Austria 2013: location, altitude, and main tree species.



Abbildung 4: Mehrtrichterfalle, beködert mit Galloprotect-2D und α -Pinen.

Figure 4: Multifunnel trap baited with Galloprotect-2D and α -pinene.

bis zu tieferen Lagen in Unterkärnten. Als Lockstoff wurde Galloprotect-2D (SEDQ, Spanien) verwendet, ein Gemisch bestehend aus Monochamol, Ippenol und Methyl-Butenol, verstärkt durch α -Pinen (SEDQ, Spanien). Die Lockstoffe wurden alle sechs Wochen erneuert. Meteorologische Daten stammen von der jeweils nächstgelegenen Messstation der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Das Monitoring wurde 2014 mit teils geänderten Fallenstandorten wiederholt; hier ist die Auswertung der Daten noch nicht abgeschlossen.

Insgesamt zeigten sich für 2013, das erste Jahr des Flugmonitorings, große Unterschiede im Vorkommen und der Häufigkeit der *Monochamus*-Arten (Tabelle 1). Der Gesamtfang pro Falle lag zwischen acht Käfern der Gattung in Weyersdorf im Dunkelsteiner Wald und 325 Käfern am Standort Rainerboden in Naßwald. Am häufigsten ging, nicht zuletzt aufgrund der gewählten Untersuchungsgebiete, *M. sutor* in die Fallen, die Art war in Hochlagen häufiger und fehlte in den tieferen Lagen im östlichen Österreich. An diesen Standorten wurde

nur *M. galloprovincialis* – besonders im Schwarzkiefergebiet bei Baden – und in Weyersdorf mit wenigen Exemplaren auch *M. saltuarius* gefangen. Interessanterweise wurde letzterer sonst nur noch in Naßwald gefunden. *M. sartor* trat bis auf ein Exemplar auf der Gerlitzen nur in den beiden Fallenstandorten bei Naßwald auf, blieb aber auch dort zahlenmäßig hinter *M. sutor* zurück.

Flugverlauf

Der früheste Fang der Gattung waren zwei *M. galloprovincialis* am 5. Juni in Baden (Abbildung 5), die mittlere Temperatur in der dem Fang vorangegangenen Woche betrug 12,3 °C. In der Folgewoche stieg die Temperatur auf 18,8 °C, was zu einem deutlichen Anstieg der Fangzahlen führte. Das Maximum wurde zwischen Ende Juni und Anfang Juli erreicht.

Der Fang von *M. sutor* setzte nur unwesentlich später ein. Die ersten Exemplare wurden am 10. Juni in der auf 1490 m hoch gelegenen Falle auf der Gerlitzen gefunden (mittlere Temperatur der vorangegangenen Woche war 11,1 °C). Auch auf den anderen Standorten setzte der Fang Mitte Juni ein. Über die Standorte hinweg lässt sich kein klarer Flughöhepunkt für *M. sutor* festlegen; hohe Fangzahlen gab es von Sommerbeginn bis Anfang August.

Der Fang von *M. sartor* begann zugleich oder bis zu einer Woche nach *M. sutor*, allerdings zeigte die Art einen späteren Flughöhepunkt (Mitte Juli bis Mitte August).

Alle Arten waren ab Flugbeginn die ganze Fallensaison hindurch anzutreffen, die letzten Exemplare wurden Ende Oktober gefangen. Kurze Unterbrechungen lassen sich durch Temperatureinbrüche, wie z.B. Ende Juni, und niederschlagsreiche Perioden erklären. An allen Standorten war ein signifikanter Zusammenhang zwischen mittlerer Temperatur und Fangzahlen erkennbar (Abbildung 6), besonders für *M. sutor* waren diese beiden

