

66
2021

Institut für
Waldschutz



Forstschutz Aktuell

**BFW.**
Bundesforschungszentrum für Wald

Unter Mitwirkung der

LWF

Inhalt

Gernot Hoch, Gottfried Steyrer, Gerlinde Weizer, Karl Schuster Wirkung von Bauvlies, Silofolie und Zellstoff-Polypropylen-Laminat auf Entwicklung und Ausflug von Buchdruckern (<i>Ips typographus</i>) aus gelagerten Fichtenblochen	3
Jasmin Putz, Kerstin Thür, Heinz Lick, Gernot Hoch Wirkung leichter Beregnung auf den Ausschluß des Buchdruckers.....	11
Markus Sallmannshofer, Sophie Ette, Werner Hinterstoisser, Thomas L. Cech, Gernot Hoch Erstnachweis der Eichennetzwanze, <i>Corythucha arcuata</i> , in Österreich.....	19
Gernot Hoch, Daniela Pilarska, Margarita Georgieva, Georgi Georgiev, Plamen Mirchev und Christa Schafellner Erstnachweis des insektenpathogenen Pilzes <i>Entomophaga maimaiga</i> in Populationen des Schwammspinners in Österreich	25
Nicole Burgdorf, Ludwig Straßer Schadverlauf und Mortalität durch die Rußrindenkrankheit in Bergahornbeständen Bayerns	30
Thomas L. Cech, Tamara Corcobado, Martin Brandstetter, Andreas Daxer, Christine Hüttler, Tomáš Kudláček, Marília Horta Jung, Thomas Jung Bodenbürtige Krankheitserreger der Gattung <i>Phytophthora</i> als Gefährdungsfaktor für die Rotbuche in niederösterreichischen Laubwaldbeständen	36
Personelles: Wolfgang Gregor Stagl (1942-2020).....	47

Wirkung von Bauvlies, Silofolie und Zellstoff-Polypropylen-Laminat auf Entwicklung und Ausflug von Buchdruckern (*Ips typographus*) aus gelagerten Fichtenblochen

Gernot Hoch, Gottfried Steyrer, Gerlinde Weizer, Karl Schuster

Kurzfassung | Die Wirkung dreier insektizidfreier Varianten der Abdeckung befallenen Fichtenholzes auf Entwicklung und Ausflug von Buchdruckern (*Ips typographus*) (Col., Scolytinae) wurde getestet. Die Abdeckung eines auf einer Freifläche gelagerten Polters mit Silofolie verschlechterte die Entwicklungsbedingungen der Buchdrucker-Bruten nicht merklich. Die Folie führte zu einer Erhöhung der Temperatur, vor allem bei den tiefen Temperaturen. Die maximalen Temperaturen lagen unter der Silofolie nur knapp über dem Optimum für die Larvenentwicklung. Es kam zu keiner erhöhten Mortalität in den Bruten. Durch die höhere Feuchte konnten noch neue Bruten unter der Folie angelegt werden. In Laborversuchen wurden Zellstoff-Polypropylen-Laminat und Polypropylen-Bauvlies auf ihre Eigenschaften als mechanische Barriere getestet. Aus vom Buchdrucker befallenen Stammstücken, die in Laminat eingepackt wurden, konnten $83,4 \pm 8,8$ % (Mittel \pm SD) der Käfer, die aus den Brutbildern geschlüpft waren, entkommen. Bauvlies erwies sich dagegen als signifikant wirksame Barriere: Nur $12,4 \pm 9,2$ % der geschlüpften Käfer entkamen auch aus der Verpackung. Eine Anwendung bei kleineren Mengen gelagertem Schadholz sollte weiter verfolgt werden.

Schlüsselworte | *Ips typographus*, Scolytinae, Holzlagerung, Borkenkäfer-Bekämpfung

Im Zuge der andauernden Buchdrucker-Kalamität im Norden Österreichs zeigte sich wieder, dass die rechtzeitige Abfuhr und bekämpfungstechnische Behandlung befallenen Holzes einen Flaschenhals in der Logistikkette des Borkenkäfermanagements darstellt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Mengen besonders hoch werden und der Absatz am Holzmarkt ins Stocken gerät. Es ist notwendig, im integrierten Forstschutz ein breiteres Spektrum an Methoden für die bekämpfungstechnische Behandlung von käferbefallenem Holz zur Verfügung zu haben – zusätzlich zu etablierten Verfahren, wie Entrindung, Behandlung mit Insektiziden oder Abdeckung mit Insektizidnetzen. Verfahren, die ein Ausfliegen der Käfer verhindern, können hier Abhilfe schaffen. Es gab mehrere Ideen, wie durch die Ab-

deckung von Poltern dieses Ziel zu erreichen wäre – idealerweise ohne Einsatz von Insektiziden. Am Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) wurden auf Anregung aus der forstlichen Praxis drei Methoden getestet, die entweder auf eine Verschlechterung der Entwicklungsbedingungen oder eine mechanische Verhinderung des Ausflugs der Buchdrucker abzielten.

Folienlagerung unter Sauerstoffabschluss (Maier 2005) wurde zur Lagerung und Konservierung von unbefallenem Holz entwickelt und versuchsweise auch bei befallenem Holz eingesetzt (Schleier et al. 2003, Tomiczek und Steyrer 2007, Schlotmann 2019). Wir testeten in einem Freilandversuch, ob eine simple Methode, nämlich die einfache Abdeckung eines Polters mit Silofolie, insbesondere über eine Erhöhung der

Abstract

Effect of construction fleece, silage film and cellulose-polypropylene laminate on development and emergence of Eurasian spruce bark beetle (*Ips typographus*) from stored spruce logs

The effect of three methods of covering infested spruce logs on development and dispersal of *Ips typographus* (Col., Scolytinae) was tested. Covering a pile of logs in an open area with silage film did not negatively affect development of *Ips typographus* broods. The film cover led to an increase in temperature, particularly of lower temperatures. Maximum temperatures were only slightly above the optimum for larval development. No increased mortality was noted. Due to higher humidity new broods could be established in the stored logs. The function of cellulose-polypropylene laminate and polypropylene construction fleece as mechanical barrier was tested in laboratory experiments. Of all beetles that emerged from the breeding systems, 83.4 ± 8.8 % (mean \pm SD) escaped from laminate packaging. Construction

fleece was a significantly effective barrier; only 12.4 ± 9.2 % of emerged beetles escaped from the packaging. This method should be further pursued for storage of smaller amounts of infested wood.

Keywords | *Ips typographus*, Scolytinae, wood storage, bark beetle management

Innentemperatur, die Entwicklungsbedingungen für Buchdrucker so ungünstig machen würde, dass es zu einer signifikanten Mortalität kommen würde. Als weiteres Material zur Abdeckung wurde aus der forstlichen Praxis ein Zellstoff-Polypropylen-Laminat, das zur Lagerung von Energieholzhaufen entwickelt wurde, getestet. Hier bestand seitens der Anwender auch die Vermutung, dass dieses Material eine – an sich nicht zu erwartende – wirksame Barriere für die Käfer darstellen würde. Darüber hinaus gab es in der Praxis Überlegungen, handelsübliches Bauvlies mit Insektiziden zu behandeln und zur Abdeckung zu verwenden. Interessant schien dabei vor allem, dass dieses Material auch unbehandelt eine mechanische Barriere für die Käfer darstellen könnte. Diese Barrierewirkung von Laminat und Bauvlies wurde in Laborversuchen getestet.

Material und Methoden

Silofolie

Ein Freilandexperiment zur Wirkung der Abdeckung mit Silofolie wurde im Juni 2018 auf einer Schlagfläche bei Raabs an der Thaya (Niederösterreich) angelegt. Vom Buchdrucker (*Ips typographus*) befallene Fichten wurden Anfang Juni gefällt. Aus 4-Meter-Blochen wurden zwei

Polter zu je zehn Festmeter gestapelt. Der Entwicklungsstand von *Ips typographus* am 8.6.2018 wurde an je vier Stichproben untersucht: Unter der Rinde befanden sich etwa 10 % Larven, 50 % Puppen und 40 % Jungkäfer. Dann wurde ein Polter mit Silofolie Impos (Raiffeisen Ware Austria AG) abgedeckt (Abbildung 1). Außen wurde die dunkelgrüne, innen die weiße Seite verwendet, um so die Reflexion der Sonneneinstrahlung zu reduzieren und die Wärmeaufnahme zu erhöhen. Die Folienbahnen wurden mit Klebeband dicht zur gewünschten Größe verklebt. Die Plane wurde über den Polter gelegt, Sandsäcke dienten zur groben Abdichtung und zur Sicherung gegen Wind. Der andere Polter wurde mit dem Insektizidnetz Storanet® (BASF) abgedeckt und diente als Kontrolle für ein unbeeinflusstes Mikroklima. Je zwei Temperaturdatenlogger (EL USB-2+, Lascar Electronics, mit stündlicher Aufzeichnung von Temperatur und Luftfeuchte) wurden stirnseitig im oberen Drittel der Polter eingebracht. Zweimal wöchentlich erfolgte eine Kontrolle auf allfällige Defekte in den Abdeckungen.

Am 19.7.2018 wurde die Oberfläche der Silofolie auf Ausbohrlöcher und andere Beschädigungen kontrolliert und fotografisch dokumentiert. Dann wurden



Abbildung 1: Ein Polter wird mit Silofolie abgedeckt.

Figure 1: A pile of logs is covered with silage film.

die Polter freigelegt und die Oberflächen auf tote Borkenkäfer abgesucht. Je Behandlungsvariante wurden 15 Bloche aus unterschiedlicher Position im Polter stichprobenartig auf den Entwicklungsstand der Buchdrucker-Bruten kontrolliert.

Zellstoff-Polypropylen-Laminat

Die Wirkung des Zellstoff-Polypropylen-Laminates Walki® Biomass Cover (Walki Group, Finnland) wurde im Labor untersucht. Von im Freiland durch den Buchdrucker befallenen und anschließend gefällten Fichten (bei Aschach an der Donau, Oberösterreich) wurden am 18.7.2018 Stammstücke von 50 cm Länge geschnitten. Es wurden dazu Stücke mit durch die Ernte möglichst unbeschädigter Rinde gewählt. Stichproben an nicht verwendeten Stammstücken zeigten, dass die Buchdrucker-Bruten zu etwa 66 % in einem frühen Stadium mit frischen Rammelkammern oder aktiven Muttergängen, zu 23 % im Larvenstadium und zu 11 % im Puppen- und Jungkäferstadium waren. Im Labor wurden die Stammstücke in Walki-Laminat in zwei Varianten verpackt (Abbildung 2): (1) Vier Stück wurden in einen weiten, dicht verschlossenen Sack aus Laminat verpackt, (2) vier Stück in enganliegendes Laminat. Die Stammstücke wurden einzeln in Käfige gegeben und unter Dach bei Freilandtemperaturen am BFW gelagert. Die Kontrolle der Käfige erfolgte zweimal wöchentlich. Dabei wurden die geschlüpften, außerhalb des Laminats befindlichen Käfer abgesammelt und offensichtliche Löcher verklebt. Nach dem Ende des Schlupfes wurden die Verpackungen geöffnet und frei in der Laminat-Verpackung befindliche Käfer eingesammelt. Die Zahl der Muttergänge wurde ermittelt, nachdem die Rinde vorsichtig abgehoben wurde. Danach wurden alle in der Rinde verbliebenen Käfer (lebend und tot) durch Zerkleinern der Rinde freigelegt und gezählt. Zwei der eng verpackten Stammstücke erwiesen sich als kaum befallen



Abbildung 2: a) Stammstücke in Zellstoff-Polypropylen-Laminat verpackt. b) Detail: Ausbohrloch eines geschlüpften Buchdruckers.

Figure 2: a) Spruce logs packed in cellulose-polypropylene laminate. b) Detail: Emergence hole of *Ips typographus*.

(nur drei bzw. sieben Muttergänge) und wurden daher aus der Analyse ausgeschlossen. Daher konnte kein Vergleich zwischen den beiden Varianten gezogen werden.

Bauvlies

Die mechanische Barrierewirkung von handelsüblichem Bauvlies aus Polypropylen auf Buchdrucker wurde im Labor untersucht. In einem Pilotversuch wurden Buchdrucker, die aus Brutsystemen von Ende Juli 2018 im Freiland gewonnen Rindenstücken stammten, in Gruppen zu zehn Stück in 13,5 x 7,5 cm große Säckchen aus Vlies gesetzt. Die Säckchen wurden in Einmachgläsern mit belüftetem Deckel eingekäfigt und für sechs Tage bei Zimmertemperatur gelagert. Es

Abbildung 3: Stammstücke in Bauvlies in a) eng anliegender bzw. b) lockerer Verpackung.

Figure 3: Spruce logs packed a) tightly or b) loose in construction fleece.



erfolgten drei Ansätze mit je 20 Säckchen, d.h. insgesamt 60 Wiederholungen.

Nach dem erfolgversprechenden Pilotversuch wurde das Material 2019 an befallenen Stammstücken getestet. Dazu wurden 50 cm lange Stammstücke mit einem Durchmesser von 20-25 cm (aus zwei befallenen Fichten, gefällt am 18.6.2019 bei Lichtenberg, Oberösterreich) am 21.6.2019 in zwei Varianten in Bauvlies (PP Premium Geotextil 200 g/m², Raiffeisen Ware Austria AG) eingepackt (Abbildung 3): (1) Vier Stück wurden eng anliegend in Bauvlies gerollt. Die Kanten wurden umgeschlagen und getackert, der Überstand auf der Stirnseite wurde umgeschlagen und ebenso getackert. (2) Vier Stück wurden in einen deutlich über das Holz überstehenden Sack aus Vlies eingepackt. Dessen Ecken wurden umgeschlagen und getackert. (3) Vier weitere Stammstücke wurden ohne Verpackung als Kontrolle eingelagert. Die Stammstücke wurden einzeln, stehend in Käfige gegeben. Die Lagerung erfolgte unter geschützten Freilandbedingungen im Insektarium des BFW.

Die Kontrolle der Käfige erfolgte mit dem Einsetzen des Schlupfes der Buchdrucker im Juli alle zwei bis drei Tage,

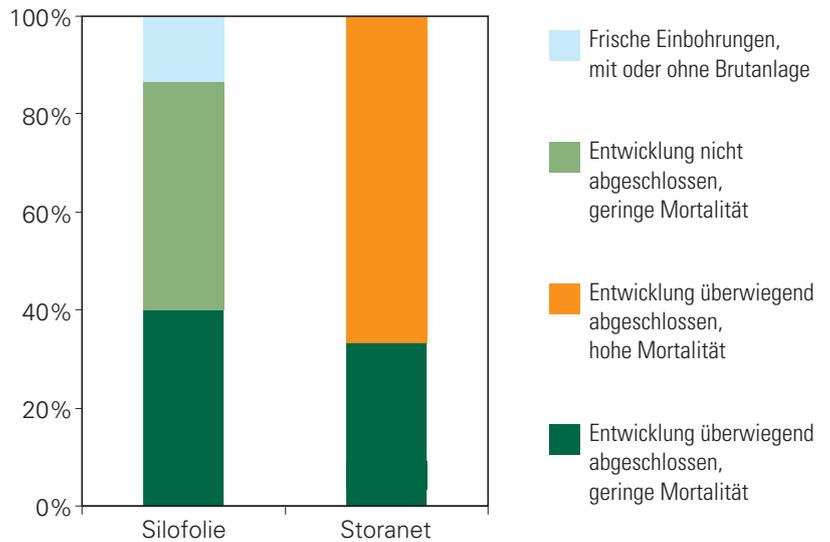
mit nachlassendem Schlupf im August alle fünf bis sechs Tage. Alle frei im Käfig aufgefundenen Buchdrucker wurden eingesammelt. Bei den ersten Sammelterminen fiel auf, dass Käfer allfällige Lücken in der Verpackung (besonders an den umgeschlagenen Kanten in der engen Variante) zum Entkommen nutzten. Dies machte ein umgehendes Schließen dieser Lücken nötig. Nach dem Ende des Schlupfes wurden ab Mitte August bis Mitte Oktober die Verpackungen geöffnet und die unter dem Vlies verbliebenen Buchdrucker gezählt. Dann wurde die Rinde geöffnet und vorsichtig zerkleinert, um unter der Rinde verbliebene Käfer zu entnehmen und zu zählen.

Ergebnisse

Silofolie

Das Holz unter der Silofolie war sehr feucht, die Rinde und die Stirnseiten waren oft oberflächlich verpilzt. Die Verblauung unterschied sich nicht stark von der Variante unter Storanet. In vielen Blochen fanden sich Bruten mit Larven bzw. Puppenstadien. Diese konnten nach dem Befund der Einrichtungserhe-

bung nur deshalb vorhanden sein, weil – im Gegensatz zum Kontrollpolter unter Storanet – das Mikroklima geeignete Bedingungen für eine neuerliche Brutanlage in den gelagerten Blochen schuf. Es gab wenige Hinweise auf Mortalität in den Jugendstadien, in den fertig entwickelten Brutbildern waren nur sehr wenig tote Jungkäfer (Abbildung 4). Einige tausend tote Buchdrucker lagen in großen Klumpen in kleinen Wasserlacken, die sich durch Kondenswasser unter der Folie bei den Beschwerden ansammelten (Abbildung 5). In der Silofolie an der Oberfläche des Polters befanden sich insgesamt nur neun Stellen mit Gruppen von Borkenkäfer-Ausbohrlöchern und ein gut 1 cm² großes, aufgerissenes Loch. Wesentlich mehr, nämlich 203 Ausbohrungen, waren an Stellen zu finden, wo die Beschwerden am Boden auflagen und die Folie Falten warf. Ansonsten war die Folie in sehr gutem Zustand und hat sich als windstabil erwiesen; an den Stirnseiten des Polters ist die Folie nicht aufgerissen. Bei der Kontrollgruppe unter Storanet war das Holz wesentlich trockener. An der Oberfläche fanden sich nur wenige tote Buchdrucker. In Blochen mit überwiegend abgeschlossener Ent-



wicklung waren oft tote Jungkäfer in großer Zahl in den Brutbildern zu finden (Abbildung 4).

Die Lufttemperatur im Polter unter der Folie war stets höher als unter Storanet (Abbildung 6). Die durchschnittliche Differenz der Tagesmitteltemperatur betrug $7,2 \pm 1,7$ °C (Mittel \pm SD), wobei die Unterschiede bei tieferen Temperaturen zunahmten. Das heißt die Folie dämpfte vor allem die nächtliche Abkühlung, führte aber tagsüber zu keiner nennenswerten Er-

Abbildung 4: Entwicklung der Brutbilder in den Poltern unter Silofolie und Storanet bei Beendigung des Experiments.

Figure 4: Developmental status of *Ips typographus* broods in piles of logs under silage film and Storanet at the end of the experiment (light blue: fresh galleries with or without brood; light green: immature stages, low mortality; orange: mostly adult stage, high mortality; dark green: mostly adult stage, low mortality).

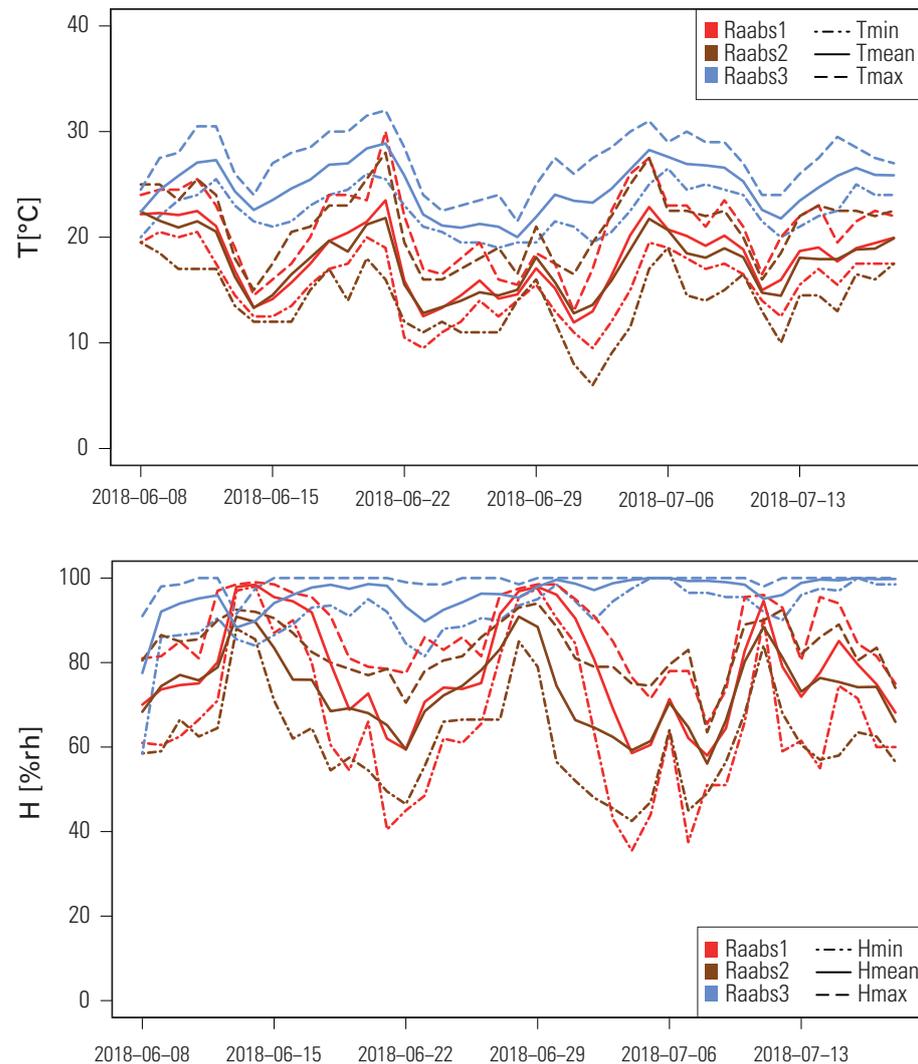


Abbildung 5: Adulte Buchdrucker ertrinken konzentriert in Kondenswasseransammlungen.

Figure 5: Adult *Ips typographus* drowned in puddles of condensed water.

Abbildung 6: Tagesmittelwerte, -minima und -maxima von Lufttemperatur und Luftfeuchte in den Poltern unter Storanet (Raabs 1 und 2) und Silofolie (Raabs 3).

Figure 6: Daily means, minima and maxima of air temperature and humidity in piles of logs under Storanet (Raabs 1 and 2) and under silage film (Raabs 3).



wärmung. Die höchsten im Polter erreichten Temperaturen betragen 32 °C unter der Folie und 30 °C unter Storanet, die tiefsten Temperaturen 19 °C bzw. 6 °C. Die Abdeckung mit der Folie führte zu einer sehr starken Erhöhung der Luftfeuchte im Polter, die im Mittel $96,7 \pm 3,1$ % erreichte. An 31 von 40 Tagen wurde ein Maximum von 100 % erreicht.

Zellstoff-Polypropylen-Laminat

Die Verpackung in Walki-Laminat stellte keine Barriere für die Buchdrucker dar. Im gesamten Zeitraum des Schlüpfens (2.8.-6.9.2019) bohrten sich pro Stammstück 187 ± 35 Buchdrucker durch das Laminat aus und waren frei im Käfig zu

finden. Das entspricht einem Anteil von $50,5 \pm 8,0$ % aller Käfer, die sich jeweils pro Stammstück entwickelt hatten. $39,3 \pm 8,9$ % aller entwickelten Käfer waren unter der Rinde verblieben. Von den aus den Brutbildern ausgebohrten Käfern entkamen $83,4 \pm 8,8$ % aus der Laminat-Verpackung.

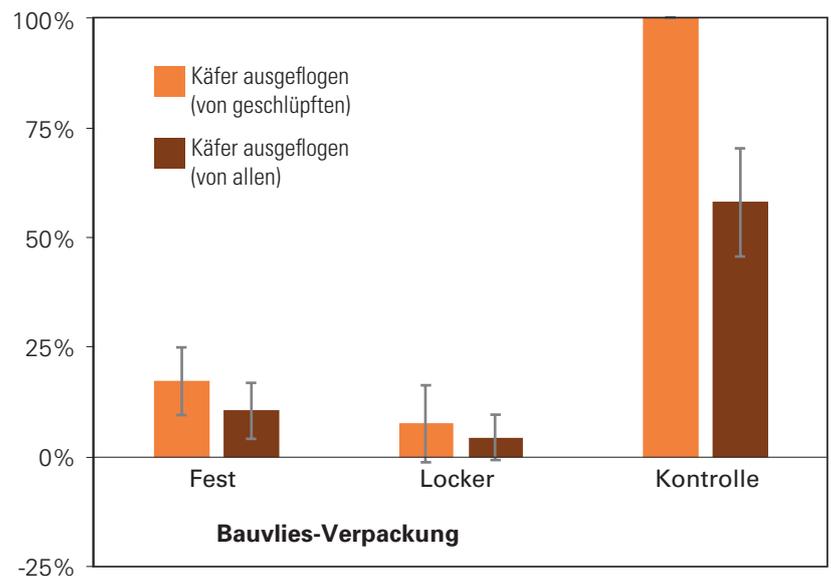
Bauvlies

Aus keinem der Bauvlies-Säckchen des Pilotversuches 2018 bohrten sich Buchdrucker aus. In allen Wiederholungen wurde nach sechs Tagen eine 100%ige Mortalität in den Säckchen festgestellt. In den Stammstücken des Versuches 2019 entwickelten sich zwischen 64 und

760 Buchdrucker, von denen im Mittel 46 % unter der Rinde verblieben. Etwa 90-95 % der Käfer unter der Rinde waren zum Zeitpunkt der Kontrolle tot. Für die aus den Brutbildern schlüpfenden Käfer stellte das Bauvlies eine wirksame mechanische Barriere dar (Abbildung 7). Insgesamt konnten nur $12,4 \pm 9,2$ % aller geschlüpften Individuen durch das Vlies entkommen, was eine hochsignifikante Unterdrückung des Ausflugs darstellt (Mann-Whitney-U-Test, $P=0,006$). Dabei war der Anteil bei der weiten Verpackung etwas geringer als bei der eng anliegenden, der Unterschied zwischen den Verpackungsvarianten war jedoch nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $P=0,146$). Alle unter dem Vlies verbliebenen Käfer waren zum Zeitpunkt der Öffnung tot. Käfer, die aus der Vlies-Verpackung entkamen, nützten überwiegend konstruktionsbedingte Lücken an den umgeschlagenen Enden.

Schlussfolgerungen

Silofolie stellte erwartungsgemäß keine mechanische Barriere dar. Käfer bohrten sich dort aus, wo sie Halt und Angriffspunkte finden konnten, dies war insbesondere in den Falten am Boden gegeben. Bei den glatten Flächen kam es kaum zu Ausbohrungen. Es ist anzunehmen, dass genagte Ausbohrlöcher von mehreren Käfern genutzt wurden. Zu beachten ist dabei, dass die hellen Löcher im Dunkel unter der Folie besonders attraktiv wirken. Obwohl sich die Polter auf einer sonnenexponierten Kuppenlage befanden, wurden keine letal hohen Temperaturen erreicht. Diese lagen vielmehr in der Nähe des Optimums für die Larvenentwicklung um $30,4$ °C und deutlich unter dem oberen Entwicklungsnullpunkt von $38,9$ °C (Wermelinger und Seifert 1998). Darüber hinaus herrschten auch in der Nacht günstigere Bedingungen, da die Abkühlung gedämpft war und die Temperaturen nur selten unter 20 °C sanken. Die vielen Bruten mit jungen Stadien, die unter der Folie neu an-



gelegt wurden, legen nahe, dass die hohe Feuchte das Holz länger bruttauglich hielt, als dies bei Lagerung unter dem Storanet der Fall war. Die erhoffte mikroklimatische Wirkung war also nicht eingetreten. Die Zahl der im Kondenswasser ertränkten Käfer war sicherlich bedeutsam, konnte im vorliegenden Versuchsansatz aber nicht quantifiziert werden.

Die von den Anwendern zunächst vermutete, jedoch als unwahrscheinlich angesehene Barrierewirkung des Zellstoff-Polypropylen-Laminats (Walki-Laminat) war nicht gegeben. Über 80 % der Käfer, die das Brutsystem verließen, entkamen aus der Verpackung. Auch beim Laminat ist die attraktive Wirkung des Lichts durch einmal genagte Ausbohrlöcher zu berücksichtigen. Die Verpackung in Walki-Laminat wurde auch an Poltern im Freiland getestet. Aufgrund des Ansatzes war eine Quantifizierung der arretierenden Wirkung nicht möglich. Von den entwickelten Käfern waren circa 40 % in den Brutbildern verblieben. Unter der Verpackung waren keine großen Mengen an Käfern zu finden – der Großteil der ausgeschlüpften Käfer dürfte sich durch selbst gebohrte Löcher sowie aufgerissene Stellen befreit haben.

Abbildung 7: Anteil der aus der Bauvlies-Verpackung entkommenen Buchdrucker im Vergleich zu Kontroll-Stammstücken ohne Verpackung (Mittel \pm SD); orange: bezogen auf die geschlüpften Käfer, das heißt die das Brutbild verlassen haben; braun: bezogen auf alle (geschlüpfte und im Brutbild verbliebene) Käfer, die sich in den Stammstücken entwickelt haben.

Figure 7: Percentage of *Ips typographus* beetles that escaped from the construction fleece packaging based on the number of beetles that emerged from the brood systems (orange) and on the number of all developed beetles (brown), i.e. emerged beetles and beetles remaining under the bark, respectively, in comparison to uncovered control logs (mean \pm SD).

Bauvlies stellte eine wirksame mechanische Barriere für die schlüpfenden Buchdrucker dar. Aus den kleinen Säckchen im Pilotversuch konnte kein einziger Käfer entkommen. Bei den verpackten Stammstücken war die Zahl ausfliegender Käfer hochsignifikant unterdrückt, 87,6 % der geschlüpften Käfer wurden arretiert. Dabei ist anzumerken, dass der Großteil der 12,4 % entkommenen Käfer bestehende, undichte Stellen in der Verpackung zum Ausflug nutzte. Nach der Abdichtung nahm der Ausflug deutlich ab. Der Lichteffect sollte beim hell-durchscheinenden Vlies weniger bedeutend sein als bei den beiden völlig abdunkelnden Materialien.

Für den Erfolg einer praktischen Anwendung der Abdeckung mit Bauvlies sind folgende Punkte wichtig. Beim Aufbau des abgedeckten Polters ist eine bestmögliche Abdichtung notwendig. An Stößen zwischen zwei Vliesbahnen dürfen keine Lücken bleiben, die von den Käfern genutzt werden. Dies war im Versuch vor allem bei der eng anliegenden Variante der Fall. Daher sollten Bahnen breit genug sein, dass keine Stöße bzw. Verbindungen nötig sind. Ein Aufreißen der Abdeckung ist zu verhindern. Aufgrund der Robustheit des Vlieses ist dieses kaum zu befürchten, wie auch eine probeweise Anwendung an einem Polter im Freiland zeigte. Zum Boden hin muss die Verpackung ebenfalls gut abgedichtet werden. Diese insektizidfreie Methode

dient zur Verhinderung des Ausflugs, nicht zur Abtötung der Käfer. Je nach der Dauer der Lagerung, nach der Feuchtigkeit der lagernden Bloche und nach der Jahreszeit können Käfer mehr oder weniger lang überleben und eventuell nach dem Abbau des Polters eine Gefahrenquelle darstellen. Bei der Anwendung muss man daher auf ausgeflogene Käfer achten. Besonders im Spätsommer oder Frühherbst können Käfer das Brutsystem verlassen und den Boden unterhalb des Polters zur Überwinterung aufsuchen. Das Abdecken des Bodens mit Vlies kann dies verhindern und ist anzuraten. Im Sommer schlüpfende Käfer sollten nach einiger Zeit außerhalb des Brutsystems – so wie im vorliegenden Versuch – absterben.

Danksagung

Wir danken Herbert Wagnsonner, Josef Haslinger, Ing. Hubert Renner, DI Johann Reisenberger und anderen Mitarbeitern des oberösterreichischen Landesforstdienstes sowie James Connell für ihren wertvollen Beitrag bei der Durchführung dieser Arbeiten. Sie haben ihre Waldgrundstücke, Fichtenholz, Versuchsmaterialien, Arbeitsgerät und ihre Arbeitsleistung bei der Vorbereitung, Einrichtung, Betreuung und Analyse der Versuche bereitgestellt. Der Landwirtschaftskammer Niederösterreich gilt unser Dank für die finanzielle Unterstützung des Versuches mit der Silofolie. 

Gernot Hoch,
Gottfried Steyrer,
Gerlinde Weizer,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich,
Tel.: +43-1-87838 1155,
gernot.hoch@bfw.gv.at
gottfried.steyrer@bfw.gv.at

Karl Schuster,
Landwirtschaftskammer
Niederösterreich,
Forst- und Holzwirtschaft,
Wiener Straße 64,
3100 St. Pölten, Österreich,
Tel.: +43-5-0259 24101,
karl.schuster@lk-noe.at

Literatur

Maier, T. 2005: Konservierung von Rundholz unter Sauerstoffabschluss - Folienkonservierung. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg: 236 S.

Schleier, D., Wurster, M., Püschel, A. 2003: Kann die Folienkonservierung zur biochemischen Borkenkäferbekämpfung eingesetzt werden? Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg, Waldbericht 2003/1: 28 S.

Schlotmann, K. 2019: Borkenkäfer – Käferholz unter Folie lagerfähig? Wochenblatt für Landwirtschaft und Landleben, Münster: <https://www.wochenblatt.com/landwirtschaft/pferd-wald-jagd/kaef-erholz-unter-folien-konservieren-11542037.html> (abgerufen am 13.5.2020).

Tomiczek, C., Steyrer, G. 2007: Folienverpackung von Rundholz zur Qualitätssicherung und Borkenkäfer-Bekämpfung. Forstschutz Aktuell, Wien, 41: 9-12.

Wermelinger, B., Seifert, M. 1998: Analysis of the temperature dependent development of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). Journal of Applied Entomology 122: 185-191.

Wirkung leichter Beregnung auf den Ausschluß des Buchdruckers

Jasmin Putz, Kerstin Thür, Heinz Lick, Gernot Hoch

Kurzfassung | In drei zusammenhängenden Versuchen wurde der Schlupf von *Ips typographus* aus beregneten und unberegneten Stammstücken untersucht. Der Beregnungsversuch im Sommer 2016 ergab bei Beregnungsmengen von 4,3 l/m²/d (B1) bzw. 11,1 l/m²/d (B2) einen signifikant geringeren Schlupf pro Muttergang aus den beregneten Versuchsstämmen (B1: 0,37 ± 0,05; B2: 0,39 ± 0,07) im Vergleich zur unberegneten Kontrolle (3,94 ± 1,22). Fortgesetzte Beregnung im Frühjahr 2017 mit leicht geänderten Beregnungsmengen (B1: 6,2 l/m²/d; B2: 10,8 l/m²/d) verzögerte den Schlupf der überwinterten Käfer (50 % des Schlupfes bei B1 und B2 wurden drei Wochen später erreicht als bei der Kontrolle). Dann setzte dieser sprunghaft ein, so dass für diesen Zeitraum bei B2 (2,76 ± 0,33) ein signifikant höherer Schlupf pro Muttergang als bei der Kontrolle (1,38 ± 0,34) auftrat. Insgesamt jedoch verblieb nach einem Jahr bei den beregneten Stammstücken ein signifikant höherer Anteil der Käfer tot unter der Rinde (B1: 31,4 %; B2: 32,5 %) als bei unberegneten (9,0 %). Im Versuch im Sommer 2017 wurden neu befallene Versuchsstämme mit der doppelten Beregnungsmenge behandelt (B1: 12,8 l/m²/d; B2: 23,9 l/m²/d). Es zeigte sich lediglich für B2 (0,82 ± 0,15) ein signifikant geringerer Schlupf pro Muttergang verglichen mit B1 (2,78 ± 0,45) und der Kontrolle (3,41 ± 0,42). Wieder verblieb insgesamt ein signifikant höherer Anteil von Käfern bei den beregneten Stammstücken unter der Rinde (B1: 21,2 %; B2: 47,7 %) als bei der unberegneten Kontrolle (9,1 %). Eine leichte Beregnung ist also nicht imstande, den Schlupf von Käfern gänzlich zu verhindern, kann ihn aber unterdrücken und damit zeitlich verzögern. Bei entsprechender Logistik kann diese Methode zur gefahrlosen, temporären Lagerung von Käferholz eingesetzt werden.

Schlüsselworte | Schlupf, *Ips typographus*, Beregnung, befallene Stämme, temporäre Lagerung

Einleitung

Die enormen Schadholzmengen, die in den letzten Jahren aufgrund der Buchdruckerkalamität vor allem in den nördlichen Bundesländern Österreichs anfielen, stellten die österreichische Forst- und Holzwirtschaft vor große pflanzen-gesundheitliche und logistische Herausforderungen: Konnte im Jahr 2016 noch ein Rückgang der eingeschlagenen Schadholzmenge auf 5,4 Millionen Erntefestmeter verzeichnet werden (BMLFUW 2017), so stieg der Schad-

holzanteil in den darauffolgenden Jahren massiv an: 2017 betrug der Anstieg 20,9 % (BMNT 2018), 2018 steigerte er sich um weitere 53,3 % gegenüber dem Vorjahr, was mehr als der Hälfte des Gesamteinschlags von 19,2 Millionen Erntefestmeter ohne Rinde in diesem Jahr entsprach (BMNT 2019). Im Jahr 2019 wurde zwar ein Rückgang des Gesamteinschlags von 1,5 % im Vergleich zu 2018 verzeichnet, die Schadholzmenge stieg jedoch abermals um 18,2 % auf 11,7 Millionen Erntefestmeter und somit

Abstract

Effect of light irrigation on the emergence of *Ips typographus*

We studied the emergence of *Ips typographus* from irrigated and non-irrigated logs in three consecutive trials. By applying irrigation at rates of 4.3 l/m²/d (B1) and 11.1 l/m²/d (B2), respectively, the trial carried out in summer 2016 resulted in a significantly lower emergence of beetles per gallery from irrigated logs (B1: 0.37 ± 0.05, B2: 0.39 ± 0.07) compared to non-irrigated logs (3.94 ± 1.22). A continuation of irrigation in spring 2017 at slightly changed rates (B1: 6.2 l/m²/d, B2: 10.8 l/m²/d) delayed emergence of overwintered beetles (50 % of emergence occurred three weeks later in B1 and B2 than in controls). After an abrupt rise of emergence from irrigated logs, the number of beetles emerged per gallery from B2 (2.76 ± 0.33) was significantly higher than in control logs (1.38 ± 0.34). However, after one year in total, a significantly higher share of beetles remained dead

under the bark of irrigated logs (B1: 31.4 %, B2: 32.5 %) than in dry control logs (9.0 %). The trial in summer 2017 was carried out with newly infested logs and doubled irrigation rates (B1: 12.8 l/m²/d, B2: 23.9 l/m²/d). Irrigation led to significantly lower emergence of beetles per gallery from B2 (0.82 ± 0.15) compared to B1 (2.78 ± 0.45) and control logs (3.41 ± 0.42). Overall, the percentage of beetles that remained under the bark was again significantly higher in irrigated (B1: 21.2 %, B2: 47.7 %) than in non-irrigated logs (9.1 %). In conclusion, light irrigation does not completely prevent beetles from leaving their breeding material but it can suppress their emergence up to a certain point in time. Using appropriate logistics the method can be used for safe temporary storage of bark beetle infested wood.

Keywords | Emergence, *Ips typographus*, irrigation, infested logs, temporary storage

62,1 % des Gesamteinschlags an. Als Hauptschadfaktoren im Jahr 2019 sind Borkenkäfer (36,3 %) und Stürme (37,6 %) angeführt (BMLRT 2020). Im Fall beider angegebenen Hauptschadfaktoren ist der umgehende Abtransport des befallenen bzw. fängischen Holzes oder eine bekämpfungstechnische Behandlung dessen erforderlich – wozu das Forstgesetz Waldbesitzer*innen bzw. Inhaber*innen des Holzes verpflichtet –, damit ein Ausfliegen von Borkenkäfern aus befallenen Stämmen sowie eine Besiedlung von befallsfähigem Brutmaterial verhindert werden kann. Holzlagerplätze können sowohl Quelle von Borkenkäfern als auch Ziel für sich in umliegenden Wäldern entwickelnde Käfer sein (Hoch et al. 2012, Putz 2014). Nachdem Nasslagerung eine anerkannte Methode zur konservierenden Lagerung von befallenen Holz ist, stellte sich die Frage, ob eine künstliche Beregnung von befallenen Fichtenstämmen mit geringen Wassermengen einen negativen Einfluss auf die Entwicklung und den Schlupf des Buchdruckers (*Ips typographus*) haben. Eine solche Berieselung könnte eine Alternative zum Insektizideinsatz auf Holzlagerplätzen darstellen. Diesbezügliche frühere Studien ergaben, dass eine Beregnung mit sehr großen täglichen Wassermengen (> 300 l/m² und Tag) eine Mortalität von bis 100 % bei Larven und Altkäfern bewirkte (Böhm-Bezing 1998). Friedl (2008) konnte zeigen, dass durch die Beregnung von mit Buchdruckern befallenen Stammstücken die Anzahl der Jungkäfer pro Muttergang signifikant geringer war, und dass sich die Entwicklungsgeschwindigkeit von *I. typographus* verlangsamt.

Wir untersuchten in insgesamt drei Beregnungsversuchen, die 2016 und 2017 am Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) in Wien stattfanden, inwieweit die Entwicklung und der Schlupf von bereits weit entwickelten Bruten von *I. typographus* durch eine geringe Beregnung verhindert oder verzögert werden können.

Material und Methoden

Versuchsstämme

Für die Versuche im Sommer 2016 und Frühjahr 2017 wurden Ende April bzw. Anfang Mai 2016 Fangbäume auf zwei verschiedenen Standorten in Naßwald (Bezirk Neunkirchen) auf 1000 bis 1200 m Seehöhe zur natürlichen Besiedlung durch *I. typographus* vorgelegt. Am 25.07.2016 wurden vier gut mit *I. typographus* besiedelte Fichtenblöcke an den Versuchsstandort nach Wien transportiert, auf eine Länge von 50 cm abgelängt (durchschnittlicher Durchmesser von 19,8 cm), und zu jeweils gleichen Teilen auf die Käfige der drei Versuchsvarianten aufgeteilt (Set 1). Der Entwicklungszustand von *I. typographus* in den Stammstücken reichte vom späten Larven-, über Puppen- bis hin zum Jungkäferstadium.

Für den Versuch im Sommer 2017 wurden im April 2017 Fichtenstämmen auf einer Seehöhe von 300 bis 400 m im Revier Landersdorf des Forstgutes Walpersdorf vorgelegt. Am 02.06.2017 wurden fünf gut mit *I. typographus* befallene Fichtenstämmen an den Versuchsstandort nach Wien transportiert, und wiederum auf eine Länge von 50 cm abgelängt (durchschnittlicher Durchmesser 23,3 cm) und zu jeweils gleichen Teilen auf die Käfige der drei Versuchsvarianten aufgeteilt (Set 2). Der Entwicklungszustand von *I. typographus* in den Stammstücken war teils spätes Larvenstadium, teils befanden sich die Tiere bereits im Puppenstadium.

Versuchsaufbau und -ablauf

Die Versuchsanlage bestand aus einem Set von insgesamt 36 mit *I. typographus* befallenen Stammstücken von 50 cm Länge, die auf drei Versuchsvarianten aufgeteilt wurden: Beregnung 1 (B1), Beregnung 2 (B2) und unberegnete Kontrolle.

Für die zu beregnenden Stämme der Versuchsvarianten B1 und B2 wurden insgesamt 24 Käfige aus Holz gefertigt, mit feinmaschigem Metallgitter (< 4 mm)



überzogen, gegen den Ausflug von Käfern abgedichtet und in zwei Reihen nebeneinander platziert, sodass sich pro Beregnungsvariante ein Käfigstrang mit jeweils zwölf Käfigen ergab. Pro Käfigstrang wurde ein Bewässerungsschlauch durch die einzelnen Käfige gezogen, an dem jeweils zwei Nebeldüsen (Micro-Drip-System, Gardena) pro Käfig montiert wurden. Durch das Metallgitter konnte überschüssiges Wasser in den Käfigen ungehindert abfließen, die einzelnen Stammstücke wurden zudem auf Unterlagshölzern platziert, um ein flächiges Aufliegen am Käfigboden zu verhindern (Abbildung 1). Die nicht beregneten Stämme der Kontrolle wurden ebenfalls einzeln in Metallkäfigen mit feinmaschigem Metallgitter gelagert. Eine Überdachung aus Planen diente zur Abschirmung aller Käfige der Versuchsanlage von natürlichem Niederschlag. Jeweils ein EasyLog USB-2+ Datalogger (LASCAR Electronics, England), angebracht unter der Plane der beregneten Käfige sowie bei den Kontrollstämmen, zeichnete stündliche Temperaturwerte auf.

Die Bewässerung erfolgte mittels Bewässerungscomputern. Aufgrund eines Defektes mussten die Computer des Typs Galcon 7001 D gewechselt werden, entsprechend änderten sich einige Parameter bei der Beregnung mittels der ab 18.08.2016 eingesetzten Computer des Typs Gardena FlexControl (siehe Tabelle 1). Abhängig von Käferaktivität und Jahreszeit fanden Kontrollen der Stammstücke und Absammlung der geschlüpf-

ten Käfer ein- bis mehrmals wöchentlich statt. Um allfällige Unterschiede in der Wassermenge zwischen einzelnen Positionen auszugleichen, wurden die Stammstücke im Zuge der Kontrolle wöchentlich in andere Käfige gegeben und so platziert, dass die zuvor trockene Seite oben zu liegen kam.

Da aus den Versuchsstämmen von Set 1 während des Versuchszeitraumes im Sommer 2016 nicht alle Käfer die Brutsysteme verlassen hatten, wurden die Versuchsstämme ab 13.10.2016 unter einem Flugdach trocken und unter Freilandtemperaturen in Käfigen gelagert. In den Wintermonaten fand keine Überprüfung der Versuchsstämme statt, die Temperatur wurde weiterhin aufgezeichnet.