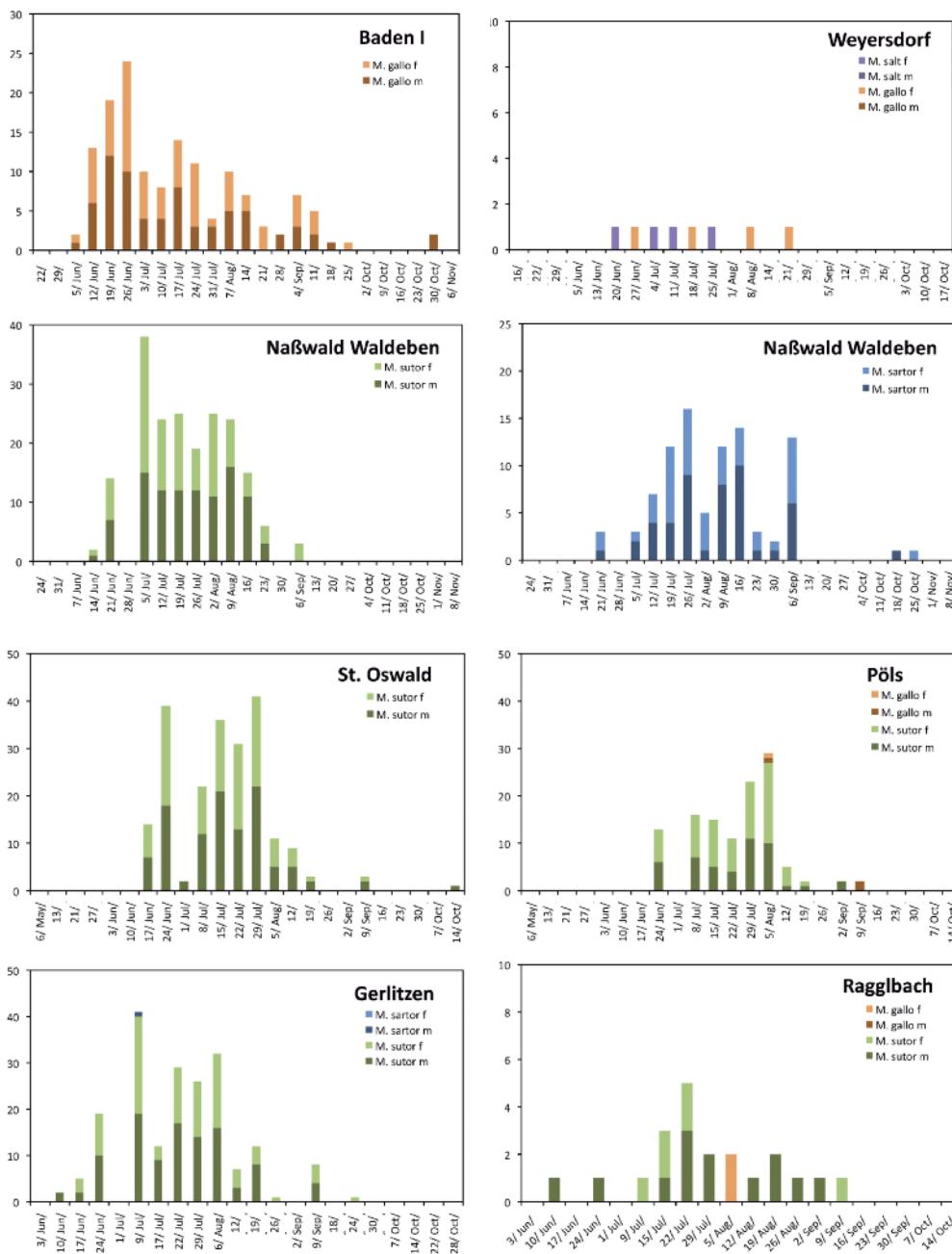


Abbildung 5: Wöchentliche Fangzahlen (Anzahl Käfer) von *Monochamus galloprovincialis*, *M. saltuarius*, *M. sartor* und *M. sutor*, Männchen (m) und Weibchen (f). Bei eng benachbarten Fallenstandorten wird nur jeweils einer gezeigt. Zur besseren Sichtbarkeit des Flugverlaufs sind Zahlen für *M. sutor* und *M. sartor* in Naßwald getrennt dargestellt.