Berechnung der Wärmesumme zum Zeitpunkt des 50%-Schlupfes aus den Versuchsstämmen

In Anlehnung an Baier et al. (2007) wurden für den Versuch im Frühjahr 2017 die effektiven Wärmesummen für *I. typographus* in den beregneten (B1 und B2) und unberegneten (K) Versuchsstämmen anhand der von den beiden Dataloggern aufgezeichneten Lufttemperaturen berechnet. Dazu wurde ab 01.04.2017 die tägliche Differenz von aufgezeichneter Tagesmaximaltemperatur und Entwicklungsnullpunkt des Buchdruckers (8,3 °C) errechnet und bis zu jenem Tag akkumuliert, an dem in der jeweiligen Versuchsvariante 50 % der Käfer geschlüpft waren.

Abbildung 1: Links: Bewässerungsstrang B1, bestehend aus jeweils zwölf Holzkäfigen mit durchgezogenem Bewässerungsschlauch, darüber Planenkonstruktion zum Abhalten von natürlichem Niederschlag. Bewässerungsstrang B2 direkt hinter B1 ist am Bild nicht sichtbar. Rechts: Befallenes Stammstück eines Fichtenbloches in einem Käfig während der Beregnung.

Figure 1: Left: Irrigation line B1 consisting of irrigation tube running through twelve cages; a tarp protects from natural precipitation; irrigation line B2 is located behind B1, not visible on the photo.

Right: Infested piece of a spruce log inside a cage during irrigation.

Table 1: Parameter, die sich zwischen den einzelnen Berechnungsversuchen unterscheiden (d=Tage).

Table 1: Parameters differing between individual trial periods (d=days). trial period (= Versuchszeitraum), irrigation computer (= Bewässerungscomputer), irrigation rates of trial variants (= Berechnungsmenge der Versuchsvariante), watering cycles per day [time of day] (= Bewässerungszyklen pro Tag [Zeitpunkte der Berechnung]), in summer 2016 (I), summer 2016 (II), spring 2017, and summer 2017.

	Versuchszeitraum	Bewässerungscomputer	Berechnungsmenge der Versuchsvarianten	Bewässerungszyklen pro Tag [Zeitpunkte der Berechnung]
Sommer 2016 (I)	29.07.-18.08. (21 d)	Galcon 7001 D	B1: 4,3 l/m ² /d B2: 11,1 l/m ² /d K: keine Berechnung	4/d [01:00, 07:00, 13:00, 19:00]
Sommer 2016 (II)	18.08.-13.10. (56 d; I+II gesamt 77 d)	Gardena FlexControl	B1: 4,3 l/m ² /d B2: 11,1 l/m ² /d K: keine Berechnung	3/d [06:00, 14:00, 22:00]
Frühjahr 2017	11.04.-06.06. (57 d)	Gardena FlexControl	B1: 6,2 l/m ² /d B2: 10,8 l/m ² /d K: keine Berechnung	3/d [00:00, 08:00, 16:00]
Sommer 2017	09.07.-30.10. (143 d)	Gardena FlexControl	B1: 12,8 l/m ² /d B2: 23,9 l/m ² /d K: keine Berechnung	3/d [06:00, 13:00, 21:00]

Auswertung der Brutbilder

Um Aussagen über die unter der Rinde liegenden Brutsysteme von *I. typographus* treffen zu können, wurden die Versuchsstämme jeweils nach Versuchsende entzündet (Set 1: Sommer 2017, Set 2: Jänner/Februar 2018). Es wurden folgende Parameter erhoben: Anzahl der Muttergänge, Anzahl heller bzw. dunkler Buchdrucker (unterschieden nach tot und lebendig), Anzahl verpilzter und parasitierter Buchdrucker.

Statistische Analyse

Datenanalyse und grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit R (R Core Team). Die Normalverteilung der Datensätze wurde mittels Shapiro-Wilk-Test getestet. War diese gegeben, folgte eine einfaktorielle ANOVA mit Überprüfung auf Varianzhomogenität mittels Levene-Test. Ergab die ANOVA signifikante Unterschiede ($p \leq 0,5$), folgte ein Dunnett-T3-Test inklusive Bonferroni-Korrektur des Signifikanzlevels ($p \leq 0,5/3$) (Abdi 2007). Nicht normalverteilte Datensätze wurden mittels Kruskal-Wallis-Test analysiert, gefolgt von paarweisen Mann-Whitney-U-Tests, wiederum mit Bonferroni-Korrektur des Signifikanzlevels ($p \leq 0,5/3$) (Abdi 2007).

Ergebnisse

Anzahl geschlüpfter Käfer: Berechnungsversuch Set 1 im Sommer 2016 und Frühjahr 2017

Abbildung 2a zeigt den Schlupfverlauf der Käfer der drei Versuchsvarianten im Sommer 2016, Abbildung 3a den signifikant höheren Ausschluß von Käfern pro Muttergang in der unberechneten Kontrollvariante gegenüber den berechneten Versuchsstämmen von B1 und B2. Da eine große Anzahl von Käfern unter der Rinde der Versuchsstämme von B1 und B2 verblieb, wurde der Berechnungsversuch im Frühjahr 2017 mit leicht veränderten Berechnungsmengen (Tabelle 1) fortgesetzt. Während in den ersten Wochen des Jahres 2017 (KW 15 bis 18, Abbildung 2b) die Schlupfzahlen in der Kontrollvariante kontinuierlich anstiegen, setzte der vermehrte Schlupf aus den berechneten Stämmen von B1 und B2 erst in KW 19 ein und erreichte in der darauffolgenden KW 20 seinen Höhepunkt: In dieser Woche schlüpften aus den berechneten Versuchsstämmen rund 1234 (B1) bzw. 1002 (B2) Käfer von *I. typographus*, was mehr als 45 % bzw. 38 % aller Käfer (Summe aus geschlüpften und unter der Rinde verbliebenen Käfern) dieser Varianten in

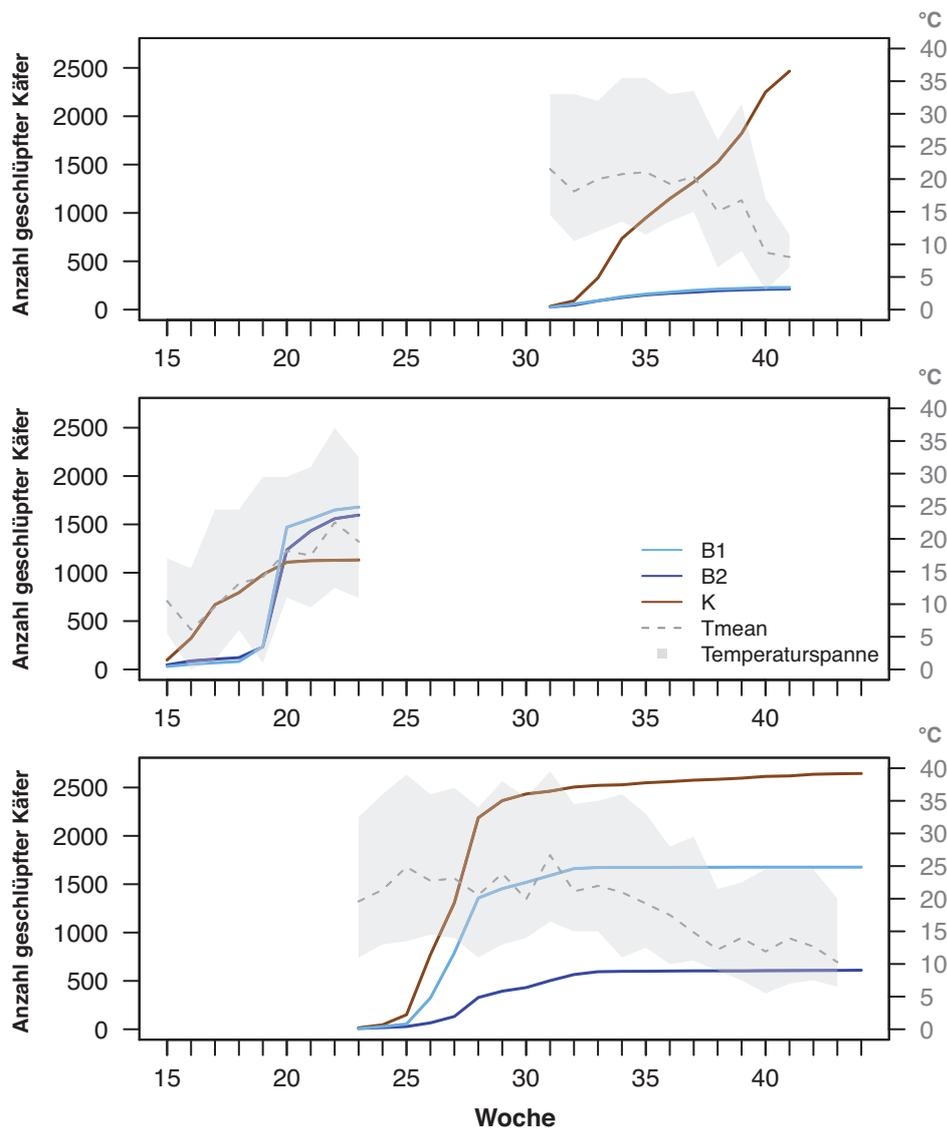


Abbildung 2: Kumulierte wöchentliche Schlupfzahlen von *I. typographus* der Versuchsvarianten Beregnung 1 (B1), Beregnung 2 (B2) und Kontrolle (K), mittlere Wochentemperatur (strichlierte Linie) und Temperaturspanne zwischen Minimum und Maximum (graue Fläche) für die Beregnungsversuche der befallenen Stammstücke aus Set 1 im (a) Sommer 2016 und (b) Frühjahr 2017 sowie von Set 2 im (c) Sommer 2017.

Figure 2: Cumulative emergence of *I. typographus* from spruce logs of treatments irrigation 1 (B1), irrigation 2 (B1) and dry control (K) from Set 1 in (a) summer 2016 and (b) spring 2017 as well as from Set 2 in (c) summer 2017, mean weekly temperature (dashed line) and temperature range (grey area).

Set 1 entsprach. 50 % der Käfer in der Kontrollvariante schlüpften bereits am 26.04.2017 bei einer Wärmesumme (bezogen auf die Lufttemperatur) von 64,3 Gradtagen aus den Versuchsstämmen, während dies bei den beregneten Stämmen erst am 14. bzw. 15.05.2017 bei Wärmesummen von 145,0 bzw. 154,5 Gradtagen der Fall war. Die Hälfte des Schlupfes der Käfer von *I. typographus* der beregneten Varianten war somit erst zweieinhalb Wochen später sowie bei einer 2,2- bzw. 2,4-fachen Wärmesumme als in der Kontrolle gegeben.

Bei Betrachtung der ausgebohrten Käfer pro Muttergang im Frühjahr 2017

ergibt sich ein signifikant geringerer Schlupf von Käfern aus den Kontrollstämmen gegenüber jenen aus Beregnung 2 (Abbildung 3b), was bereits aus dem Schlupfverlauf (Abbildung 2b) abzulesen war.

Anzahl geschlüpfter Käfer: Beregnungsversuch Set 2 im Sommer 2017

Abbildung 2c zeigt den Schlupfverlauf der Käfer der drei Versuchsvarianten im Sommer 2017, in dem sich der unterdrückte und zeitlich verzögerte Auschlupf von Käfern nur bei der stärker beregneten Versuchsvariante B2 abzeich-

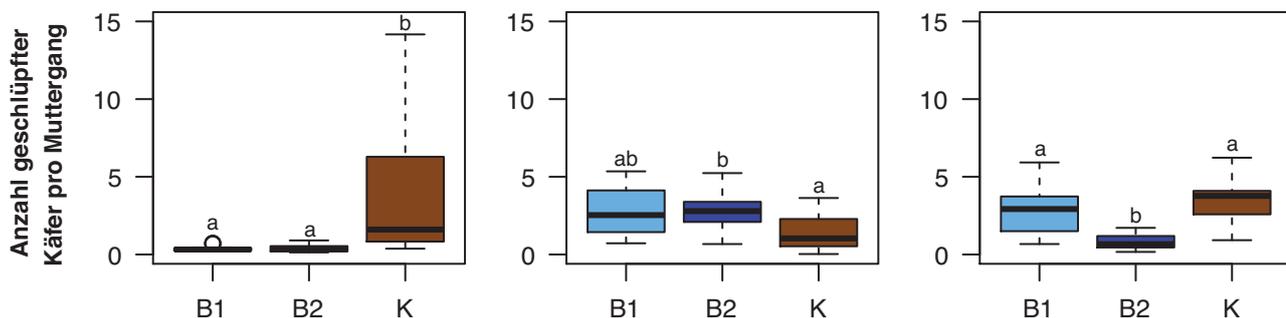


Abbildung 3: Boxplots (Median, 25%- und 75%-Perzentile) der Schlupfzahlen von *I. typographus* pro Muttergang der Versuchsvarianten Beregnung 1 (B1), Beregnung 2 (B2) und Kontrolle (K) für Set 1 im (a) Sommer 2016 und (b) Frühjahr 2017 sowie für Set 2 im (c) Sommer 2017. Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) zwischen den Varianten.

Figure 3: Number of emerged *I. typographus* per mother gallery in treatments irrigation 1 (B1), irrigation 2 (B1) and dry control (K) in Set 1 in (a) summer 2016 and (b) spring 2017 as well as in Set 2 in (c) summer 2017. Letters indicate significant differences ($p \leq 0,05$) between treatments.

net. Die Zahl der ausgebohrten Käfer pro Muttergang war bei der Variante B2 signifikant geringer als bei den anderen Varianten (Abbildung 3c).

Analyse der Brutsysteme nach Versuchsende: Beregnungsversuch Set 1 im Sommer 2016 und Frühjahr 2017

Die Aufstellung aller Buchdrucker – ausgebohrt und unter der Rinde verblieben – aus dem Set 1 (Tabelle 2) zeigt deutlich die Unterdrückung des Schlupfes durch die Beregnung im ersten Jahr.

Unter der Rinde der beregneten Versuchsstämme wurden signifikant mehr Buchdrucker pro Muttergang vorgefunden als in den Kontrollstämmen. Alle Käfer waren zum Zeitpunkt der Entrindung öfter verpilzt (5,5 bzw. 6,2 %) als in der Kontrolle (0,7 %). Zwischen den Beregnungsvarianten gab es hingegen keine signifikanten Unterschiede. Die Parasitierungsrate durch parasitische Wespen lag in allen drei Versuchsvarianten unter 1 %, es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Die Zahl der Muttergänge pro Stamm unterschied sich nicht signifikant zwischen den Versuchsvarianten, weshalb von einer homogenen Befallsintensität der Versuchsstämme ausgegangen werden kann.

Analyse der Brutsysteme nach Versuchsende: Beregnungsversuch Set 2 im Sommer 2017

Die Aufstellung aller Buchdrucker – ausgebohrt und unter der Rinde verblieben

– aus dem Set 2 (Tabelle 3) zeigt lediglich für Beregnung 2 eine Unterdrückung des Schlupfes, wobei sich trotz der im Vergleich zu Set 1 in etwa verdoppelten Beregnungsmengen mehr als die Hälfte (52,3 %) aller in diesen Versuchsstämmen festgestellten Käfer ausgebohrt hatte. Aus den Versuchsstämmen von Beregnung 1 hatten sich rund 79 % der Käfer ausgebohrt, obwohl diese in der Variante des Sets 2 mit 12,9 l/m²/d einer höheren Beregnungsmenge ausgesetzt waren als die Stämme der stärker beregneten Variante (B2) in Set 1: Hier schlüpften bei einer Beregnungsmenge von 11,1 bzw. 10,8 l/m²/d im Schlupf 2017 rund 60 % der Käfer.

Während der Entrindung der Versuchsstämme von Set 2 im Winter 2018 wurden noch einige dunkle lebende Käfer von *I. typographus* vorgefunden. Auch in Set 2 unterschied sich die Anzahl der angelegten Muttergänge je Versuchsvariante nicht signifikant voneinander, weshalb von einer homogenen Befallsintensität ausgegangen werden kann. Es zeigte sich jedoch während der Entrindung, dass einzelne Versuchsstämme wenig besiedelt waren, weshalb sich die Rinde nur schwer lösen ließ. Mutter- und Larvengänge waren jedoch im Gegensatz zu Set 1 gut erkennbar.

Unter der Rinde der beregneten Versuchsstämme wurden erneut signifikant mehr Buchdrucker pro Muttergang vorgefunden als in den Kontrollstämmen. Zwischen den beregneten Versuchsvarianten gab es keinen signifikanten Unterschied. Hinsichtlich Parasitierung und

	Summe aller Käfer	Schlupf 2016 [%]	Schlupf 2017 [%]	Käfer in Rinde [%]	Anzahl Muttergänge
Berechnung 1	2782	8,2	60,4	31,4	644
Berechnung 2	2681	8,0	59,5	32,5	644
Kontrolle	3952	62,4	28,6	9,0	720

Verpilzung konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Versuchsvarianten festgestellt werden.

Diskussion und Schlussfolgerung

Eine leichte Beregnung von mit *I. typographus* befallenen Fichtenstammstücken mittels geringer Wassermengen kann den Ausschluß von *I. typographus* trotz gegebener Schwärmttemperaturen bis zu einem gewissen Zeitpunkt unterdrücken, wie die stärkere Beregnungsvariante B2 im Vergleich zur Kontrolle in den Beregnungsversuchen Sommer 2016 und Sommer 2017 zeigte. Hat sich *I. typographus* jedoch fertig entwickelt und herrschen im Frühjahr optimale Schwärmttemperaturen, vermag die getestete Berieselung die Käfer nicht vollständig am Ausschluß und Schwärmen zu hindern, wie die Ergebnisse des Beregnungsversuches im Frühjahr 2017 verdeutlichen. Lediglich eine zeitliche Verzögerung war festzustellen (etwa drei Wochen bezogen auf den Median des Schlupfzeitpunktes).

Um hohe Mortalitätsraten bei verschiedenen Entwicklungsstadien von *I. typographus* zu erreichen, ist eine Beregnung mit großen Wassermengen notwendig, wie Böhm-Bezing (1998) zeigte. In Bezug auf die Beregnungsversuche, die mit den Versuchsstämmen des Set 1 (Sommer 2016 und Frühjahr 2017) durchgeführt wurden, ist jedenfalls die Herkunft der Fangbäume zu berücksich-

tigen, da davon auszugehen ist, dass *I. typographus* im Herkunftsgebiet der Fangbäume teils nur noch eine Generation pro Jahr ausbildet. Univoltine Populationen von *I. typographus* benötigen vor dem Schlupf eine Abkühlphase (Dobart 2017). Im Sommer 2016 schlüpften aus den unberegneten Kontrollstämmen lediglich ca. 60 % der insgesamt in Set 1 festgestellten Buchdrucker, was ein Hinweis auf eine möglicherweise teils univoltine Population ist. Es zeichnete sich aber auch im Frühjahr 2017 die verzögernde Wirkung einer leichten Beregnung auf den Schlupf ab, da dieser erst deutlich später und nach Erreichen einer mehr als doppelt so hohen Wärmesumme (bezogen auf die Lufttemperatur) als bei der unberegneten Kontrolle einsetzte. Auch Friedl (2008) konnte eine Verzögerung der Brutentwicklung von *I. typographus* in den beregneten Varianten beobachten. Die dabei zur Beregnung verwendeten Wassermengen von 140 bzw. 354 mm Niederschlag/Monat sind vergleichbar mit jenen, die in unseren Beregnungsversuchen Sommer 2016 und Frühjahr 2017 angewandt wurden.

In der Zuordnung der Versuchsstämme auf die einzelnen Versuchsvarianten wurde besonders darauf geachtet, dass jeweils gleich viele Stammstücke eines Fangbaumes je Versuchsvariante vorgelegt wurden, um eine homogene Befallsdichte der Versuchsstämme für alle Versuchsvarianten zu gewährleisten. Die nicht signifikant unterschiedliche Zahl der Muttergänge bestätigt dieses Vorgehen.

	Summe aller Käfer	Schlupf 2017 [%]	Tote Käfer in Rinde [%]	Lebende Käfer in Rinde [%]	Anzahl Muttergänge
Berechnung 1	2127	78,8	17,0	4,2	682
Berechnung 2	1168	52,3	37,6	10,1	872
Kontrolle	2919	90,6	9,1	0,3	761

Tabelle 2: Summe aller in Set 1 festgestellten Buchdrucker (Käfer geschlüpft und unter der Rinde verblieben), prozentuelle Anteile des Schlupfes (Sommer 2016 und Frühjahr 2017) und der unter der Rinde verbliebenen Käfer (alle tot) sowie Anzahl der festgestellten Muttergänge.

Table 2: Sum of all *I. typographus* (emerged plus remaining in bark) in Set 1 (= Summe aller Käfer), percentage of beetles emerged in 2016 (= Schlupf 2016), emerged in spring 2017 (= Schlupf 2017), and beetles remaining under the bark (= Käfer in Rinde) – all of which were dead – as well as number of mother galleries (= Anzahl Muttergänge).

Tabelle 3: Summe aller in Set 2 festgestellten Buchdrucker (Käfer geschlüpft und unter der Rinde verblieben), prozentuelle Anteile des Schlupfes und der unter der Rinde verbliebenen toten und lebenden Käfer sowie Anzahl der festgestellten Muttergänge.

Table 3: Sum of all *I. typographus* (emerged plus remaining in bark) in Set 2 (= Summe aller Käfer), percentage of beetles emerged in 2017 (= Schlupf 2017), dead (= Tote Käfer in Rinde) and living beetles remaining under the bark (= Lebende Käfer in Rinde), as well as number of mother galleries (= Anzahl Muttergänge).

Jasmin Putz,
Gernot Hoch,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich,
Tel.: +43-1-87838 1132,
jasmin.putz@bfw.gv.at
gernot.hoch@bfw.gv.at

Kerstin Thür,
Universität für Bodenkultur
Wien, Department für Wald-
und Bodenwissenschaften,
Peter-Jordan-Straße 82,
1190 Wien

Heinz Lick,
Amt der Steiermärkischen
Landesregierung,
Abteilung 10 Land- und
Forstwirtschaft,
Referat Landesforstdirektion
Ragnitzstraße 193, 8047 Graz,
Österreich,
Tel.: +43 (316) 877-4534,
heinz.lick@stmk.gv.at

Bei beiden Sets an Versuchsstämmen wurde nach Versuchsende im Zuge der Entrindung festgestellt, dass lediglich ca. 9 % der Käfer von *I. typographus* unter der Rinde der Kontrollstämmen verblieben waren, während in den beregneten Versuchsstämmen in Summe signifikant mehr Buchdrucker (21-48 %) unter der Rinde vorgefunden wurden (Tabellen 2 und 3). Obwohl im Beregnungsversuch Sommer 2017 kein signifikanter Unterschied zwischen den Schlupfzahlen der Versuchsvarianten B1 und K festgestellt werden konnte, verblieben doch signifikant mehr Käfer unter der Rinde der beregneten Variante B1 als bei der Kontrolle.