Figure 5: Weekly catches (number of beetles) of *Monochamus galloprovincialis*, *M. saltuarius*, *M. sartor* and *M. sutor*, males (m) and females (f). When two trapping sites are in close vicinity, only one is shown. For better illustration of the distribution, catches for *M. sutor* and *M. sartor* in Naßwald are shown separately.

Variablen meist eng korreliert. Die Auflösung der einwöchigen Kontrollintervalle ist zu gering, als dass definitive Schlüsse auf Temperaturschwellen für die Flugaktivität gezogen werden könnten. Zusammen mit den Daten aus einem anderen Experiment mit drei- bis viertägigen Intervallen (Halbig et al. 2014) zeichnet sich für *M. sutor* und *M. sartor* ab, dass in Perioden mit Mitteltemperaturen unter etwa 12 °C keine Käfer geflogen sind. Allerdings sind hier noch detailliertere Untersuchungen notwendig.

Resümee

Der vorliegende, erste mehrmonatige Einsatz von Fallen zur Überwachung des Fluges bestätigt die Attraktivität des Lockstoffgemisches nicht nur für *M. gal-*

loprovincialis, sondern auch für die anderen in Österreich heimischen *Monochamus*-Arten. Wie die Zusammensetzung aus baumbürtigem α -Pinen und Borkenkäfer-Pheromonkomponenten allerdings erwarten lassen, ist dessen Spezifität nicht sehr hoch. Neben *Monochamus* reagierten auch andere Bockkäfer, besonders Zangenböcke (*Rhagium* spp.), der Waldbock *Spondylus buprestoides* und der Halsgrubenbock *Arhopalus rusticus*, stark, ebenso weitere xylobionte Käfer, wie Prachtkäfer (Buprestidae) und Stachelkäfer (Mordellidae). Durch die Borkenkäfer-Duftstoffe wurden auch Prädatoren angelockt, allen voran die Ameisenbuntkäfer-Arten *Thanasimus formicarius* und *T. rufipes*. Besonders dürfte α -Pinen die Lockwirkung für viele Nicht-

zielarten erhöhen (Halbig et al. 2014). Dieses baumbürtige Monoterpen steigert zwar auch den Fang von *Monochamus*, da dieser Effekt aber nicht immer signifikant ist, sollte vom Einsatz bei Fallen zu Monitoringzwecken davon Abstand genommen werden. Die Kombination von Monochamol, Ipsenol und Methyl-Butenol ist ausreichend fängisch.

Mit dem hier getesteten Fallentyp und Lockstoff steht ein sehr wirksames Werkzeug für die Überwachung des Fluges der bei uns heimischen *Monochamus*-Arten zur Verfügung. Dieses wird schon jetzt im Rahmen der Kiefernholznematoden-Surveys eine wichtige Rolle spielen, da so potenzielle Vektoren lebend gefangen und auf die Präsenz der Nematoden untersucht werden können. In Einschleppungsgebieten der Kiefern-

welke stellt der Vektorfang eine zentrale Maßnahme im Bekämpfungskonzept dar.