Beregnung mit geringen Wassermengen kann eine Methode darstellen, um von Borkenkäfern befallenes Holz über einige Zeit gefahrlos zu lagern. Im vorliegenden Versuch erfolgte der Test der Methode unter möglichst kontrollierten Bedingungen. Eine technische Herausforderung bleibt die praktische Umsetzung einer geringen Beregnung mehrerer Meter hoher Polter auf großen Holzlagerplätzen im Sinne einer gleichmäßigen Befeuchtung der verschiedenen Polterebenen bei laufender Ein- und Auslagerung von Holz. Vor allem bei oben am Polter liegenden, am stärksten sonnenexponierten Stämmen ist daher besonders auf eine möglichst durchgehende und konstante Befeuchtung zu

achten. Wie die Variante mit geringer Beregnung im Sommer 2017 zeigte, boten sich durch das temporäre Abtrocknen der Stämme in den sieben- bzw. achtstündigen Pausen zwischen den Beregnungen immer wieder geeignete Bedingungen für den Ausflug der Käfer. Die Beregnung sollte daher in häufigeren Zyklen erfolgen, um dies zu verhindern. Der vorliegende Versuch lässt keinen Schluss auf die exakt mögliche Pause zwischen den Beregnungen zu. Wenn diese während der Tagesstunden nicht länger als eine Stunde ist, sollte jedoch genügend Befeuchtung gegeben sein.

Danksagung

Die Arbeiten fanden im Rahmen des vom Land Steiermark finanzierten Forschungsprojektes „Beregnung von mit Borkenkäfern befallenen Fichtenstämmen“ (GZ: ABT10-174175/2016-2) statt. Wir danken Univ.-Prof. Axel Schopf (Univ. BOKU Wien) für die Gespräche zu früheren Beregnungsversuchen und die Überlassung eines Beregnungscomputers für die ersten Versuche. Besonderer Dank gilt Franz Schmidt (BFW) für die Anfertigung der Käfige für den Versuch und allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BFW, die bei der Gewinnung des Versuchsmaterials und der Betreuung des Versuches unterstützend mitwirkten.



Literatur

- Abdi, H. 2007: Bonferroni and Sidak corrections for multiple comparisons. In: Salkind, N. J. (ed.): Encyclopedia of Measurement and Statistics. SAGE Publications, Thousand Oaks: 1-9.
- Baier, P., Pennerstorfer, J., Schopf, A. 2007: PHENIPS - A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. Forest Ecology and Management 249: 17-186.
- Böhm-Bezing, A. 1998: Untersuchungen über die Auswirkungen einer Berieselung von Fichtenrundholz (*Picea abies* Karst.) befallen mit Buchdrucker (*Ips typographus* L.): eine kurative Maßnahme? Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien: 1-85.
- Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) 2020: Holzeinschlagsmeldung über das Kalenderjahr 2019. Verfügbar unter: <https://info.bmlrt.gv.at/dam/jcr:057c342e-3444-4541-acac-faa21ddd98d5/Holzeinschlag%202019.pdf> (Zugriff: 10.07.2021).
- Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) 2018: Holzeinschlagsmeldung über das Kalenderjahr 2017. Verfügbar unter: <https://info.bmlrt.gv.at/dam/jcr:76a1a1da-ba38-4ebe-ab9c-4c471dafde8d/Holzeinschlag%202017.pdf> (Zugriff: 10.07.2021).
- Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) 2019: Holzeinschlagsmeldung über das Kalenderjahr 2018. Verfügbar unter: https://info.bmlrt.gv.at/dam/jcr:513674fd-543f-4d64-b877-e73fd14f6631/Holzeinschlag%202018_BF.pdf (Zugriff: 10.07.2021).
- Dobart, N. 2017: Regulation of diapause and reproductive activity of the European Spruce Bark Beetle, *Ips typographus* (Col., Scolytinae), Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien: 1-106.
- Friedl, S. 2008: Zum Einfluss von Niederschlag und Feuchtigkeit auf die Entwicklung von *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytinae). Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien: 1-103.
- Hoch, G., Menschhorn, P., Krehan, H. 2012: Ausbreitung des Buchdruckers, *Ips typographus*, von einem großen Holzlager in umliegende Wälder. Forstschutz Aktuell, Wien, 57/58: 3-8.
- Ministerium für ein lebenswertes Österreich (BMLFUW) 2017: Holzeinschlagsmeldung über das Kalenderjahr 2016. Verfügbar unter: https://info.bmlrt.gv.at/dam/jcr:4be1feae-84ff-432c-8707-b333920f2f40/Holzeinschlag_2016%20CI%20mit%20BF.pdf (Zugriff: 10.07.2021)
- Putz, J. 2014: Dispersion des Buchdruckers, *Ips typographus*, von einem Holzlager in Wälder der Umgebung. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien: 1-59.

Erstnachweis der Eichennetzwanze, *Corythucha arcuata*, in Österreich

Markus Sallmannshofer, Sophie Ette, Werner Hinterstoisser, Thomas L. Cech, Gernot Hoch

Kurzfassung | Die Amerikanische Eichennetzwanze *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera, Tingidae) verursacht in ihrem europäischen Verbreitungsgebiet großflächige Schädigungen von Eichenwäldern. Ihre Verschleppung nach Europa wurde im Jahr 2000 festgestellt, nun wurde sie erstmalig in Österreich gefunden. Stichprobenartig wurde das Auftreten von *C. arcuata* im September 2019 in der südöstlichen Steiermark und im Südburgenland erhoben. *C. arcuata* wurde an 21 Standorten in den Bezirken Hartberg-Fürstenfeld, Leibnitz, Südoststeiermark, Güssing und Jennersdorf nachgewiesen. Die Befallsintensität war sehr unterschiedlich und schwankte zwischen 1 % und 95 % der Blätter pro Baum und war mit der durchschnittlichen Vergilbung der Blätter korreliert. Eine Gegenüberstellung mit vergleichbaren Untersuchungen aus dem Projekt REFOCuS zeigt, dass die Befallsintensität im Untersuchungsgebiet mit menschlichen Aktivitäten assoziiert zu sein scheint. Es wird vermutet, dass die Ausbreitung zunächst entlang der Hauptverkehrsachsen erfolgt, an stark frequentierten Punkten etablierte sich *C. arcuata* primär. Eine rasche Ausbreitung von *C. arcuata* durch passiven Transport mit Fahrzeugen ist wahrscheinlich. Die erste Erhebung zeigt, dass *C. arcuata* in der südöstlichen Steiermark und im Südburgenland bereits weit verbreitet ist. Eine Ausrottung ist nicht möglich. Es ist mit massiven Saugschäden an Eichen in den kommenden Jahren zu rechnen.

Schlüsselworte | Amerikanische Eichennetzwanze, *Corythucha arcuata*, Befallsintensität, Ausbreitung, passiver Transport

Die Amerikanische Eichennetzwanze *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera, Tingidae) wurde im Jahr 2013 erstmals in Ungarn und Kroatien nachgewiesen, seitdem hat sie dort großflächige Schädigungen von Eichenwäldern verursacht. Die in Massen auftretenden Wanzen schädigen die Blätter der Eichen stark, so dass es in den Hauptbefallsgebieten zum vollständigen Verlust der Assimilationsmasse im Sommer kommt. Vermutet werden negative Auswirkungen auf das Wachstum und die Vitalität der Eichen sowie ein Ausbleiben oder eine verringerte Fruktifikation (mit weitreichenden Folgen für die Bewirtschaftung der Eichenwälder). Darüber

hinaus scheinen Konsequenzen für die Wechselwirkungen in den artenreichen Eichenwald-Ökosystemen, z.B. mit spezialisierten Blattfressern und -saugern, wahrscheinlich. Neben den bevorzugten Eichenarten Traubeneiche (*Quercus petraea*), Stieleiche (*Q. robur*), Flaumeiche (*Q. pubescens*), Zerreiche (*Q. cerris*) und Roteiche (*Q. rubra*) sind auch *Rubus*-Arten, Edelkastanie (*Castanea sativa*), Hundsrose (*Rosa canina*) und Feldulme (*Ulmus minor*) als Wirtspflanzen in Europa dokumentiert (Bernardinelli und Zandigiacomo 2000, Hrašovec et al. 2013, Jurc und Jurc 2017).

Corythucha arcuata wurde auf unbekanntem Weg aus dem nordamerika-

Abstract

First report of oak lace bug, *Corythucha arcuata*, in Austria

The American oak lace bug *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera, Tingidae) has severe impact on oak forests in parts of its invasive range in Europe. Here we report the first finding of *C. arcuata* in Austria. A screening in south-eastern Austria in September 2019 confirmed the occurrence of *C. arcuata* on 21 sites. The intensity of infestation varied considerably between 1 % and 95 % of leaves per tree and correlated with average leaf discolouration. Compared to investigations in the project REFOCuS the intensity of infestation seems to be dependent on human activities on the site. We assume that the spread of *C. arcuata* initially took place along main traffic and tourist routes. Thus, the quick spread is likely caused by passive transportation on vehicles. The first assessment gives evidence that *C. arcuata* is already widespread and established in south-eastern Styria and southern Burgenland. Massive feeding damage on oak foliage is expected in the upcoming years.

Keywords | American oak lace bug, *Corythucha arcuata*, intensity of infestation, spreading, passive transportation



Abbildung 1: Typische Symptomatik eines von *C. arcuata* befallenen Blattes mit gesprenkelter Vergilbung an Saugstellen blattoberseits und schwarzen Kottröpfchen und Häutungsresten blattunterseits.

Figure 1: Typical leaf symptoms of an infestation by *C. arcuata* showing a sharply demarcated pattern of discoloured sucking spots on the upper side of the leaf, black excrements and exuviae on the lower side.

Abbildung 2: *C. arcuata*, Adulte (rechts), Nymphen (links), Eilager (oben) sowie Kottröpfchen auf der Unterseite eines Eichenblattes.

Figure 2: Adults (right), nymphs (left), eggs (top) and excrements of *C. arcuata* on the lower side of an oak leaf.

nischen Herkunftsgebiet nach Europa eingeschleppt, wo sie erstmals 2000 in Italien entdeckt wurde (Bernardinelli und Zandigiacomo 2000). Zwei Jahre später trat die Wanze in der Schweiz und 2003 in der Türkei auf. Ab 2012 wurde eine extrem rasche Ausbreitung auf der Balkanhalbinsel bis nach Mitteleuropa beobachtet: 2012 in Bulgarien, 2013 in Serbien, Kroatien und Ungarn (EPPO 2019). 2016 meldete man *C. arcuata* aus Slowenien (Jurc und Jurc 2017) und

2018 aus der Slowakei (Zubrik et al. 2019), so dass ein erstes Auftreten in Österreich erwartet wurde. In den letzten vier Jahren wurde die Art auch aus Russland, Rumänien, Bosnien und Herzegowina, Frankreich und Griechenland gemeldet (EPPO 2019).

Die European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) stellte *C. arcuata* nach dem Erstauftreten in Italien auf die *Alert List* (d.h. listete sie als Kandidat für phytosanitäre Maßnahmen), entfernte sie jedoch 2007 wieder daraus, da eine Eindämmung aussichtslos schien. Die Art hat daher in der EU keinen Quarantänestatus und wurde auch von keinem Mitgliedsland für eine Schutzgebietsregelung vorgeschlagen. Kroatien verhängte 2017 ein temporäres, phytosanitäres Transportverbot von Eichenrundholz und -schnittholz, das mittlerweile ausgelaufen ist. Eine aktuelle Risikoanalyse aus Kroatien listet als Ausbreitungswege Transport von Holz und Holzprodukten (Adulte überwintern unter loser Rinde), passiver Transport mit Fahrzeugen sowie natürliche Ausbreitung (Pernek und Lacković 2017). Eine britische Risikoanalyse hebt besonders forstliches Pflanzgut hervor (Anderson 2007).

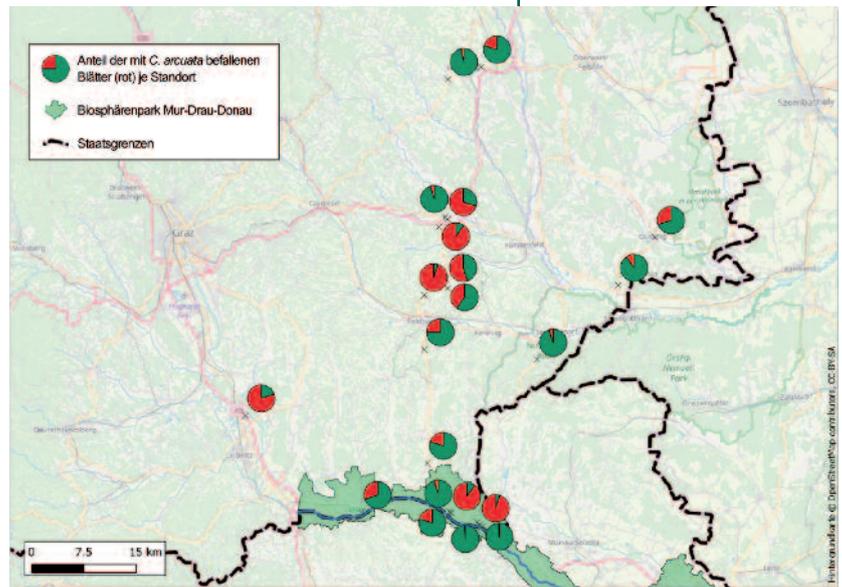


Erstfund in Österreich und erste Erhebungen zum Auftreten

Am 25.8.2019 fanden zwei der Autoren (Sallmannshofer und Ette) eine von *C. arcuata* stark befallene, freistehende Stieleiche im südlichen Burgareal der Riegersburg in der Steiermark. Die Eiche war durch gelbliche Blattverfärbungen im gesamten Kronenbereich aufgefallen und wurde daher auf *C. arcuata* untersucht. Der gesamte Kronenraum dieses Baumes war ohne erkennbare Unterschiede zwischen Sonn- und Schattseite durch Eichennetzwanzen besiedelt. Die Blätter zeigten typische, eher zentrale, fahle Blattvergilbungen und eine durch die Saugtätigkeit typische Symptomatik mit einem diffus gesprenkelten, zusammenhängenden Muster (Abbildung 1). Zudem fanden sich auf der Blattunterseite adulte Wanzen, Nymphen, Gelege und Kottropfchen (Abbildung 2). Die Verfärbungen bildeten einen Gradienten von bräunlich im vergilbten Zentrum über intensiv gelb oder grau bis hin zu fahlgrün. Die vitalen Blattbereiche erschienen dunkelgrün so wie die schmal umrandete Blattnervatur (Abbildung 1). Die gefundene Stieleiche befand sich freistehend, stark sonnenexponiert in südlicher Kuppenlage (Brusthöhendurchmesser ca. 50 cm, Höhe ca. 23 m). Der Standort zeichnete sich neben der Exposition durch seine Flachgründigkeit und Trockenheit aus. Zudem ist die Riegersburg ein bedeutendes, touristisch genutztes Ausflugsziel der Region.

Eine großräumigere Stichprobenerhebung in der südöstlichen Steiermark und im Südburgenland am 4.9., 18.9. und 21.09.2019 sollte den Nachweis bestätigen und eine erste Abgrenzung des Auftretensgebiets von *C. arcuata* ermöglichen. Blattproben und Exemplare von *C. arcuata* wurden zur Diagnose am BFW gewonnen. Untersuchungen zur Befallsintensität und zur lokalen Verbreitung wurden durchgeführt.

Das Gebiet östlich von Graz und südlich von Friedberg wurde bis Bad



Radkersburg an der slowenischen Grenze mit dem Auto befahren und nach symptomatischen Eichen entlang von Hauptverkehrswegen und Parkplätzen abgesehen. Die Vorgehensweise begründet sich in der Annahme, dass die Einschleppung wahrscheinlich durch passiven Transport (Tourismus, Verkehr, Transport, etc.) stattgefunden hat. In Abständen von 10-20 km untersuchte das Erhebungsteam mit Feldstechern vor allem freistehende und sonnenexponierte Eichen, die als besonders befallsexponiert eingeschätzt wurden, und entnahm Zweigproben.

Bei befallenen Eichen wurde die Befallsintensität angesprochen, indem der Anteil der befallenen Blätter an der gesamten Blattmasse und die durchschnittliche Verfärbungsintensität je Blatt geschätzt wurden. Die Methodik entspricht jener aus dem Interreg-Projekt **REFOCuS** (<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=10459>), welches vergleichbare Daten aus dem Jahr 2019 über *Corythucha*-Befall aus dem Biosphärenpark Mur-Drava-Donau (Abbildung 3) auf gleichmäßig verteilten Transekten liefert.

Insgesamt konnte das Auftreten von *C. arcuata* in allen Stadien (Ei, Larve, Imago) an weiteren 21 Standorten in den Bezirken Güssing, Hartberg-Fürstenfeld,

Abbildung 3: Untersuchte Standorte mit Auftreten von *C. arcuata* und Befallsintensität als Anteil der befallenen Blätter an der gesamten Blattmasse (Tortendiagramme). Die grün hervorgehobene Fläche zeigt das Gebiet des Biosphärenparks Mur-Drava-Donau.

Figure 3: Sites of *C. arcuata* occurrence and the intensity of infestation (proportion of infested leaves per tree shown as pie charts). The area highlighted in green shows the Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube.

Abbildung 4: Zunehmender Vergilbungsgrad der mit *C. arcuata* befallenen Blätter von links nach rechts (Vergilbung: rund 5 %, 20 %, 30 % und 50 %).

Figure 4: Increasing discolouration of the leaves infested by *C. arcuata* from left to the right (discolouration: approx. 5 %, 20 %, 30 %, and 50 %).



Jennersdorf, Leibnitz und Südoststeiermark nachgewiesen werden (Abbildung 3). Die Befallsintensität als Anteil befallener Blätter an der gesamten Blattmasse war sehr unterschiedlich und schwankte zwischen 1 % und 95 % der Blätter pro Baum (Tabelle 1). Sie ist bei

einem Korrelationskoeffizient von 0,67 mit der durchschnittlichen Vergilbung der Blätter (Abbildung 4) korreliert.

Ein sehr starker bis vollständiger Befall von Bäumen lässt vermuten, dass die Eichennetzwanze zumindest seit dem Vorjahr in diesem Gebiet auftritt. Ge-

Tabelle 1: Vorkommen von *C. arcuata* in fünf südlichen Bezirken der Steiermark und des Burgenlandes, mit Angabe der Gemeinde, Befallsintensität und mittlerer Vergilbung.

Table 1: Occurrence of *C. arcuata* in five southern districts of Styria and Burgenland, with information on the municipality, infestation intensity and average discolouration.

Bezirk	Gemeinde	Anteil befallener Blätter [%]	durchschnittliche Vergilbung je Blatt [%]
Güssing	Güssing	30	50
Hartberg-Fürstenfeld	Hartberg Umgebung	1	5
Hartberg-Fürstenfeld	Ilz	90	50
Hartberg-Fürstenfeld	Ilz	5	20
Hartberg-Fürstenfeld	Ilz	70	40
Hartberg-Fürstenfeld	St. Johann in der Haide	5	20
Jennersdorf	Heiligenkreuz im Lafnitztal	10	50
Jennersdorf	St. Martin an der Raab	5	40
Leibnitz	Gralla	80	70
Südoststeiermark	Bad Radkersburg	1	50
Südoststeiermark	Bad Radkersburg	1	10
Südoststeiermark	Bad Radkersburg	95	90
Südoststeiermark	Feldbach	25	5
Südoststeiermark	Halbenrain	90	60
Südoststeiermark	Halbenrain	20	30
Südoststeiermark	Halbenrain	5	40
Südoststeiermark	Mureck	30	40
Südoststeiermark	Riegersburg	55	55
Südoststeiermark	Riegersburg	40	70
Südoststeiermark	Riegersburg	95	50
Südoststeiermark	Straden	20	20

ringe Befallsintensität (insbesondere bei der durchschnittlichen Vergilbung je Blatt) könnte auf eine kürzere Besiedlung des Baumes deuten. Durch *C. arcuata* hervorgerufene Symptome können anderen Blattsymptomen, wie beispielsweise durch Eichenmehltau verursacht, bei einer eher gräulichen Blattverfärbung sehr ähneln (Abbildung 5). Die alleinige Ansprache mittels Feldstecher ist daher nur auf kürzeste Distanz möglich und wird für eine Präsenzfeststellung als unzureichend beurteilt.

Interessant ist der Vergleich zu den im Sommer 2019 durchgeführten Erhebungen im österreichischen Teil des Biosphärenparks Mur-Drau-Donau im Rahmen des Projektes REFOCuS (www.interreg-danube.eu/approved-projects/refocus). Diese beinhalteten sieben Probestellen in geschlossenen Waldbeständen, auf denen im Gegensatz zu den Flächen im slowenischen Teil des Biosphärenparks dieselben Erheber des BFW *C. arcuata* nicht oder nur in sehr geringem Maße gefunden hatten. Dagegen wurde bei der nunmehr durchgeführten Begehung die Eichennetzwanze im menschlichen Siedlungsgebiet (Bad Radkersburg und Mureck) im REFOCuS-Studiengebiet hiermit nachgewiesen. Dieser Umstand könnte zwei Ursachen haben: Einerseits ist die passive Verschleppung von *C. arcuata* tiefer in den Wald unwahrscheinlicher, da die Besiedelung vermutlich ausgehend von ersten Populationen im Verkehrs- oder Siedlungsgebiet erfolgen wird. Darüber hinaus konzentriert sich der frühe Befall über natürliche Ausbreitung im geschlossenen Bestand auf die besonnten, oberen Kronenteile, welche bei der Astbeprobung nicht erreicht werden und im Altbestand für eine Observation mittels Feldstecher zu entfernt sind.

In direkter Nachbarschaft zu einer stark befallenen Eiche wurde auch ein leichter Befall einer Flatterulme (*Ulmus laevis*) festgestellt (Abbildung 6).



Vermutete Ausbreitungswege

Nachdem die ersten Erhebungen weder systematisch noch flächig durchgeführt wurden, lässt sich daraus keine konkrete Migrationsroute rekonstruieren. Nahe liegend ist die Vermutung, dass sich *C. arcuata* zunächst entlang der Hauptverkehrsachsen ausbreitete und sich primär an stark frequentierten Verkehrs- und Fremdenverkehrsknotenpunkten etablierte. Basierend auf den vorliegenden Erhebungen vermuten wir, dass eine rasche Ausbreitung von *C. arcuata* aus den etablierten Befallsgebieten im Süden durch passiven Transport mit Fahrzeugen stattgefunden hat. Die geringe Größe, das Vorkommen in hoher Individuenzahl und die hohe Agilität der adulten Wanzen prädestinieren diese Art für diesen Verbreitungsweg. Es wurde bei den Erhebungen festgestellt, dass der Primärbefall exponierter Eichen häufig von der unteren Krone auszugehen scheint, was ebenfalls für eine Verbreitung über Fahrzeuge spricht. Eine sehr schnelle Verbreitung entlang von Verkehrskorridoren (Straße und Eisenbahn) wurde in Kroatien und Slowenien beobachtet (Jurc und Jurc 2017). Solcherart kann sich eine Vielzahl von Satellitenpopulationen im

Abbildung 5: Blattvergilbungen durch *C. arcuata* (links im Bild) im Vergleich zu solchen durch Eichenmehltau *Erysiphe alphitoides* (rechts im Bild). Blattoberseits ist ein Befall durch *C. arcuata* nur durch die scharfe Abgrenzung der Saugstellen im Gegensatz zum kontinuierlicheren Farbverlauf bei Mehltaubefall zu unterscheiden.

Figure 5: Leaf discolouration caused by *C. arcuata* (left side of the picture) in comparison to oak powdery mildew *Erysiphe alphitoides* (right side). The infestation by *C. arcuata* can be distinguished from powdery mildew by the sharply demarcated pattern of sucking spots on the upper side of the leaf in contrast to the continuous colour gradient induced by powdery mildew.



Abbildung 6: Adulte Eichennetzwanze auf Flatterulme (*Ulmus laevis*).

Figure 6: Adult *C. arcuata* on European white elm (*Ulmus laevis*).

Markus Sallmannshofer,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldwachstum
und Waldbau,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich,

Sophie Ette,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldgenetik,
sophie.ette@bfw.gv.at

Werner Hinterstoisser,
Thomas L. Cech,
Gernot Hoch,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldschutz,
werner.hinterstoisser@bfw.gv.at
thomas.cech@bfw.gv.at
gernot.hoch@bfw.gv.at

bislang befallsfreien Gebiet bilden, von denen aus eine weitere Verbreitung auf natürlichem Weg erfolgt.

Ausblick für Österreich

Die erste Erhebung zeigt, dass *C. arcuata* in der südöstlichen Steiermark sowie dem südlichen Burgenland bereits weit verbreitet und etabliert ist - eine Ausrottung ist nicht möglich. Es ist mit massiven Saugschäden an Eichen in den kommenden Jahren zu rechnen. Welche Auswirkungen diese auf die Vitalität der betroffenen Bäume haben, lässt sich derzeit nicht verlässlich prognostizieren. Der

Verlust an Assimilationsmasse führt zu einer Schwächung, zum Absterben von Ästen in geringerem Umfang oder zu erhöhter Anfälligkeit für weitere Schädlinge. Als Vektor von Pflanzenkrankheiten ist *C. arcuata* nicht bekannt (Anderson 2007, Pernek und Lacković 2017). Ein Absterben von Bäumen wurde auch in den stärksten Befallsgebieten in Kroatien bislang nicht beobachtet (Pernek und Lacković 2017, Hrašovec, mündl. Mittel.). Zuwachsverluste sind wahrscheinlich und auch negative Auswirkungen auf die Eichelmast werden vermutet. Nicht zuletzt könnte die Dominanz dieses Schädlings die Biodiversität in Eichen-Ökosystemen herabsetzen. Günstig für den betroffenen Baum ist, dass die starke Beeinträchtigung der Blätter (bis hin zur vollständigen Vertrocknung) erst im Laufe des Sommers auftritt. Insgesamt bestehen jedoch zu Biologie und Schadwirkung von *C. arcuata* noch große Wissenslücken. Auch verschiedene Bekämpfungsmöglichkeiten sind derzeit nur im Versuchsstadium. Ein im Sommer 2019 gestartetes europäisches Projekt (unter Beteiligung des BFW) im Rahmen des EUPHRESKO-Forschungsnetzwerks soll durch intensiven Informations- und Erfahrungsaustausch in den Befallsgebieten einige dieser Wissenslücken schließen (Williams 2019).



Literatur

Bernardinelli, I., Zandigiaco, P. 2000: Prima segnalazione di *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) in Europa. *Informatore Fitopatologico*, 50: 47-49.

Anderson, H. 2007: CSL Pest Risk Analysis for *Corythucha arcuata*. Central Science Laboratory, Sand Hutton, United Kingdom. 8 S.

EPPO, 2019: *Corythucha arcuata* (CRTHAR). <https://gd.eppo.int/taxon/CRTHAR> (Zugriff: 12.9.2019)

Hrašovec, B., Posarić, D., Lukić, I., Pernek, M. 2013: Prvi nalaz hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) u Hrvatskoj. *Šumarski list*, 9–10: 499–503.

Jurc, M., Jurc, D. 2017: The first record and the beginning the spread of oak lace bug, *Corythucha ar-*

cuata (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) in Slovenia. *Šumarski list* 9–10: 485–488.

Pernek, M., Lacković, N. 2017: Express Pest Risk Analysis for *Corythucha arcuata* Say. Croatian Forest Research Institute, Jastrebarsko, Kroatien. 16 S.

Williams, D. 2019: *Corythucha arcuata* (Heteroptera, Tingidae): Evaluation of the pest status in Central Europe and development of strategies to slow the spread (OLBIE). Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3245839>

Zubrik, M., Gubka, A., Rell, S., Kunca, A., Vakula, J., Galko, J., Nikolov, C., Leonotvyč, R. 2019: First record of *Corythucha arcuata* in Slovakia – Short Communication. *Plant Protection Science* 55: 129-133.

Erstnachweis des insektenpathogenen Pilzes *Entomophaga maimaiga* in Populationen des Schwammspinner in Österreich

Gernot Hoch, Daniela Pilarska, Margarita Georgieva, Georgi Georgiev, Plamen Mirchev, Christa Schafellner

Kurzfassung | Im Sommer 2019 wurde der aus Ostasien stammende, insektenpathogene Pilz *Entomophaga maimaiga* erstmals in zwei Populationen des Schwammspinner (*Lymantria dispar*) nachgewiesen. Die lichtmikroskopische Untersuchung von toten *L. dispar*-Raupen, die in einem kahlgefressenen Wald bei Eggenburg (Niederösterreich) gesammelt wurden, zeigten in 64,8 % der Fälle Infektionen mit *E. maimaiga*. Untersuchte tote Raupen aus einem Wald bei Ebergassing (Niederösterreich) waren zu 100 % infiziert. Die auf dieser Fläche gefundenen Kadaver zeigten darüber hinaus die für eine *E. maimaiga*-Infektion typischen, makroskopischen Symptome. Bei Untersuchungen im Jahr 2018 war der Pilz auf keinem der beiden Standorte gefunden worden. Kühl-regnerisches Wetter im Mai 2019 dürfte ideale Bedingungen für die Infektion von Schwammspinnerraupen gebracht haben. Der ab 1999 mehrmals in Bulgarien freigelassene Pilz hat sich rasch über den Balkan nach Mitteleuropa ausgebreitet. *E. maimaiga* dürfte zukünftig als ein weiterer, sehr wirksamer natürlicher Gegenspieler merkbare Auswirkungen auf die Populationsdynamik von *L. dispar* in Österreichs Eichenwäldern haben.

Schlüsselworte | *Lymantria dispar*, natürliche Gegenspieler, entomopathogene Pilze, *Entomophaga maimaiga*, biologische Schädlingskontrolle

Nach dem Zusammenbruch der letzten Massenvermehrungen im Jahr 2005 war der Schwammspinner (*Lymantria dispar*) in Österreich unauffällig, bis es 2018 wieder zu ausgedehntem Blattfraß durch dessen Raupen kam. Wie Untersuchungen aus den 2000er Jahren sowie bei der großen Massenvermehrung in den frühen 1990er Jahren zeigten, begegnet dem Schwammspinner in Ostösterreich ein umfangreicher Komplex natürlicher Gegenspieler (Räuber, Parasitoide und Pathogene), die sowohl einen bedeutenden Anteil an der Beendigung von Gradationen als auch bei der nachfolgenden Unterdrückung der Population in den ersten Jahren der Latenz haben (Hoch et al. 2001, Hoch et al. 2006). Der insektenpathogene Pilz *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae), der zur biologischen

Kontrolle von *L. dispar* in Bulgarien erstmals 1999 freigelassen wurde und sich rasch über die Balkanhalbinsel ausbreitete (Pilarska et al. 2016), war in Österreich bisher nicht Teil des Gegenspielerkomplexes.

Entomophaga maimaiga in der biologischen Schädlingskontrolle

Entomophaga maimaiga demonstrierte in den letzten Jahrzehnten seine Wirksamkeit als Antagonist von *L. dispar* in Nordamerika. Der aus Japan stammende Pilz wurde im Rahmen eines klassischen, biologischen Schädlingskontrollprogrammes im frühen 20. Jahrhundert in den USA freigelassen, jedoch bis in die 1980er Jahre nicht wieder festgestellt. Seit 1989 werden regelmäßig Epidemien dieses insektenpathogenen Pilzes beobachtet, der nun eine zentrale Rolle in der Popu-

Abstract

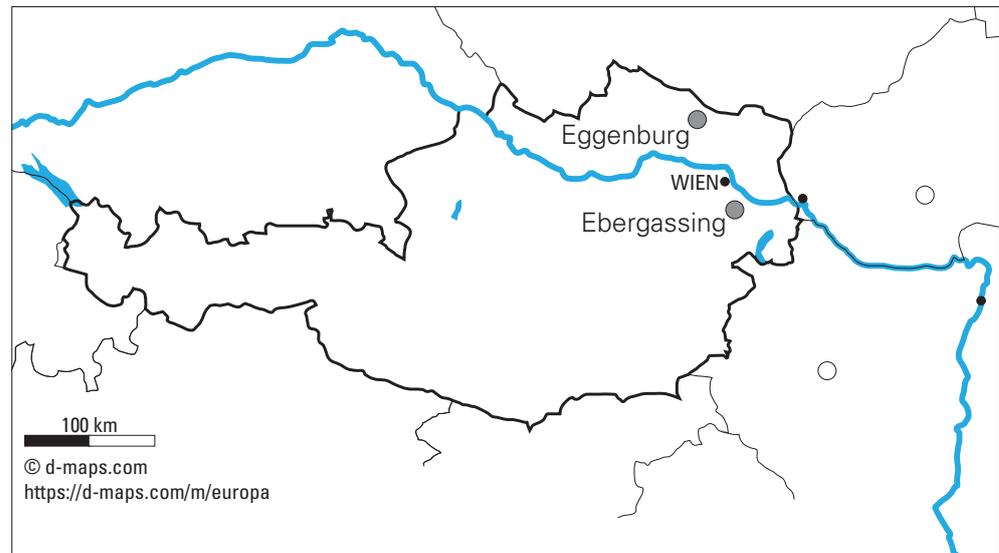
First record of the entomopathogenic fungus *Entomophaga maimaiga* in gypsy moth populations in Austria

The entomopathogenic fungus *Entomophaga maimaiga*, a native of East Asia, was recorded in gypsy moth (*Lymantria dispar*) populations in Austria for the first time in summer 2019. Light microscopic examination of dead *L. dispar* larvae, collected in a forest near Eggenburg (Lower Austria) that suffered complete defoliation, showed a prevalence of *E. maimaiga* of 64.8 %. Prevalence in dead larvae collected in a forest near Ebergassing (Lower Austria) was 100 %. These larvae also showed the typical macroscopic symptoms of *E. maimaiga* infections. Surveys on these two sites in 2018 did not reveal the presence of the fungus. Cool and rainy conditions in May 2019 were probably optimal for infections of gypsy moth larvae. *E. maimaiga* has been spreading quickly from the Balkan Peninsula to Central Europe since its first introduction to Bulgaria in 1999 and consecutive releases. The fungus will likely become a further effective natural enemy of *L. dispar* in the oak forests of Austria that will have marked impact on the population dynamics of this defoliator.

Keywords | *Lymantria dispar*, natural enemies, entomopathogenic fungi, *Entomophaga maimaiga*, biological control

Abbildung 1: Fundorte von *Entomophaga maimaiga* in Österreich, Juni 2019 (graue Punkte) und nächstgelegene publizierte Fundorte in Nachbarländern (weiße Punkte; aus Zubrik et al. 2016).

Figure 1: Sites where *Entomophaga maimaiga* was detected in Austria in June 2019 (grey dots) and nearest published recordings in neighboring countries (white dots; from Zubrik et al. 2016).



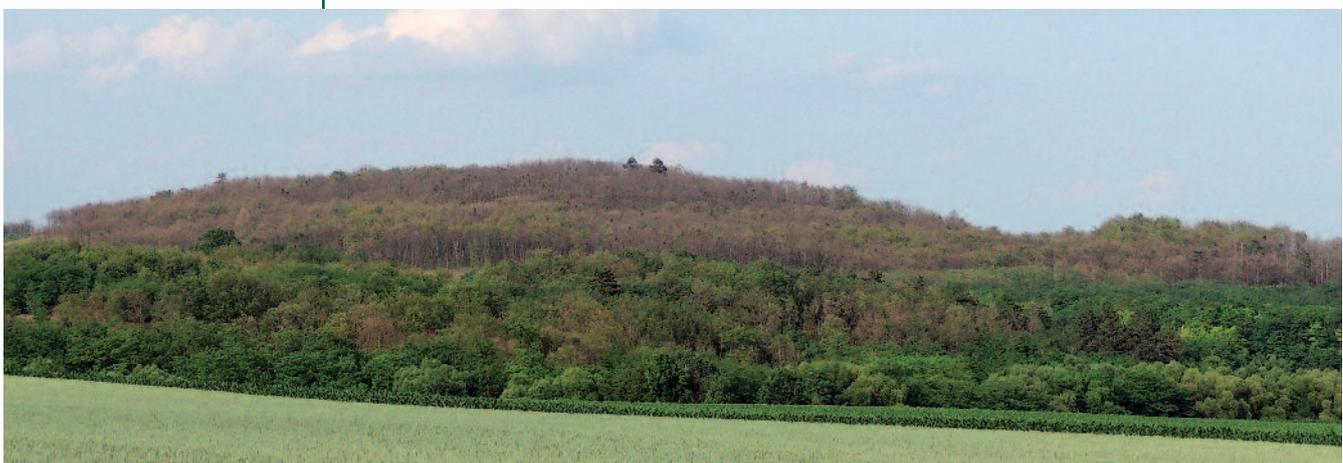
lationsdynamik des in Nordamerika invasiven Schwammspinners spielt (Hajek 1999). Labor- und Feldstudien zeigen eine hohe Wirtsspezifität dieses Pathogens (Hajek 1999, Hajek et al. 2004). In Bulgarien wurde *E. maimaiga* erstmals 1999 freigesetzt, weitere Ausbringungen an verschiedenen Orten im Land folgten. Untersuchungen ergaben, dass sich das Pathogen gut etablierte und an der Unterdrückung einiger Massenvermehrungen von *L. dispar* beteiligt war (Pilarska et al. 2016). Die von Schwammspinnerfraß betroffene Fläche ist seit der Freilassung des Pilzes signifikant kleiner als in den Jahren davor. *E. maimaiga* verbreitete sich rasch auf der Balkanhalbinsel nach Norden und Westen. 2013 wurde das Pathogen in Ungarn und in

der Slowakei nachgewiesen. Die Österreich nächst gelegene, bekannte Fundstelle lag ca. 100 km östlich der Staatsgrenze (Pilarska et al. 2016, Zubrik et al. 2016). Screenings in ostösterreichischen Eichenwäldern 2014 und 2018 erbrachten keinen Hinweis auf *E. maimaiga* (Hoch et al. 2019). Wir vermuten, dass die niedrigen Populationsdichten von *L. dispar* seit Mitte der 2000er Jahre einer Ausbreitung des Pathogens hinderlich waren. Im Sommer 2018 wurde Kahlfraß auf einer Fläche von über 4000 ha beobachtet (Steyrer et al. 2019).

Die Populationsdichten von *L. dispar* waren also nach einigen Jahren wieder auf hohem Niveau, und damit war das Angebot an Wirtstieren für natürliche Gegenspieler günstig.

Abbildung 2: Kahlfraß an Eichen durch *Lymantria dispar* in Eggenburg im Juni 2018.

Figure 2: Defoliation of oaks by *Lymantria dispar* in Eggenburg in June 2018.



Erstnachweis von *E. maimaiga* in Österreich

Im Juni 2019 wurden zwei Eichenmischwälder mit bekannten Schwammspinervorkommen aufgesucht, um Larven für ein Screening nach *E. maimaiga* einzusammeln (Abbildung 1). Am 17.6.2019 wurden in einem Wald bei Eggenburg (Bezirk Horn, Niederösterreich), der sowohl 2018 als auch 2019 Kahlfraß durch den Schwammspinner erlitt (Abbildung 2), 165 tote *L. dispar*-Larven mit makroskopisch unklarer Symptomatik gesammelt. Darüber hinaus wurden 159 lebende Larven aus dem Befallsgebiet im Labor für 10-14 Tage auf Eichenlaub gezüchtet. Von diesen starben 89 Individuen vor der Verpuppung. Diese wurden lichtmikroskopisch untersucht.

Am 19.6.2019 wurde eine Waldfläche bei Ebergassing (Bezirk Bruck/Leitha, Niederösterreich) kontrolliert, die keinen auffälligen Blattfraß aufwies, obwohl zahlreiche Schwammspinnerraupen im vorletzten oder letzten Larvenstadium an den Baumstämmen vorhanden waren. Die Eigelegedichte (Eiablage im Sommer 2018) betrug 0,44 pro Baum, die Gelege waren gut entwickelt (über 500 Eier pro Gelege). Zahlreiche tote Raupen waren am unteren Stammbereich anzutreffen, die für *E. maimaiga*-Infektionen typische Symptome aufwiesen: Sie hingen mit dem Kopf nach unten an der Rinde, die



Bauchbeine zur Seite abgespreizt; manche wirkten ausgezehrt, und mit der Lupe war ein zartes Myzel an der Körperoberfläche zu sehen (Abbildung 3). In Ebergassing wurden 151 tote und 11 lebende Raupen gesammelt.

Abbildung 3: Tote *Lymantria dispar*-Larve, infiziert mit *Entomophaga maimaiga*.

Figure 3: Dead *Lymantria dispar* larva, infected with *Entomophaga maimaiga*.

Abbildung 4: (a) Konidien und (b) Dauersporen (Azygosporen) von *Entomophaga maimaiga* aus einer in Ebergassing gesammelten, toten *Lymantria dispar*-Larve.

Figure 4: (a) Conidia and (b) resting spores (azygospores) of *Entomophaga maimaiga* from a dead *Lymantria dispar* larva collected in Ebergassing.

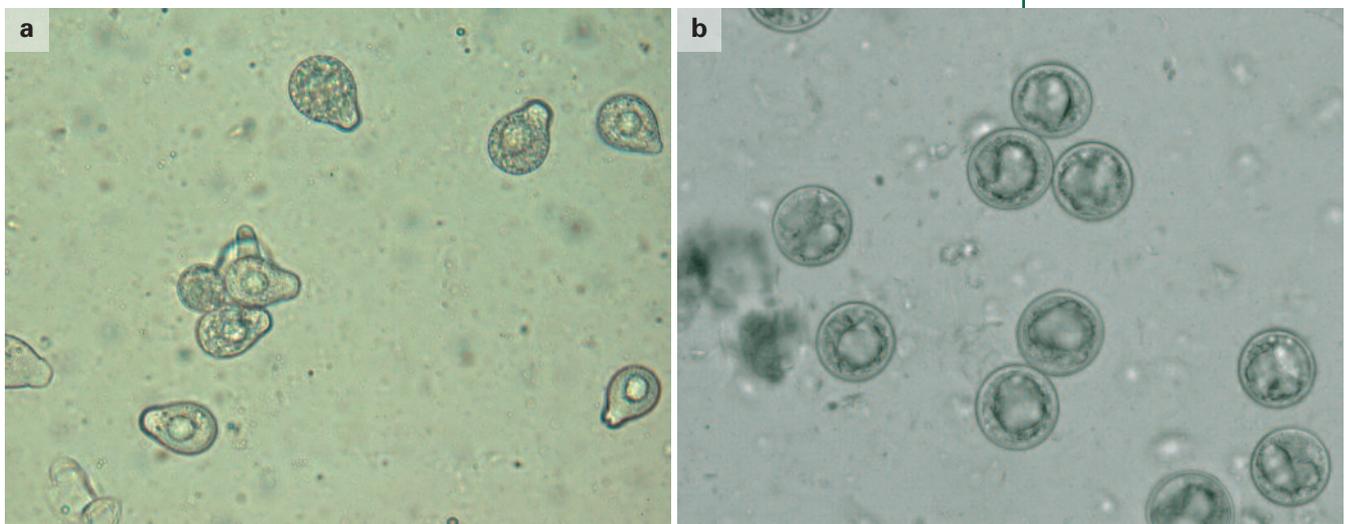


Tabelle 1: Ergebnisse der lichtmikroskopischen Untersuchung von *Lymantria dispar*-Larven aus Eggenburg und Ebergassing. Von beiden Standorten wurden tote und lebende Raupen gesammelt. Die Lebenden wurden im Labor in Gruppen auf Eichenlaub gezüchtet. Bei der Zucht eingegangene Raupen wurden mikroskopisch untersucht. Ergebnisse der Untersuchung: *E. maimaiga* = *E. maimaiga*-Dauersporen und/oder Konidien; NPV = Kernpolyedervirus-Einschlusskörper; o. Bef. = ohne Befund.

		<i>E. maimaiga</i>		NPV		o. Bef.	
		n	%	n	%	n	%
Eggenburg	tot gesammelt	107	64,8	7	4,2	51	30,9
	lebend gesammelt	2	2,2	52	58,4	35	39,3
Ebergassing	tot gesammelt	151	100	0	0	0	0
	lebend gesammelt	10	90,9	0	0	1	9,1

Table 1: Results of light microscopic examination of *Lymantria dispar* larvae collected in Eggenburg and Ebergassing. From each site, larvae were collected dead (= tot gesammelt) or alive (= lebend gesammelt). The latter were reared in the laboratory in groups on oak foliage; larvae that died were inspected. Results of microscopic examination: *E. maimaiga* = resting spores and/or conidia of *E. maimaiga* present; NPV = occlusion bodies of the *L. dispar* nucleopolyhedrosis virus present; o. Bef. = no pathogens detected.

Die toten Raupen wurden im Labor untersucht. Ein Ausstrich des Körperinhalts wurde angefertigt und im Lichtmikroskop auf Konidien und Dauersporen (resting spores) von *E. maimaiga* untersucht (Abbildung 4). Von den in Eggenburg gesammelten toten Larven enthielten 64,8 % *E. maimaiga*-Konidien und/oder Dauersporen. Das *L. dispar*-Kernpolyedervirus (LdNPV), ein bei hohen Populationsdichten oft bedeutender Mortalitätsfaktor, wurde in 4,2 % der Larven gefunden (Tabelle 1). Von den 89 bei der Laborzucht verstorbenen Raupen waren nur 2,2 % von *E. maimaiga* infiziert, 58,4 % dagegen mit LdNPV. Wir vermuten, dass es in diesem Fall zu einer Übertragung der Virusinfektion aufgrund der Haltungsbedingungen im Labor gekommen ist.

In den restlichen Kadavern wurden keine Pathogene nachgewiesen. Von den in Ebergassing gesammelten toten Raupen wiesen 100 % Konidien und/oder Dauersporen von *E. maimaiga* auf. Von den lebend gesammelten Raupen starben acht noch im Larvenstadium – alle wiesen Dauersporen auf; zwei der drei verpuppten Individuen enthielten ebenfalls Dauersporen.