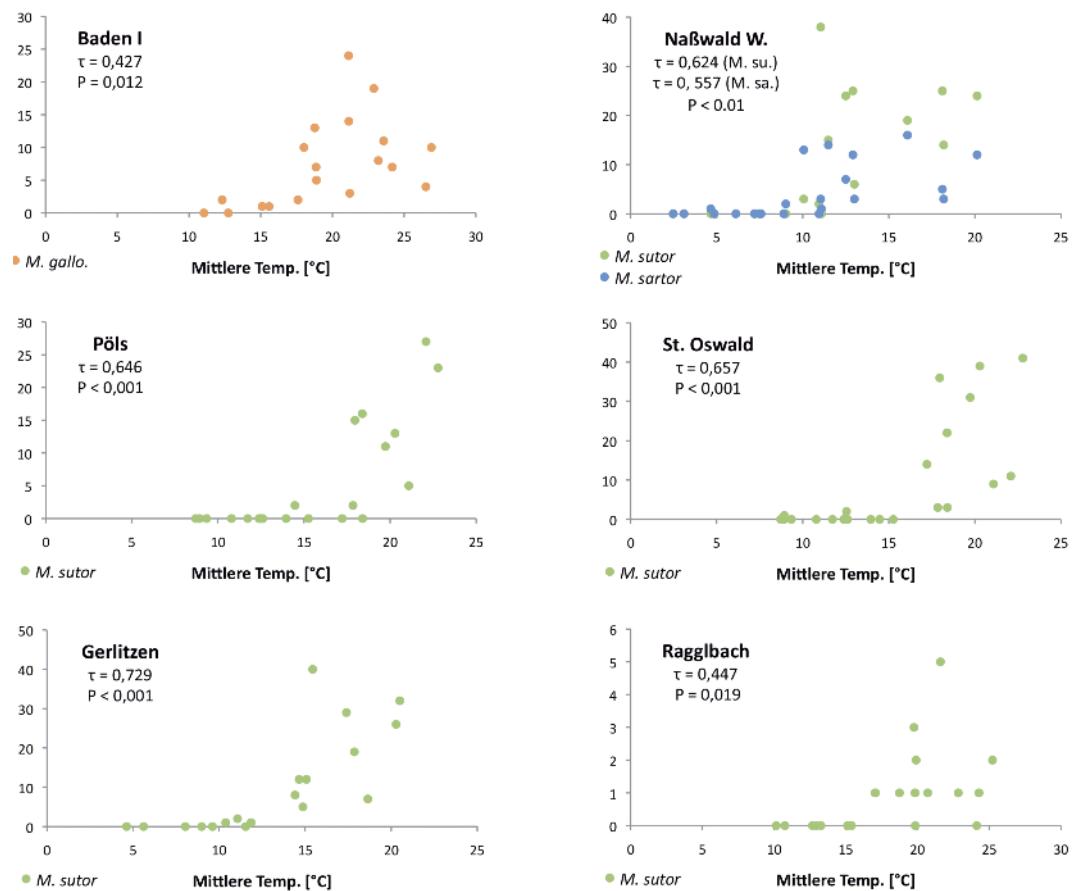
Danksagung

Herzlicher Dank an die Personen, die die Fallen vor Ort betreuten, namentlich M. Felfer, U. Lerchegger, O. Mittermayr, G. Riegler, G. Steyrer und S. Strobl und deren Dienststellen für die hervorragende Kooperation. Den Grundeigentümern danken wir für die Erlaubnis zur Aufstellung der Fallen. Diese Untersuchung ist Teil des EU-finanzierten Forschungsprojektes REPHRAME (FP7 2007-2013 2009-3 under grant agreement 265483). Die eingesetzte Methode wurde in enger Zusammenarbeit mit unseren Projekt-partnern entwickelt, besonderer Dank geht an Prof. J. Pajares (Univ. Valladolid, Spanien).



Abbildung 6: Korrelation (Kendall's τ) zwischen Temperatur-Wochenmittel und wöchentlichem Fang von *Monochamus* spp. bei ausgewählten Fallenstandorten. Die Korrelationskoeffizienten lagen insgesamt zwischen 0,377 und 0,742 und waren überall signifikant ($P < 0,05$). Aufgrund der geringen Fangzahlen entfiel die Analyse der Falle Weyersdorf.

Figure 6: Correlation (Kendall's τ) between weekly mean temperatures and weekly catch of *Monochamus* spp. on selected trapping sites. Overall, correlation coefficients ranged from 0.0377 to 0.742 and were significant ($P < 0.05$) on all sites. Trap catches in Weyersdorf were not analyzed because of low numbers.