Diskussion

Beide Standorte waren schon früher auf *E. maimaiga* untersucht worden. Im Juni 2018 wurden in Eggenburg 469 Raupen gesammelt, von denen 1,3 % mit LdNPV infiziert waren, *E. maimaiga* wurde damals nicht gefunden. In Ebergassing wurden sowohl 2014 als auch 2018 Bodenproben entnommen und im Labor getestet, ohne dass *E. maimaiga* nachgewiesen wurde. Im Zuge der Untersuchungen in diesen beiden Jahren waren

insgesamt 10 bzw. 5 Eichenwälder in Ostösterreich beprobt worden – alle ohne Nachweis auf den Pilz (Hoch et al. 2019). Zwei Faktoren waren im Frühjahr 2019 günstig für die Entwicklung von *E. maimaiga*: Schon 2018 waren die Schwammspinnerpopulationen erhöht, im Falle von Eggenburg bereits extrem hoch, sodass ein reichliches Wirtsangebot für den Pilz vorhanden war. Darüber hinaus war der Mai 2019 kühl und regnerisch. In Wien (Hohe Warte) etwa fielen im Mai 147 mm Niederschlag, was zirka dem Doppelten des langjährigen Mittels entspricht (ZAMG 2019). Aus Nordamerika ist gut dokumentiert, dass die Höhe der Mortalität durch *E. maimaiga* mit dem Niederschlag im Frühjahr korreliert und nicht mit der Populationsdichte von *L. dispar* (Elkinton et al. 1991, Webb et al. 1999). Im Jahr der Entdeckung des ersten epidemischen Auftretens des Pilzes wurden Rekordniederschläge in den nordöstlichen USA verzeichnet (Andreadis und Weseloh 1990).

Entsprechend der Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren ist zu erwarten, dass *E. maimaiga* nicht – wie die meisten anderen Parasitoide oder Pathogene – dichteabhängig, sondern dichteunabhängig und stochastisch auftritt. Im Falle der beobachteten Epidemie in Ebergassing deuten Häufigkeit und Größe der Schwammspinner-Eigelege auf eine in Progradation befindliche Population hin (vgl. Hoch et al. 2001). Wie die hohe Mortalität auf der Fläche vermuten lässt, könnte dieser Anstieg durch *E. maimaiga* – nicht zuletzt aufgrund der Witterung im Mai – gestoppt worden sein. Die Zahl der im Sommer 2019 abgelegten Eigelege ging auf 0,02 pro Baum zurück.

Umfangreiche Studien in Nordamerika zeigen eine hohe Wirtsspezifität von *E. maimaiga* (Hajek 1999, Hajek et al. 2004). Dies wird auch durch Untersuchungen in Bulgarien unterstützt: Die mikroskopische Untersuchung von fast 1500 Larven (38 Schmetterlings- und zwei Hautflügler-Arten), die in Wäldern mit *E. maimaiga*-Vorkommen gesammelt wurden, gab keinen Hinweis auf Infektionen (Georgieva et al. 2014). Auch eine größere Studie, in der über 4000 Larven (104 Schmetterlings-, Hautflügler- und Käferarten) in Eichenwäldern in Bulgarien, Ungarn und der Slowakei gesammelt wurden, zeigte keine Infektionen

durch *E. maimaiga* (Zubrik et al. 2018). Es ist also zu hoffen, dass die aus Amerika bekannte hohe Wirtsspezifität des Pilzes auch in Europa nicht anders ist, sodass keine direkten negativen Wirkungen von *E. maimaiga* auf die reiche, heimische Schmetterlingsfauna in den Eichenwäldern – mit Ausnahme des Schwammspinners – zu erwarten sind. Es bleibt abzuwarten, welche Effekte das neu eingewanderte Pathogen auf andere Arten des Gegenspielerkomplexes und damit auch auf die Populationsdynamik des Schwammspinners in Ostösterreich hat.



Literatur

Andreadis, T.G., Weseloh, R.M. 1990: Discovery of *Entomophaga maimaiga* in North American gypsy moth, *Lymantria dispar*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 87: 2461-2465.

Elkinton, J.S., Hajek, A.E., Boettner, G.H., Simons, E.E. 1991: Distribution and apparent spread of *Entomophaga maimaiga* (Zygomycetes: Entomophthorales) in gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) populations in North America. Environ. Entomol. 20: 1601-1605.

Georgieva, M., Takov, D., Georgiev, G., Pilarska, D., Pilarski, P., Mirchev, P., Humber, R. 2014: Studies on non-target phyllophagous insects in oak forests as potential hosts of *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) in Bulgaria. Acta Zool. Bulg. 66: 115-120.

Hajek, A.E. 1999: Pathology and epizootiology of *Entomophaga maimaiga* infections in forest Lepidoptera. Microbiol. Molec. Biol. Rev. 63: 814-835.

Hajek, A.E., Strazanac, J.S., Wheeler, M.M., Vermeylen, F.M., Butler, L. 2004: Persistence of the fungal pathogen *Entomophaga maimaiga* and its impact on native Lymantriidae. Biol. Contr. 30: 466-473.

Hoch, G., Kalbacher, G., Schopf, A. 2006: Gypsy moth revisited – studies on the natural enemy complex of *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae) during an outbreak in a well known gypsy moth area. Mitt. dtsh. Ges. Allg. Angew. Ent. 15: 201-204.

Hoch, G., Zubrik, M., Novotny, J., Schopf, A. 2001: The natural enemy complex of the gypsy moth, *Lymantria dispar* (Lep., Lymantriidae) in different phases of its population dynamics in eastern Austria and Slovakia – a comparative study. J. Appl. Ent. 125: 217-227.

Pilarska, D., Georgiev, G., Golemansky, V., Pilarski, P., Mirchev, P., Georgieva, M., Tabakovic-Tošić, M., Todorov, M., Takov, D., Pernek, M., Hrasovec, B., Milotic, M., Dautbasic, M., Mujezinovic, O., Naceski, S., Papazova-Anakieva, I., Matova, M.,

Vafeidis, P. 2016: *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) in Balkan Peninsula – an overview. Silva balcanica 17: 31-40.

Pilarska, D., Schafellner, C., Georgiev, G., Georgieva, M., Mirchev, P., Zelinka, P., Grollnigg, K., Goertz, D., Linde, A., Hoch, G. 2020: *Entomophaga maimaiga*, an introduced pathogen of the gypsy moth, *Lymantria dispar*, in Europe: A joint study in Bulgaria and Austria. Mitt. dtsh. Ges. Allg. Angew. Ent.: in Druck.

Steyrer, G., Cech, T.L., Fürst, A., Perny, B., Hoch, G. 2019: Waldschutzsituation 2018 in Österreich. AFZ-Der Wald 7/2019: 53-56.

Webb, R.E., White, G.B., Thorpe, K.W., Talley, S.E. 1999: Quantitative analysis of a pathogen-induced premature collapse of a „leading edge“ gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) population in Virginia. J. Entomol. Sci. 34: 84-100.

ZAMG 2019: Klimamonitoring: Station Wien-Hohe Warte, Aufsummierte Tagessummen des Niederschlags für Mai 2019. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/klimamonitoring/?station=5904¶m=rr&period=period-ym-2019-05&ref=3> [Zugriff: 13.9.2019].

Zubrik, M., Hajek, A., Pilarska, D., Špilda, I., Georgiev, G., Hrašovec, B., Hirka, A., Goertz, D., Hoch, G., Barta, M., Saniga, M., Kunca, A., Nikolov, C., Vakula, J., Galko, J., Pilarski, P., Csóka, G. 2016: The potential for *Entomophaga maimaiga* to regulate gypsy moth *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Erebidae) in Europe. J. Appl. Entomol. 140: 565-579.

Zubrik, M., Pilarska, D., Kulfan, J., Barta, M., Hajek, A.E., Bittner, T.D., Zach, P., Takov, D., Kunca, A., Rell, S., Hirka, A., Csóka, G. 2018: Phytophagous larvae occurring in Central and Southeastern European oak forests as a potential host of *Entomophaga maimaiga* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) – A field study. J. Invertebr. Pathol. 155: 52-54.

Gernot Hoch,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich,
Tel.: +43-1-87838 1155,
gernot.hoch@bfw.gv.at

Daniela Pilarska,
New Bulgarian University,
Department of Natural Sciences,
21, Montevideo Blvd.,
1618 Sofia,
Bulgaria und Institute of
Biodiversity and Ecosystem
Research, Bulgarian Academy
of Sciences, 1, Tzar Osvoboditel
Blvd., 1000 Sofia, Bulgaria,
dpilarska@yahoo.com

Margarita Georgieva,
Georgi Georgiev,
Plamen Mirchev,
Bulgarian Academy of Science,
Forest Research Institute,
132, St. Kliment Ohridski Blvd.,
1756 Sofia, Bulgaria
margaritageorgiev@gmail.com
ggeorgiev.fri@gmail.com
plmirchev@hotmail.com

Christa Schafellner,
Universität für Bodenkultur
Wien, Department für Wald-
und Bodenwissenschaften,
Peter-Jordan-Straße 82/1,
1190 Wien,
christa.schafellner@boku.ac.at

**Finanzierung dieses
Kooperationsprojektes** durch
OeAD Agentur für Bildung und
Internationalisierung /
Bundesministerium für Bildung,
Wissenschaft und Forschung
(Project BG 08/2017) und
Bulgarian National Science
Fund (Project DNTS/Austria
01/12/2017)

Schadverlauf und Mortalität durch die Rußrindenkrankheit in Bergahornbeständen Bayerns

Nicole Burgdorf, Ludwig Straßer

Abstract

Disease dynamics and mortality of sooty bark disease in bavarian sycamore stands

The sooty bark disease in combination with the dry and hot years of 2018/2019 induced severe damage to sycamore forest stands in Bavaria. In four study sites, the proportion of sycamore maples with spores of *Cryptostroma corticale* increased from 33 % in autumn 2018 to 64 % in autumn 2019. The disease dynamics was accompanied by high mortality rates: In June 2020, more than 60 % of the sycamore maples were dead in the four stands. The symptoms of sooty bark disease were primarily diagnosed in warm, dry areas of Lower Franconia in small-scale forest sites and in urban areas where climate extremes are less mitigated.

Keywords | sooty bark disease, *Cryptostroma corticale*, sycamore, Lower Franconia

Kurzfassung | Die Ahorn-Rußrindenkrankheit führte in Verbindung mit den Trocken- und Hitzejahren 2018/2019 zu starken Schäden in Bergahornbeständen Bayerns. In vier Untersuchungsflächen verdoppelte sich der Anteil der Bergahorne mit Sporenlagern von *Cryptostroma corticale* von 33 % im Herbst 2018 auf 64 % im Herbst 2019. Der Schadverlauf ging mit hohen Mortalitätsraten einher: Im Juni 2020 waren bereits mehr als 60 % der Bergahorne in den vier Beständen abgestorben. Die Rußrindenkrankheit wurde vornehmlich in warm-trockenen Gebieten Frankens in kleinräumigen Waldinseln und in städtischen Gebieten diagnostiziert, in denen Klimaextreme weniger abgemildert werden.

Schlüsselworte | Ahorn-Rußrindenkrankheit, *Cryptostroma corticale*, Bergahorn, Unterfranken

Problemstellung

In Folge der klimatischen Veränderungen mit zunehmenden Dürre- und Hitzeperioden treten verstärkt neuartige Schädlinge an Bäumen auf. Seit den trocken-heißen Jahren 2018/19 führt der Erreger der Rußrindenkrankheit *Cryptostroma corticale* bei Ahorn in Wäldern und urbanen Bereichen Bayerns zu Schäden mit hohen Mortalitätsraten. Das Pathogen profitiert vom Wassermangel und von erhöhten Temperaturen und könnte sich im Zuge der prognostizierten Klimaerwärmung weiter ausbreiten und insbesondere Bergahorn (*Acer pseudo-platanus*) auf zur schnellen Austrocknung neigenden Standorten gefährden.

Der Pilz stammt wahrscheinlich aus Nordamerika; der europäische Erstbefund erfolgte 1945 in London, wo nach trocken-heißen Sommern in den 1970er Jahren große Schäden bei Bergahornen auftraten (Dickenson und Wheeler 1981). In Deutschland wurde das Pathogen erstmals 1964 in Berlin nachgewiesen (Plate und Schneider 1965), aber erst nach dem

Trockenjahr 2003 wurde ein auffälliges Schadaufreten beobachtet (Metzler 2006, Kehr 2007, Robeck et al. 2008). In Folge von Nachweisen in mehreren mitteleuropäischen Ländern sowie deutschen Bundesländern wurde der Erreger der Rußrindenkrankheit im Sommer 2018 in Bayern detektiert (Bork 2018). Auch in Bereichen Niederösterreichs wurde nach dem Trockenjahr 2018 ein bestandesweites Absterben von Bergahorn durch die Erkrankung festgestellt, nachdem das Pathogen 2003 erstmals in Österreich nachgewiesen wurde (Cech 2018).

Biologie und Symptomatik

Als erste wahrnehmbare Symptome treten bei Ausbruch der Krankheit Blattchlorosen und Welke auf. Im weiteren Verlauf können Kronentotholz und häufig eine intensive Ausbildung von Wasserreisern im mittleren und unteren Stammbereich beobachtet werden. Das Pathogen breitet sich im Holzkörper aus, was durch grün-bräunliche Verfärbungen



Abbildung 1: Vom Mark ausgehende grünbräunliche Verfärbungen durch Besiedelung mit dem Erreger der Rußrindenkrankheit und Abschottungsreaktionen des Baumes bei gefälltten Bergahornen der Vitalitätsklasse 1.

Figure 1: Green-brownish discoloration originating from the pith due to colonization with the pathogen causing the sooty bark disease and compartmentalization reactions in precipitated sycamore maples of vitality class 1.



platzende Rindenbereiche mit freiliegenden rußartigen Sporenlagern im unteren Stammbereich, manchmal auch direkt am Stammfuß (Abbildung 4), bis hinauf in höhere Bereiche beobachtet werden. Die flächigen Sporenlager werden mit mehr als 100 Millionen Sporen pro Quadratzentimeter in einer mehrere Millimeter dicken, puderartigen Schicht ausgebildet (Gregory und Waller 1951). Insbesondere nach Niederschlägen erscheinen die mit dem Stammabfluss abgetragenen Sporen als Flecken auf der Rinde und auf der Bodenvegetation um den Stammfuß herum.

Die Infektion der Bäume erfolgt über Konidiosporen an Wunden und Astabbrüchen, doch ist der Infektionszyklus des Pathogens bislang nicht hinreichend geklärt. Nachdem die Sporen durch Wind und Regen abgetragen wurden, bilden sich keine neuen Sporenlager auf dem Holzkörper.

sichtbar wird (Kehr 2007, Butin 2011; Abbildung 1). Sobald diese bis in Kambialbereiche vordringen und diese zum Absterben bringen, werden bei Bergahorn schwarzbraune Sporenlager unter der anschwellenden Rindenoberfläche gebildet (Abbildung 2). Dies führt zu schuppigen oder streifenförmigen Rindenabplatzungen am Stamm des absterbenden Baumes (Abbildung 3). Häufig können auf-

Neben dem stark betroffenen Bergahorn können auch Spitzahorn (*A. platanoides*), Feldahorn (*A. campestre*), Silberahorn (*A. saccharinum*) und Eschenahorn (*A. negundo*) an der Rußrindenkrankheit erkranken (Enderle et al. 2020). In Bayern wurde die Rußrindenkrankheit zum Großteil bei Bergahorn nachgewiesen; an Spitz- und Feldahorn wurden erst einzelne Funde bestätigt, was wahrschein-

Abbildung 2:

Anschwellende Rinde mit darunter liegenden, polsterartigen Sporenlagern von *Cryptostroma corticale*.

Figure 2: Swelling bark with underlying cushion-like spore bearings of *Cryptostroma corticale*.

Abbildung 3: Sporenlager bei Auftreten der Rußrindenkrankheit an älterem Bergahorn mit ausgebildeter Schuppenborke.

Figure 3: Spore storage at occurrence of the sooty bark disease on older sycamore maple with developed shed bark.



Abbildung 4: Ausbildung der Sporenlager von *Cryptostroma corticale* am Stammfuß.

Figure 4: Formation of the spore camps of *Cryptostroma corticale* at the stem base.

lich in der im Vergleich zum Bergahorn höheren Trockenheitstoleranz begründet ist. An jungem Bergahorn mit einem Brusthöhendurchmesser von wenigen Zentimetern wurde in bayerischen Beständen bislang keine Ausbildung der Rußrindenkrankheit beobachtet, was möglicherweise mit dem Prozess der Verholzung zusammenhängt.

Studien aus Tschechien lieferten Erkenntnisse, dass der Erreger der Rußrindenkrankheit als Endophyt bei der Gattung Ahorn weit verbreitet sein könnte (Kelnarová et al. 2017). Auch beim Erstbefund von Plate und Schneider (1965) und bei aktuellen Befunden in Bayern wurde bei gelagerten, vorab symptomfreien Bergahornstämmen eine Ausbildung der Sporenlager im Nachgang der Fällung beobachtet. Bei Befunden an einem Spitzahorn bei München und einem Brennholzpolter nahe Landsberg am Lech wurde das Pathogen in großer Distanz zu den bekannten Verbreitungsschwerpunkten diagnostiziert, was Erkenntnisse zur endophytischen Verbreitung des Pathogens unterstützen könnte.

Freilanduntersuchungen

In stark von der Rußrindenkrankheit geschädigten Ahornbeständen in warm-trockenen Gebieten Unterfrankens wur-



den im Jahr 2018 vier Flächen für die Untersuchung der Schadsymptomatik und Krankheitsdynamik eingemessen. Es wurden zwei Mischbestände mit einem Anteil von etwa 50 % Bergahorn und zwei Reinbestände untersucht. Auf Flächen mit der Größe von 0,25 ha wurde von allen Bäumen der Brusthöhendurchmesser aufgenommen und das Schadbild der Rußrindenkrankheit

Boniturschlüssel für die Beurteilung von Bergahornen

				
Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
<ul style="list-style-type: none"> • Ahorn gesund • keine Symptome 	<ul style="list-style-type: none"> • Baum geschwächt • Bildung von Wasserreisern und Kronentotholz 	<ul style="list-style-type: none"> • deutlicher Vitalitätsverlust • erste punktuelle Rindenabplatzungen mit Sporenlagern 	<ul style="list-style-type: none"> • Starker Vitalitätsverlust, Baum noch vital • große Anteile der Rinde abgeplatzt • viel Kronentotholz 	<ul style="list-style-type: none"> • Baum abgestorben • Rinde in großen Bereichen abgeplatzt mit schwarzen Sporenlagern

Abbildung 5: Boniturschlüssel für die Beurteilung von Bergahorn entsprechend der Symptomatik am Stamm mit Einbeziehung des Gesamtvitalitätszustandes bei Auftreten der durch *Cryptostroma corticale* verursachten Rußrindenkrankheit.

Figure 5: Rating key for the evaluation of sycamore maple according to the symptoms on the trunk with inclusion of the overall vitality status at the occurrence of the sooty bark disease caused by *Cryptostroma corticale*.

Class 0 - Maple healthy, no symptoms; **class 1** - tree weakened, formation of water tears and crown dead wood; **class 2** - clear loss of vitality, first punctual bark chipping with spore storage; **class 3** - strong loss of vitality, tree still vital, large parts of the bark chipped off, much crown dead wood; **class 4** - tree dead, bark chipped off in large areas with black spore deposits.

bei allen Ahornen im unteren Stammbereich mit Einbeziehung des Gesamtvitalitätszustands beurteilt, indem eine Einteilung in fünf Vitalitätsklassen vorgenommen wurde (Abbildung 5). Die Bonituren erfolgten in einem etwa halbjährigen Zeitabstand seit Beginn der Flächeneinrichtung im Herbst 2018. Der Nachweis von *C. corticale* wurde durch die mikroskopische Bestimmung der braunen, elliptischen Konidiosporen mit einer Größe von $4-6 \times 3,5-4 \mu\text{m}$ (Ellis und Ellis 1985) durchgeführt. Im Holzkörper wurde der Nachweis des Patho-

gens über eine DNA-Extraktion und anschließende PCR mit artspezifischen Primern nach Kelnarová et al. (2017) erbracht.

Schadverlauf auf den Untersuchungsflächen

Im Herbst 2018 wurden bei einem Drittel der Bergahorne auf den vier Untersuchungsflächen Rindenschäden mit pulverartigen, schwarzbraunen Sporenlagern von *C. corticale* festgestellt. Im Laufe des Folgejahres 2019 wurde eine Intensivierung des Schadauftritts be-

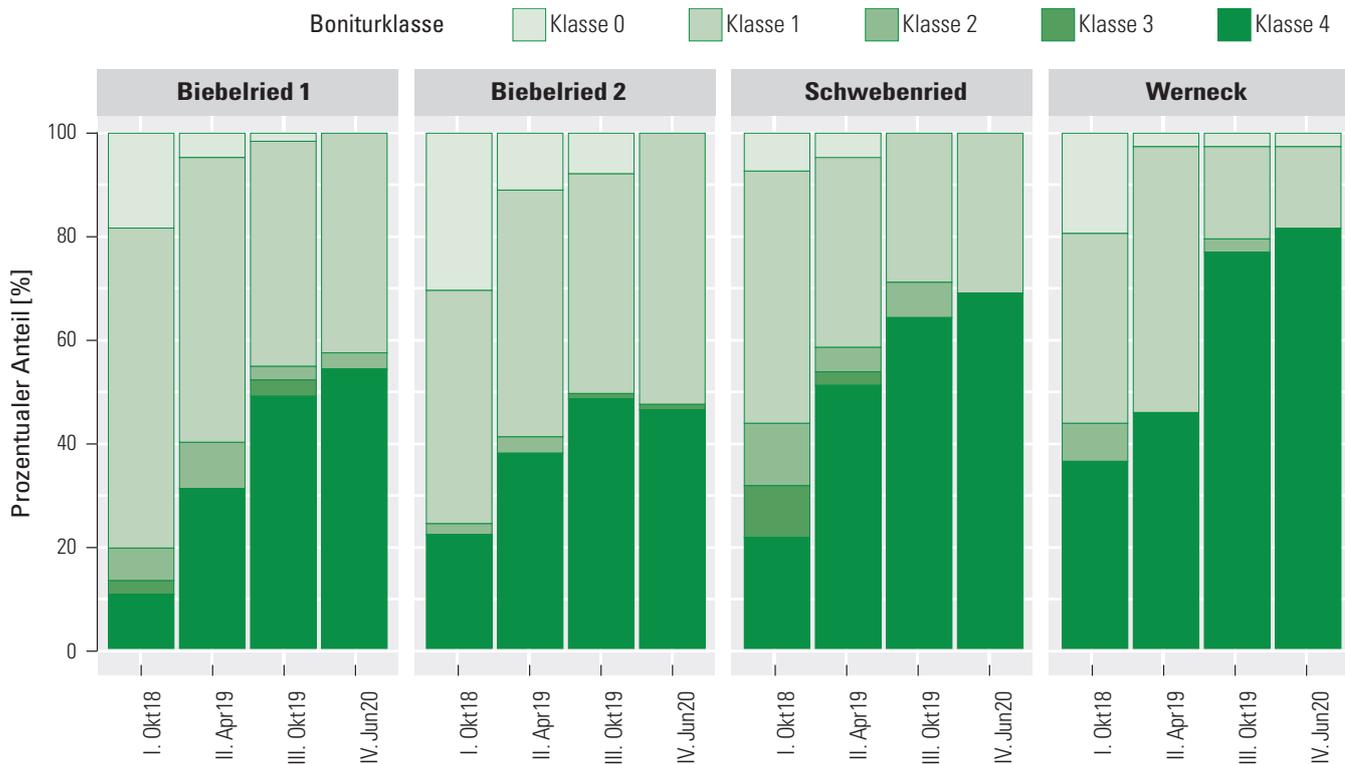


Abbildung 6: Entwicklung des prozentualen Anteils der Vitalitätsklassen von Bergahornen auf vier Untersuchungsflächen in Unterfranken von Herbst 2018 bis zum Sommer 2020, n=250 Bergahorne auf vier Flächen mit je 0,25 ha.

Figure 6: Development of the percentage of vitality classes of sycamore maps on four study plots in Lower Franconia from autumn 2018 to summer 2020, n=250 sycamore maps on four plots with 0.25 ha each.

obachtet (Abbildung 6). Im Herbst 2019 wiesen bereits 64 % der Bäume Sporenlager von *C. corticale* auf. Bei den Bonituren im Frühjahr und Herbst 2019 war eine Zunahme des Anteils abgestorbener Bäume um jeweils knapp 20 % zu beobachten. Die Mortalitätsrate der befallenen Bergahorne stieg von 22 % bei Untersuchungsbeginn auf 63 % im Juni 2020 an. Der Anteil gesunder Ahorne nahm einhergehend mit der steigenden Mortalitätsrate seit Untersuchungsbeginn kontinuierlich ab; vormals asymptomatische Bäume wiesen zunehmend Vitalitätsverluste auf, was durch Kronentotholz oder Rücksterben des Kronenbereichs, eine intensive Bildung von Wasserreisern oder die Ausbildung erster Sporenlager am Stamm sichtbar wurde.

Eine vergleichsweise stärker ausgeprägte Schadintensität und -dynamik wurde über den Versuchszeitraum bei jüngeren, bereits verholzten Bergahornen festgestellt, die Erkrankung und der Absterbeprozess schritten schneller voran als bei älteren Bäumen, die aber

ebenfalls erkranken und langsamer absterben.

Im Jahr 2020 verlangsamte sich der Schadverlauf auf den Untersuchungsflächen, der Anteil abgestorbener Bergahorne war nur um fünf Prozent gegenüber dem Herbst des Vorjahres erhöht. Der geringere Anstieg der Mortalitätsrate als auch der verminderte Anteil von Bergahornen mit frisch gebildeten *C. corticale*-Sporenlagern im Jahr 2020 zeigten einen abgeschwächten Schadverlauf auf, was im klimatischen Einfluss mit höheren Niederschlagsmengen und gemäßigten Temperaturen begründet sein kann.

Ausblick

Das Auftreten der Rußrindenkrankheit wurde seit den Erstbefunden in Bayern 2018 hauptsächlich in warm-trockenen Gebieten Frankens beobachtet. Dabei wurde ein Befall häufig in eher kleinräumigen Waldinseln und urbanen Bereichen festgestellt, wo die Dürre und Hitze der Extremjahre 2018/19 weniger abgemildert wurden als in großen, ge-

schlossenen Wäldern. *C. corticale* ist als wärmeliebend beschrieben (Alcock und Wheeler 1983) und kann wahrscheinlich unter eher niedrigen Wassergehalten im Holzgewebe den Stamm besiedeln (Dickenson und Wheeler 1981). Dementsprechend wäre zukünftig im Zuge des Klimawandels mit einem verstärkten Auftreten der Ahorn-Rußrindenkrankheit zu rechnen. Durch die im Vergleich zu Spitz- und Feldahorn erhöhten Ansprüche an die Wasserversorgung (Roloff et al. 2010) ist der Bergahorn insbesondere auf weniger geeigneten Standorten stärker gefährdet.

C. corticale könnte zudem bereits großflächig als Endophyt bei der Gattung Ahorn verbreitet sein, wie Hinweise aus einer tschechischen Studie (Kelnarová et al. 2017) andeuten. Eine weite latente symptomlose Verbreitung kann Auswirkungen auf den Bergahorn als Wirtschafts- und Wertholzbaumart in warm-

trockenen Gebieten haben, da der aktuelle Ausbruch der Rußrindenkrankheit eine Folge der endophytischen Verbreitung in Kombination mit den disponierenden klimatischen Bedingungen darstellen könnte. Insofern sollte die standörtliche Eignung von Bergahorn bei Anpflanzungen und Wiederbegründungen stärker Beachtung finden.

Bei der Entnahme erkrankter Bäume gilt zu beachten, dass die Sporen des Erregers der Rußrindenkrankheit bei intensivem Einatmen eine Gesundheitsgefahr für den Menschen darstellen können (Towey et al. 1932). Da das Holz im fortgeschrittenen Krankheitsstadium stark bruchgefährdet ist, wird die Aufarbeitung der geschädigten Bäume erschwert und das Verletzungsrisiko für Waldarbeiter bei motormanueller Fällung erheblich verschärft, weshalb dringend eine maschinelle Aufarbeitung empfohlen wird.



Nicole Burgdorf,
Ludwig Straßer
Abteilung Waldschutz,
Bayerische Landesanstalt für
Wald und Forstwirtschaft,
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1,
85354 Freising, Deutschland,
Tel.: +49-8161-4591 505,
nicole.burgdorf@lwf.bayern.de,
ludwig.strasser@lwf.bayern.de

Literatur

- Alcock, S., Wheeler, B.E.J. 1983: Variability of *Cryptostroma corticale*, the causal fungus of sooty bark disease of sycamore. *Plant Pathology* 32: 173-176.
- Bork, K. 2018: Rußrindenkrankheit an Ahorn – Erstfund in Bayern. *AFZ-Der Wald* 20: 34-35.
- Butin, H. 2011: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 318 S.
- Cech, T.L. 2018: Rußrindenkrankheit bedroht Ahornbestände in Laubwäldern im Osten Niederösterreichs. *Forstschutz Aktuell*, Wien, 65: 23-28.
- Dickenson, S., Wheeler B.E.J. 1981: Effects of temperature, and water stress in sycamore, on growth of *Cryptostroma corticale*. *Transactions of the British Mycological Society* 76: 181-185.
- Ellis, M.B., Ellis, J.P. 1985: Microfungi on land plants. *An Identification Handbook*. Croom Helm, London: 818 S.
- Enderle, R., Riebesehl, J., Kehr, R., Becker, P. 2020: Rußrindenkrankheit an Ahorn-Biologie, Pathologie und Entsorgung von Schadholz. *Jahrbuch der Baumpflege* 2020: S. 85-100.
- Gregory, P.H., Waller, S. 1951: *Cryptostroma corticale* and sooty bark disease of sycamore (*Acer pseudoplatanus*). *Mycological Research* 34: 579-597.
- Kehr, R. 2007: Neue Krankheiten an Platane, Linde und Ahorn. *Jahrbuch der Baumpflege* 2007: 144-156.
- Kelnarová, I., Černý, K., Zahradník, D., Koukol, O. 2017: Widespread latent infection of *Cryptostroma corticale* in asymptomatic *Acer pseudoplatanus* as a risk for urban plantations. *Forest Pathology* 47: e12344.
- Metzler, B. 2006: *Cryptostroma corticale* an Berg-Ahorn nach dem Trockenjahr 2003. *Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* 400: 161-162.
- Plate, H.-P., Schneider, R. 1965: Ein Fall von asthmaartiger Allergie, verursacht von *Cryptostroma corticale*. *Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes* 17: 100-101.
- Robeck, P., Heinrich, R., Schumacher, J., Feindt, R., Kehr, R. 2008: Status der Rußrindenkrankheit des Ahorns in Deutschland. *Jahrbuch der Baumpflege* 2008: 238-245.
- Roloff, A., Weisberger, H., Lang, U.M., Stimm, B. 2010: Bäume Mitteleuropas – Von Aspe bis Zirbelkiefer. Verlag Wiley-VCH, Weinheim: 490 S.
- Towey, J.W., Sweany, H.C., Huron, W.H. 1932: Severe bronchial asthma apparently due to fungus spores found in maple bark. *Journal of the American Medical Association* 99: 453-459.

Bodenbürtige Krankheitserreger der Gattung *Phytophthora* als Gefährdungsfaktor für die Rotbuche in niederösterreichischen Laubwaldbeständen

Thomas L. Cech, Tamara Corcobado, Martin Brandstetter, Andreas Daxer, Christine Hüttler, Tomáš Kudláček, Marília Horta Jung, Thomas Jung

Abstract

Soil-borne pathogens of the genus *Phytophthora* as damaging factor for European Beech in broadleaved forest stands of Lower Austria

The occurrence of root pathogens of European beech (*Fagus sylvatica*) with the focus on *Phytophthora* in relation to crown- and stem-damage was studied in 34 forest stands in Lower Austria. Of these, 25 stands were infested by *Phytophthora*. Of in total seven recorded species, the thermophilic species *Phytophthora* *xcambivora*, *P. plurivora* and *P. cactorum* were most frequent. While *P. xcambivora* was mostly recorded on waterlogged sites with slightly acidic soil and never on carbonate sites, *P. plurivora* was isolated from rather alkaline soils. *Phytophthora cactorum* occurred independently from the substrate. *Phytophthora gonapodyides*, *P. syringae*, *P. psychrophila* and a new described species *P. tubulina* were recorded more rarely.

Crown thinning and stem lesions indicating damage to the root system and a substantial weakening of the tree

Kurzfassung | Auf 34 Waldstandorten in Niederösterreich wurde das Auftreten von *Phytophthora* im Zusammenhang mit Kronen- und Stammschäden an der Europäischen Buche (*Fagus sylvatica*) untersucht. *Phytophthora* wurde auf 25 Standorten nachgewiesen. Von insgesamt sieben Arten waren die wärmeliebenden Arten *Phytophthora* *xcambivora*, *P. plurivora* und *P. cactorum* am häufigsten. *Phytophthora* *xcambivora* trat vor allem auf vernässten und mäßig sauren Standorten und nie über Karbonatgestein auf, während *P. plurivora* eher aus basischen Böden isoliert wurde. *Phytophthora cactorum* erwies sich als nicht substratabhängig. Deutlich seltener wurden *P. gonapodyides*, *P. syringae*, *P. psychrophila* und eine neu beschriebene Art, *P. tubulina*, nachgewiesen.

In allen untersuchten Bestandestypen und Regionen Niederösterreichs mit Buchen wurden Kronenverlichtungen und Läsionen am Wurzelanlauf und am Stamm festgestellt. Vergleichende Untersuchungen des Kronenzustands, des Zustandes der Feinwurzeln und der Mykorrhizierung ergaben, dass die Feinwurzelschäden sowie das Ausmaß der Mykorrhizierung mit den Kronenverlichtungen assoziiert sind. Schwerpunkte der Verbreitung von *Phytophthora* fanden sich auf vernässten Standorten sowie im Nahbereich von Forststraßen und Forstwegen. Wenn sich die Klimaänderung neben einem kontinuierlichen Temperaturanstieg auch in einer Zunahme der Frequenz und der Dauer intensiver Niederschläge in der Vegetationsperiode manifestiert, sind ein Anstieg des Infektionsrisikos durch *Phytophthora* im Boden und somit eine Zunahme von Feinwurzelschäden zu erwarten. Im Falle von nachfolgenden, ausgedehnten Trockenperioden ist ein Zusammenbrechen von Buchenbeständen wahrscheinlich. Möglichkeiten phytosanitärer und waldbaulicher Maßnahmen werden diskutiert.

Schlüsselworte | Europäische Buche, *Fagus sylvatica*, *Phytophthora*, Niederösterreich

Einleitung

Die Europäische Buche (*Fagus sylvatica*) ist in Österreichs Wäldern nach der Fichte die zweithäufigste Baumart. In Niederösterreich stellt sie rund 14,5 % der Baumarten und immerhin 39 % der Laubgehölze (Schadauer et al. 2019). Buchendominierte Waldbestände finden sich in Niederösterreich bis in etwa 1500 m Seehöhe, vom Alpenvorland bis zu den nördlichen Randalpen. Die

Gesamtverbreitung zeigt ein weites Spektrum von Standortstypen, welche die breit gefächerten Temperatur- sowie Niederschlagsansprüche dieser Baumart widerspiegeln (Englisch 2006). Primär kommt die Buche in den natürlichen Waldgesellschaften Buchenwald, Fichten-Tannen-Buchenwald und Bergahorn-Eschenwald vor. Beigemischt ist sie im Eichen-Hainbuchenwald und Fichten-Tannenwald (Schadauer et al. 2006).

Allerdings wurde sie an vielen, für sie besonders geeigneten Standorten (mäßig trockene bis feuchte Standorte mit intermediärem bis sehr reichem Bodennährstoffhaushalt) durch die Fichte verdrängt (Englisch 2006). Dies führt aktuell angesichts des Rückganges der Fichte infolge der Klimaänderung und damit verbundenen Schädlingsauftreten europaweit zum Wechsel waldbaulicher Paradigmen (Überlegungen zum großflächigen Ersatz der Fichten durch Buchen). Abgesehen von dem hohen Potential dieser Baumart vor allem in montanen Mischwäldern (Fichten-Tannen-Buchen-Wald) und der gerade dort erwarteten Begünstigung der Buche durch den Temperaturanstieg (Englisch 2006) nehmen in tieferen Lagen infolge steigender abiotischer Stresseinwirkungen (einerseits Rückgang der Niederschläge, andererseits aber auch extreme sommerliche Regenperioden, hohe Sommertemperaturen) auch biotische Schädigungsfaktoren zu, von denen eine Begrenzung der Chancen für die Buche zu erwarten ist. So können trockene und heiße Sommer (wie z.B. 2003 oder 2018) die Buchen so schwächen, dass diese am Stamm von verschiedenen Borkenkäfern (*Taphrorychus bicolor*, *Ernoporus fagi*, *Trypodendron domesticum*, *Xyleborus dispar*) oder auch Prachtkäfern (*Agrilus viridis*) befallen werden und innerhalb weniger Monate absterben (Tomiczek et al. 2006, Muck 2008, Steyrer 2008, Tomiczek et al. 2008). Buchenbestände, die vermehrt starken Stürmen, Spätfrost, Eisbehang oder Hagelereignissen ausgesetzt sind, werden oft vom Pilz *Neonectria ditissima* (Obstbaumkrebs, Buchenzweigkrebs) befallen. Dieser wundparasitische Krankheitserreger löst Wucherungen an Zweigen und Ästen aus und kann bei Altbäumen zu erheblichen Kronenverlichtungen und bei Jungbuchen zum Absterben führen (Cech 2010).

Ein weiteres Syndrom wird allgemein unter dem Begriff Buchenkomplexkrankheit beschrieben. Dabei handelt es sich

um eine Kombination von Symptomen der Krone, verschiedenen stammschädigenden Insekten, Pilzen bzw. pilzartigen Organismen (*Phytophthora*) und dem Auftreten von Saftfluss am Stamm und an Wurzelanläufen (Cech und Jung 2005). Die kausalen Zusammenhänge der verschiedenen Faktoren sind aufgrund regionaler Unterschiede in der Zusammensetzung und Gewichtung der Faktoren allerdings oft schwer zu beurteilen (Tomiczek et al. 2006). Die Bedeutung von Krankheitserregern im Wurzelbereich ist dabei nicht erschöpfend geklärt.

Studie in Niederösterreich

Beobachtete Kronenschäden der Buche wie Verlichtung, reduzierte Blattgröße, Rückgang der Verzweigung (Abbildung 1) in weiten Teilen des Wienerwaldes und anderen Regionen in Niederösterreich waren Anlass zu einem Forschungsprojekt in Buchenbeständen Niederösterreichs mit dem Fokus auf der Erfassung des Gesundheitszustandes der Buchen. Die Projektarbeiten wurden von 2008 bis 2010 durchgeführt. Im vorliegenden Artikel werden die wichtigsten Ergebnisse der Studie und die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen präsentiert. Die Ergebnisse sowie die Methoden sind im Detail bei Corcobado et al. (2020) beschrieben.

Ziele des Projektes waren die Analyse der in Wurzeln und im Stamm auftretenden Pathogene mit dem Schwerpunkt auf *Phytophthora*-Arten (Oomyzeten - Eipilze) sowie die Klärung vermuteter Zusammenhänge zwischen Krankheitserregern und den weit verbreiteten Kronenschäden. Letztere ließen einerseits latente Feinwurzelschäden durch bodenbürtige *Phytophthora*-Arten, andererseits auch primäre Trockenstress-Schäden mit sekundär auftretenden Wurzelpathogenen (Hallimasch und andere) sowie Käferbefall am Stamm und an Ästen als Ursache vermuten. Wurzelsysteme von Bäumen mit starker Kronenverlichtung

were recorded in all investigated stand types and regions of Lower Austria. Damage to fine roots and the quantity of mycorrhization are associated to crown thinning. *Phytophthora* occurred predominantly on water logged sites and in the vicinity of forest roads. In case climate change will result in a continuous temperature increase and in an increased frequency and duration of intense rainfall events during the vegetation period, an increased infection risk by *Phytophthora* in the soil and consequently an increase in fine root damage is expected. If these events are followed by extended drought periods a breakdown of beech-stands is likely to happen. Options of phytosanitary and silvicultural measures are discussed.

Keywords | European Beech, *Fagus sylvatica*, *Phytophthora*, Lower Austria



Abbildung 1: Buchen mit Kronensymptomen (a), Blattvergilbung (b, c), reduzierte Blattgröße, spärliche Beblätterung und Verlust von Fein-
zweigen (d).

Figure 1: Beech trees with crown-symptoms (a), leaf yellowing (b, c), reduced leaf size, sparse leaves and loss of fine-twigs (d).

und hohem Totastanteil wurden mit solchen von in der Krone weitgehend symptomlosen Bäumen biometrisch verglichen, wobei auch die Mykorrhizierung „erkrankter“ im Vergleich mit „gesunden“ Buchen untersucht wurde. Darüber hinaus wurde der Faktorenkomplex im Zusammenhang mit standorts- und bodenspezifischen Parametern sowie klimatischen Gegebenheiten analysiert. Ein weiteres Ziel der Arbeit war die Klärung des Einflusses der Bodentypen auf das Vorkommen der verschiedenen *Phytophthora*-Arten.

Methoden

Gesamt wurden 34 Untersuchungsflächen in Laubholz-Altbeständen im Wienerwald, im Alpenvorland, in den Voralpen, den niederösterreichischen Kalkalpen, der Buckligen Welt, im Waldviertel, im Weinviertel, im Leithagebirge und im Rosaliengebirge eingerichtet. Diese hatten eine Ausdehnung von 1 bis 8,6 ha und waren mit über 60-jährigen Rotbuchen bestockt. Auf allen Flächen traten bei Buchen Kronenverlichtungen in unterschiedlicher Intensität auf. Auf 24 Flächen wurde das Auftreten von



Phytophthora (Läsionen und Saftfluss am Stamm und Wurzelanlauf) bei jeweils bis zu 500 Buchen überprüft. Auf zehn Intensiv-Untersuchungsflächen wurden zusätzlich detaillierte Untersuchungen an jeweils sechs Einzelbäumen (drei mit und drei ohne Kronensymptome) durchgeführt, wobei *Phytophthora*-Nachweise im Boden, wurzelbiometrische Analysen, Untersuchungen der Mykorrhizierung sowie Bodenanalysen im Vordergrund standen. Bei den Einzelbäumen wurden Krankheitssymptome am Stamm und an Wurzeln taxiert sowie Insektenschäden und Pilze erfasst (Läsionen, Wunden, Sonnenbrand etc.). Die Analyse der in

den Läsionen an Stamm und Wurzeln vorhandenen *Phytophthora*-Arten erfolgte mittels Isolierung aus absterbenden Geweben aktiver Läsionen (frischer Saftfluss und frisch abgestorbener bzw. absterbender Rand der Läsion). *Phytophthora* im Boden wurde mittels Ködertests mit Bodenmaterial aus dem Wurzelraum der Probebäume und nachfolgender Isolierung nachgewiesen. Zusätzlich kamen zur Identifikation molekulare Methoden zur Anwendung. Insgesamt wurden auf 27 der 34 Flächen Gewebe- und Bodenproben auf Vorhandensein von *Phytophthora* untersucht. Weiters wurden Wurzelproben von

Abbildung 2: Buchen mit Saftfluss am Stamm als Symptom des flächig absterbenden Rindengewebes (Läsionen): Läsionen vom Wurzelsystem aus aufwachsend (a, b, c) und Läsionen mit Saftfluss auf Wurzelanläufen (d, e).

Figure 2: Beech trees with sap exudations at the stem resulting from bark lesions: lesions extending upwards from the root system (a, b, c), lesions and sapflow at the collar and on coarse roots (d, e).



Abbildung 3: Lokal begrenzte Läsionen in höheren Stammregionen (a, b), aktive *Phytophthora*-Läsion nach Entfernung der äußeren Rindenschichten als orange-braune Fläche erscheinend (c), lokale Infektionsstellen von *Phytophthora* an Wurzeln (d) und Buche mit *Phytophthora*-Läsion im Nahbereich einer Forststraße (e).

Figure 3: Local bark lesions in higher stem regions (a, b), active *Phytophthora*-lesions (orange-brown areas) after removal of the outer bark layers (c), local infections of *Phytophthora* on roots (d), and beech with *Phytophthora*-lesion next to a forest road (e).

Buchen mit und ohne verlichtete Kronen biometrisch verglichen (Jung et al. 2000), um zu überprüfen, wieweit eine Verarmung des Feinwurzelanteils mit den Kronenschäden in Zusammenhang steht. Im Anschluss an die wurzelbiometrischen Analysen wurde die Mykorrhizierung verglichen. Im Jahr 2009 erfolgte eine Aufnahme standörtlicher Daten auf den Intensiv-Untersuchungsflächen durch das Institut für Waldökologie und Boden des BFW.

Symptome am Stamm und an Wurzeln

Für *Phytophthora*-Befall typische Symptome am Stamm (Läsionen am Stamm inklusive solcher im Bereich des Wurzelhalses) traten bei 133 von insgesamt 6464 Buchen auf, und zwar auf 25 von 34 Flächen (Tabelle 1). Wurzelhals-Läsionen (Abbildung 2) wurden auf 24

der 34 Flächen bei 87 Buchen dokumentiert (Tabelle 1). Isolierte Läsionen am Stamm ohne Verbindung zum Wurzelraum (aerial canker, Abbildung 3a und 3b) wurden auf 13 Flächen bei 46 Buchen registriert (Tabelle 1). An den vier höchst gelegenen Standorten in den niederösterreichischen Kalkvoralpen fanden sich keine Stammläsionen mit Saftfluss.