	Fangperiode	<i>M. galloprovincialis</i>	<i>M. sutor</i>	<i>M. sartor</i>	<i>M. saltuarius</i>
Baden I	22.5.-30.10.13	143	0	0	0
Baden II	22.5.-30.10.13	91	0	0	0
Weyersdorf (2 Fallen)	16.5.-17.10.13	4	0	0	4
Nasswald, Waldeben	24.5.-1.11.13	0	195	92	0
Nasswald, Rainerboden	24.5.-1.11.13	0	265	57	3
Pöls	6.5.-14.10.13	4	114	0	0
St. Oswald	6.5.-14.10.13	0	212	0	0
Gerlitzen	3.6.-28.10.13	0	194	1	0
Raggelbach	3.6.-28.10.13	2	19	0	0

Tabelle 1: Gesamtfang von Käfern der Gattung *Monochamus* an den Fallensstandorten im Jahr 2013.

Table 1: Total catch of *Monochamus* spp. beetles on the trapping sites in 2013.

Literatur

- Allison, J. D., Borden, J. H., McIntosh, R. L., de Groot, P., Gries, R. 2001: Kairomonal response by four *Monochamus* species (Coleoptera: Cerambycidae) to bark beetle pheromones. *Journal of Chemical Ecology* 27: 633-646.
- Akulut, S., Stamps, W. T. 2012: Insect vectors of the pinewood nematode: a review of the biology and ecology of *Monochamus* species. *Forest Pathology* 42: 89-99.
- Dodds, K. J., Gruber, C., Stephen, F. M. 2001: Facultative intraguild predation by larval Cerambycidae (Coleoptera) on bark beetle larvae (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental Entomology* 30: 17-22.
- Halbig, P., Menschhorn, P., Krehan, H., Hall, D., Hoch, G. 2014: Flugaktivität der Bockkäfer *Monochamus sartor* und *Monochamus sutor*: Attraktivität insekten- und baumbürtiger volatiler Substanzen. *Silva Fera* 3: 53-59.
- Hellrigl, K. 1971: Einige neue Erkenntnisse über die Bionomie der europäischen *Monochamus*-Arten (Col. Cerambyc.). *Anzeiger für Schädlingskunde und Pflanzenschutz* 44: 3-8.
- Hellrigl, K. 1974: Cerambycidae, Bockkäfer, Monochamini. In W. Schwenke (ed.), *Die Forstschädlinge Europas*, Bd. 2. Parey, Hamburg und Berlin: 192-196.
- Ibeas, F., Gallego, D., Diez, J. J., Pajares, J. A. 2007: An operative kairomonal lure for managing pine sawyer beetle *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of Applied Entomology* 131: 13-20.
- Pajares, J. A., Álvarez, G., Ibeas, F., Gallego, D., Hall, D. R., Farman, D. I. 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., Alvarez, G., Hall, D. R., Douglas, P., Centeno, F., Ibarra, N., Schroeder, M., Teale, S. A., Wang, Z., Yan, S., Millar, J. G., Hanks, L. M. 2013: 2-(Undecyloxy)-ethanol is a major component of the male-produced aggregation pheromone of *Monochamus sutor*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 149: 118-127.
- Teale, S. A., Wickham, J. D., Zhang, F., Su, J., Chen, Y., Xiao, W., Hanks, L. M., Millar, J. G. 2011: A male-produced aggregation pheromone of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae), a major vector of pine wood nematode. *Journal of Economic Entomology* 104: 1592-1598.
- Tomiczek, C. 2014: Der Kiefernholznematode – ein Notfallplan für Österreich. *Forstschutz Aktuell*, Wien, 59: 8-11.
- Wallin, H., Schroeder, M., Kvamme, T. 2013: A review of the European species of *Monochamus* Dejean, 1821 (Coleoptera, Cerambycidae) – with a description of the genitalia characters. *Norwegian Journal of Entomology* 60: 11-38.
- DI Dr. Gernot Hoch,
Diana Mittermayr und
DI Hannes Krehan, Bundesforschungszentrum für Wald,
Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich,
Tel.: +43-1-87838 1155,
E-Mail:
gernot.hoch@bfw.gv.at,
diana.mittermayr@bfw.gv.at,
hannes.krehan@bfw.gv.at