Auf vier Flächen wurde ein gehäuftes Auftreten von Buchen mit Wurzelhals-Läsionen und *Phytophthora*-Befall entlang von Forstwegen beobachtet (Abbildung 3). Darüber hinaus fanden sich auf drei Flächen viele vom Wind geworfene Buchen mit stark geschädigten Feinwurzeln. Alle drei Flächen waren durch temporär staunasse Böden mit hohem Tongehalt charakterisiert.

In einigen Beständen wurden in Läsionen mit nachgewiesenem Befall durch *P. xambivora* (Wurzelhalsbereich)

Fläche Nr.	Seehöhe	Gesamtzahl überprüfter Buchen	Fläche (ha)	Bäume mit Wurzelhalsläsionen	Bäume mit isolierten Läsionen am Stamm (aerial canker)	Bäume mit <i>Phytophthora</i> -typischen Läsionen gesamt
F01	416	300	1,0	1,0	0	1 (0,3 %)
F02	992	200	2,0	0,0	0	0 (0,0 %)
F03	231	300	1,0	1,0	1	2 (0,7 %)
F04	414	200	3,0	9,0	0	9 (4,5 %)
F05	611	300	1,5	0,0	0	0 (0,0 %)
F06	312	299	1,0	2,0	2	4 (1,3 %)
F07	522	300	2,5	4,0	1	5 (1,7 %)
F08	549	250	2,0	1,0	0	1 (0,4 %)
F09	1061	300	5,0	0,0	0	0 (0,0 %)
F10	531	350	1,0	8,0	2	10 (2,9 %)
F11	383	300	2,0	1,0	0	1 (0,3 %)
F12	403	50	1,0	10,0	0	10 (20,0 %)
F13	348	30	1,0	3,0	0	3 (10,0 %)
F14	379	300	8,6	0,0	0	0 (0,0 %)
F15	386	100	1,1	3,0	0	3 (3,0 %)
F16	527	100	1,0	9,0	1	10 (10,0 %)
F17	643	500	2,0	2,0	0	2 (0,4 %)
F18	400	100	4,6	1,0	1	2 (2,0 %)
F19	402	100	2,3	2,0	0	2 (2,0 %)
F20	503	50	1,0	1,0	3	4 (8,0 %)
F21	302	60	1,0	0,0	0	0 (0,0 %)
F22	574	70	1,0	1,0	1	1 (1,4 %)
F23	968	100	1,0	0,0	0	0 (0,0 %)
F24	440	155	3,0	13,0	2	15 (9,7 %)
F25	541	200	3,0	0,0	0	0 (0,0 %)
F26	579	300	4,0	0,0	0	0 (0,0 %)
F27	641	50	1,0	7,0	0	7 (14,0 %)
F28	471	100	1,0	0,0	2	2 (2,0 %)
F29	604	200	1,0	1,0	0	1 (0,5 %)
F30	404	300	5,0	3,0	20	23 (7,7 %)
F31	409	50	1,0	1,0	9	10 (20,0 %)
F32	480	50	1,0	1,0	0	1 (2,0 %)
F33	1255	300	3,0	0,0	0	0 (0,0 %)
F34	343	100	2,3	2,0	1	3 (3,0 %)
Gesamt		6464	72,9	87 (1,3 %)	46 (0,7 %)	133 (2,1 %)

Tabelle 1: Anzahl der Buchen mit für *Phytophthora* typischen Symptomen am Stamm.

Table 1: Number of beech trees with characteristic *Phytophthora* symptoms on the stem;
plot number (= Fläche Nr.),
altitude (= Seehöhe),
total number of beeches investigated (= Gesamtzahl überprüfter Buchen),
plot size in ha (= Fläche (ha)),
trees with collar lesions (= Bäume mit Wurzelhalsläsionen),
trees with isolated cankers (aerial cankers) on the stem (= Bäume mit isolierten Läsionen am Stamm (aerial cankers)),
trees with *Phytophthora* typical lesions in total (= Bäume mit *Phytophthora*-typischen Läsionen gesamt).

Tabelle 2: Nachgewiesene *Phytophthora*-Arten (n.d. = keine Isolierungen durchgeführt).

Table 2: *Phytophthora* species recorded (n.d. = no isolations performed).
Plot number (= Fläche Nr.),
isolation from lesions, number of trees (= Nachweis aus Läsionen, Anzahl Bäume),
isolation from soil, number of trees (= Nachweis aus Boden, Anzahl Bäume).

Fläche Nr.	<i>Phytophthora</i>	Nachweis aus Läsionen, Anzahl Bäume	Nachweis aus Boden, Anzahl Bäume
F01	<i>P. xambivora</i>	0	1
F02	0	0	0
F03	<i>P. plurivora</i>	1	1
F03	<i>P. syringae</i>	0	1
F04	<i>P. xambivora</i>	0	2
F05	<i>P. plurivora</i>	0	1
F06	<i>P. cactorum</i>	1	2
F06	<i>P. psychrophila</i>	0	1
F07	<i>P. xambivora</i>	0	1
F08	<i>P. plurivora</i>	1	1
F09	0	0	0
F10	<i>P. xambivora</i>	1	1
F11	<i>P. xambivora</i>	1	n.d.
F12	<i>P. xambivora</i>	4	n.d.
F13	0	n.d.	n.d.
F14	<i>P. xambivora</i>	n.d.	1
F15	<i>P. xambivora</i>	1	n.d.
F16	<i>P. xambivora</i>	6	n.d.
F17	<i>P. plurivora</i>	2	n.d.
F18	<i>P. xambivora</i>	2	n.d.
F19	<i>P. gonapodyides</i>	n.d.	1
F19	<i>P. plurivora</i>	n.d.	1
F19	<i>P. tubulina</i>	n.d.	1
F19	<i>P. xambivora</i>	n.d.	1
F20	0	n.d.	n.d.
F21	0	n.d.	n.d.
F22	<i>P. cactorum</i>	n.d.	1
F23	0	n.d.	n.d.
F24	<i>P. xambivora</i>	0	1
F25	0	n.d.	n.d.
F26	0	n.d.	n.d.
F27	<i>P. xambivora</i>	1	n.d.
F28	<i>P. plurivora</i>	n.d.	2
F29	<i>P. xambivora</i>	1	n.d.
F30	<i>P. cactorum</i>	n.d.	1
F30	<i>P. plurivora</i>	n.d.	1
F31	<i>P. xambivora</i>	n.d.	1
F32	<i>P. plurivora</i>	1	n.d.
F33	0	n.d.	n.d.
F34	<i>P. cactorum</i>	n.d.	1
F34	<i>P. xambivora</i>	1	
Gesamt		24	25

Bohrgänge von Borkenkäfern (vor allem *Taphrorychus bicolor*) festgestellt. Auf diesen Flächen waren auch auf verholzten Wurzeln zahlreiche *Phytophthora*-typische Läsionen zu erkennen (Abbildung 2d).

Nachweis von *Phytophthora*-Arten

Phytophthora-Arten wurden insgesamt auf 25 der 34 Flächen nachgewiesen (Tabelle 2). Folgende sieben Arten wurden identifiziert: *P. xambivora*, *P. plurivora*, *P. cactorum*, *P. gonapodyides*, *P. syringae*, *P. psychrophila* und *P. tubulina*. Am häufigsten war *P. xambivora*, gefolgt von *P. plurivora* und *P. cactorum*. Die fünf anderen Arten wurden jeweils nur auf einer der Flächen nachgewiesen (Tabelle 2). *Phytophthora tubulina* wurde als neue Art beschrieben (Jung et al. 2017).

Geologie und Einflüsse des Substrates auf das Vorkommen von *Phytophthora*

Die Flächen verteilten sich auf sechs Grundgesteinstypen. Bei zehn Flächen war der Untergrund Kalk, bei neun Tonstein, bei acht Gneis/Grandiorit, bei fünf Sandstein, bei drei Schiefer und bei einer alluviale Ablagerungen. *Phytophthora* wurde zwar in allen Grundgesteinstypen nachgewiesen, doch ergaben sich Unterschiede bei den einzelnen Arten. Die statistische Analyse der Daten mittels kanonischer Korrespondenzanalyse zeigte, dass etwa 30 % der Variabilität der Verbreitung der *Phytophthora*-Arten durch den geologischen Untergrund erklärt werden konnten. Verglichen mit anderen ökologischen Studien ist

dieser Wert für einen einzelnen Faktor ausgesprochen hoch.

Phytophthora x cambivora war schwerpunktmäßig an temporär vernässten Standorten (Quellaustritt, Muldenlagen) und auf eher sauren Böden (pH CaCl₂ 3,8-4,2) mit toniger bzw. sandiger Textur (auf Tonstein, Gneis, Granodiorit und Sandstein) sowie in Böden auf Schiefer anzutreffen. Die Art wurde nie in Karbonatgesteinböden nachgewiesen.

Im Gegensatz dazu wurde *P. plurivora*, die zweithäufigste nachgewiesene Art, sowohl aus Böden auf Gneis, Schiefer wie auch auf Kalk sowie aus tonigen Sanden mit einem pH-Wert zwischen 3,7 und 7,5 isoliert. *Phytophthora cactorum* wurde sowohl auf Tonstein, Karbonat oder Schiefer nachgewiesen.

Kronenverlichtung, Wurzelparameter und *Phytophthora*

Die Intensität der Kronenverlichtung war bei den als „krank“ angesprochenen Buchen auf Flächen, wo *Phytophthora* nachgewiesen wurde, um 38 % höher als bei den „gesunden“ Buchen. Demgegenüber war dieser Unterschied auf den Flächen, wo *Phytophthora* nicht nachgewiesen wurde, nur 23 %.

In allen *Phytophthora*-infizierten Beständen war der Feinwurzelnzustand der „gesunden“ Buchen ohne Kronenverlichtung besser als derjenige von „kranken“ Buchen mit starken Verlichtungen. Dies war zwar auch in den *Phytophthora*-freien Flächen der Fall, doch war dort der Unterschied deutlich geringer. Sowohl auf

Pilzart		Wurzelhals-Läsionen	Aerial canker	Sonnenbrand	mechanische Schäden an Starkwurzeln	mechanische Schäden am Stamm	Totholz in der Krone
Angebrannter Rauchporling	<i>(Bjerkandera adusta)</i>	x					
Austernseitling	<i>(Pleurotus osteratus)</i>	x					
Beringter Schleimrübling	<i>(Oudemansiella mucida)</i>	x	x				
Brandkrustenpilz	<i>(Kretzschmaria deusta)</i>	x				x	x
Buckel-Tramete	<i>(Trametes gibbosa)</i>	x			x		
Feuerschwamm	<i>(Phellinus igniarius)</i>	x					
Hallimasch	<i>(Armillaria spp.)</i>	x					
Kohlenbeere	<i>(Hypoxylon spp.)</i>	x					x
Obstbaumkrebs	<i>(Neonectria ditissima)</i>		x				
Pustelpilz	<i>(Neonectria spp.)</i>	x			x	x	
Rotbuchen-Rindenkugelpilz	<i>(Biscogniauxia nummularia)</i>	x				x	
Rotrandiger Baumschwamm	<i>(Fomitopsis pinicola)</i>	x					x
Schichtpilz	<i>(Stereum sp.)</i>	x					
Schmetterlingstramete	<i>(Trametes versicolor)</i>	x					
Schuppiger Porling	<i>(Polyporus squamosus)</i>	x	x				
Spaltblättling	<i>(Schizophyllum commune)</i>	x		x	x	x	
Spechtloch-Schillerporling	<i>(Inonotus nidus-pici)</i>		x				
Striegelige Tramete	<i>(Trametes hirsuta)</i>	x			x		
Tramete	<i>(Trametes spp.)</i>	x					
Vielgestaltige Holzkeule	<i>(Xylaria polymorpha)</i>	x					
Vierfrüchtige Quaternaria	<i>(Eutypella quaternata)</i>					x	
Violetter Schichtpilz	<i>(Chondrostereum purpureum)</i>	x					
Zunderschwamm	<i>(Fomes fomentarius)</i>	x	x				x

Tabelle 3: Mit verschiedenen Symptomen und Schäden assoziierte Pilzarten.

Table 3: Fungal species associated with different symptoms and injuries; fungal species (= Pilzart), collar lesions (= Wurzelhals-Läsionen), aerial canker (= isolierte Läsionen am Stamm), sunscorch (= Sonnenbrand), mechanical damage to coarse roots (= mechanische Schäden an Starkwurzeln), mechanical damage to the stem (= mechanische Schäden am Stamm), deadwood in the crown (= Totholz in der Krone).

den mit *Phytophthora* infizierten wie auf den *Phytophthora*-freien Flächen war die Mykorrhizierung der Wurzelspitzen bei Buchen ohne Kronenschäden höher als bei Buchen mit Kronenschäden.

Befall durch Pilze

An 21 der 34 Standorte wurde eine Reihe von Pilzarten nachgewiesen, die mit *Phytophthora*-Läsionen assoziiert waren (Tabelle 3). Mit dem Auftreten von Wurzelhalsfäulen (Fruchtkörper auf Rindenläsionen bzw. am Stammholz) war Hallimasch (*Armillaria* spp.) an zwölf Standorten, gefolgt vom Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*) an zehn Standorten am häufigsten assoziiert. Eine Besiedlung des Holzes durch den Spaltblättling (*Schizophyllum commune*) war auch häufig mit Sonnenbrandschäden an der Südseite von Buchenstämmen verbunden (Tabelle 3).

Mit isolierten Stammläsionen (aerial canker durch *Phytophthora*) waren Zunderschwamm, Spechtloch-Schillerporling (*Inonotus nidus-pici*), Beringter Schleimrübling (*Oudemansiella mucida*), Obstbaumkrebs (*Neonectria ditissima*) und Schuppiger Porling (*Polyporus squamosus*) assoziiert (Tabelle 3).

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Studie ergab eine weite Verbreitung von für *Phytophthora* typischen Krankheitssymptomen und bodenbürtigen *Phytophthora*-Arten. Die Gesamtzahl der in Buchenbeständen nachgewiesenen *Phytophthora*-Arten war mit sieben im internationalen europäischen Vergleich hoch. So wurden in Bayern, das flächenmäßig etwa dreimal so groß ist wie Niederösterreich, im Zuge früherer vergleichbarer Studien neun Arten, in Italien zehn und in 13 weiteren europäischen Staaten zwischen einer und sechs Arten identifiziert.

Die drei in den niederösterreichischen Buchenbeständen häufigsten Arten, *P. xambivora*, *P. plurivora* und *P. cacto-*

rum, sind nach derzeitigem Wissensstand als in Europa nicht heimische, invasive Arten anzusehen. Gerade bei *P. plurivora* weist die weite, vorwiegend symptomlose Verbreitung in verschiedenen asiatischen Ländern (Japan, Nepal, Yunnan (China) und Taiwan) und die hohe Diversität dieser Art in Asien auf einen asiatischen Ursprung hin. Von den seltener nachgewiesenen *Phytophthora*-Arten sind *P. gonapodyides*, *P. psychrophila* und vermutlich *P. tubulina* europäischen Ursprungs.

Als Ursache für die starke Ausbreitung dieser Wurzelpathogene ist größtenteils die unbeabsichtigte Verschleppung mit verseuchtem Pflanzenmaterial auch anderer Baumarten anzusehen. Die fast ubiquitäre Infektion von Pflanzenproduktionsflächen mit *P. xambivora*, *P. plurivora*, *P. cactorum* und mehr als 50 weiteren *Phytophthora*-Arten ist die Hauptvoraussetzung für die Verbreitung in Waldökosysteme (Jung et al. 2016). Allerdings kommen noch weitere, in Europa oft übersehene Ausbreitungswege dazu, die auch auf den Menschen zurückzuführen sind. So weist die auf einigen Untersuchungsflächen beobachtete Konzentration von Buchen mit *Phytophthora*-Wurzelhalsfäule entlang von Forstwegen auf eine mögliche Einschleppung mit waldfremdem Material als Straßenbelag hin. Abfälle von Erdmaterial aus Gärten, vermischt mit Ziegel- und Bauschutt, sind eine sehr wahrscheinliche Quelle nicht nur von Neophyten, sondern auch von Krankheitserregern. Weitere mögliche Verbreitungswege sind Reifen oder Ketten von Fahrzeugen sowie Forstmaschinen und letztlich auch Schuhwerk (Shearer et al. 1989, Hansen et al. 2000).

Der Nachweis der Besiedlung primärer *Phytophthora*-Läsionen durch den Borkenkäfer *Taphrorychus bicolor* wirft die Frage auf, ob diese Käferart ihrerseits als sekundärer Vektor für *Phytophthora* fungieren kann. Ebenso ist nicht auszuschließen, dass bestimmte Schnecken-

arten *Phytophthora*-Keime im Zuge ihrer Wanderung auf Buchenstämmen verbreiten (El-Hamalawi und Menge 1996, Jung 2009) und so Infektionen verursachen, die zu Läsionen weiter oben am Stamm (aerial canker) führen.

Zusätzlich zu den in der vorliegenden Studie aufgezeigten Zusammenhängen zwischen *Phytophthora*-Läsionen und sekundären Fäule-Erregern soll nicht unerwähnt bleiben, dass gerade in den forstwirtschaftlich intensiv genutzten Beständen eine große Zahl von Verletzungen unterschiedlichster Art (Steinschlagsschäden, Fällschäden, Sturmschäden, Eisbehang, Sonnenbrand etc.) festgestellt wurden, die für eine Vielzahl von Pilzarten ebenfalls Eintrittspforten darstellen.

Die Frequenz der Mykorrhizierung der Feinwurzelspitzen war bei den Buchen ohne Kronenschäden höher als bei den geschädigten. Auf den Flächen mit relativ einheitlichem Baumbestand fand sich jedoch kein ökologischer Faktor zur Erklärung der Unterschiede in der Mykorrhizierungsfrequenz. *Phytophthora* kann die Intensität der Mykorrhizierung beeinträchtigen, doch ist dies nicht bei jeder Baumart und nicht bei jeder *Phytophthora*-Art gleich (Montecchio et al. 2004, Corcobado et al. 2014). Um diese Zusammenhänge im gegenständlichen Fall erschöpfend zu klären, wären umfangreichere Analysen sowie vor allem eine Typifizierung der Mykorrhizen erforderlich.

Mit 2002 und 2003 gingen der Studie zwei Jahre mit besonderen Temperatur- und Niederschlagskonstellationen voraus. Nach extremen Niederschlagsmengen in der zweiten Jahreshälfte 2002 folgte 2003 ein überaus trockener und heißer Sommer. Danach waren die meisten Probestellen von 2004 bis 2006 überdurchschnittlichen Spätwinter- und Frühjahrsniederschlägen ausgesetzt, wohingegen die Sommermonate 2004 und 2006 heißer und trockener als im langjährigen Durchschnitt waren. Mehrere Klimamodelle prognostizieren für Europa

neben einem kontinuierlichen Temperaturanstieg eine deutliche Zunahme der Frequenz und der Dauer sowohl heftiger Sommerniederschläge wie extremer sommerlicher Trockenperioden. Bei diesen Änderungen ist zu erwarten, dass insbesondere die invasiven wärmeliebenden *Phytophthora*-Arten wie etwa *P. xambivora*, *P. cactorum*, *P. cinnamomi*, *P. niederhauserii*, *P. multivora* und *P. plurivora* gegenüber den einheimischen, an kühlere Temperaturen angepassten Arten (*P. castanetorum*, *P. psychrophila*, *P. pseudosyringae*, *P. tubulina* und *P. vulcanica*) begünstigt werden. Dies könnte erklären, warum *P. pseudosyringae*, die in mehreren europäischen Ländern mit Schäden an Rotbuchen assoziiert ist und als wahrscheinlich ursprünglich europäische Art gilt, in der gegenständlichen Studie nicht nachgewiesen wurde. Dies ist vielleicht mit der Dominanz der genannten drei Arten und der Verdrängung autochthoner Arten aus den Waldböden zu erklären: Diesbezügliche konkurrenzbedingte Verschiebungen im Artenspektrum könnten auch durch steigende Temperaturen vor allem in den Wintermonaten zu erklären sein, von denen viele der invasiven Arten, wie z.B. *P. cinnamomi*, profitieren (Jung et al. 2018).

Um zukünftige *Phytophthora*-Epidemien in den niederösterreichischen Buchenbeständen zu vermeiden, muss einerseits der kontinuierlichen Ausbreitung durch den Menschen Einhalt geboten werden und andererseits auch auf Standortansprüche der Rotbuche im Lichte der klimabeeinflussten Bedrohung durch Krankheitserreger geachtet werden. Eine Vermeidung der Verschleppung von *Phytophthora*-Arten durch den Menschen wird am leichtesten durch die Förderung der Naturverjüngung zu erreichen sein. Bei künstlicher Bestandesbegründung ist die Verwendung von *Phytophthora*-freiem Pflanzenmaterial erstes Gebot. Dies gilt auch für andere Gehölze, mit denen *Phytophthora* verbreitet werden kann. Weiters sollten nur

Thomas L. Cech,
Martin Brandstetter,
Andreas Daxer,
Christine Hüttler,
Bundesforschungszentrum für
Wald, Institut für Waldschutz,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich,
Tel.: +43-1-87838 1102,
thomas.cech@bfw.gv.at
martin.brandstetter@bfw.gv.at
andreas.daxer@bfw.gv.at
christine.huettler@bfw.gv.at

Tamara Corcobado,
Tomáš Kudláček,
Marília Horta Jung,
Thomas Jung,
Phytophthora Research Centre,
Mendel Universität Brno,
Zemědělská 1,
61300 Brno, Tschechien
Tel. +42-0-5451 361 72,
tamara.sanchez@mendelu.cz
kudlak@seznam.cz
marilia.jung@mendelu.cz
thomas.jung@mendelu.cz

geeignete Buchenstandorte ausgewählt werden, wobei der geologische Untergrund und die standörtlichen Gegebenheiten zu berücksichtigen sind. Ein Eintrag der Keime über Erdmaterial (wie Material aus dem urbanen Bereich, kontaminierte Erde in Ketten von Harvestern, Reifen von Traktoren und Geländefahrzeugen, Schuhwerk) muss ebenfalls vermieden werden und jegliche Deponie von Pflanzenabfällen aus dem urbanen Bereich im Wald ist zu unterlassen. Schließlich sollte eine schonende Waldwirtschaft betrieben werden, bei der Stamm- und Wurzelverletzungen aller Art vermieden und die Vitalität der Buchen gefördert werden.

Danksagung

Die Finanzierung des Projektes „Buchenkomplexkrankheit, Wurzel- und Stammkrankheiten der Buche in niederösterreichischen Laubholzbeständen nach klimatischen Extremereignissen (CODIBE), Proj.Nr. 100342/2“ erfolgte in dankenswerter Weise durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (aktuell: Bundesministerium für Landwirtschaft, Re-

gionen und Tourismus), die niederösterreichische Landesregierung und das tschechische Ministerium für Erziehung, Jugend und Sport sowie den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung für die Kofinanzierung des Projektes Phytophthora Research Centre Reg. No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/0000453. Die Autoren sind den Waldeigentümern und Forstverwaltern für die bereitwillige Unterstützung bei der Flächenauswahl sowie die Ermöglichung der Untersuchungen in den Buchenbeständen zu besonderem Dank verpflichtet: Forstverwaltung Liechtenstein, Neulengbach; Österreichische Heeresforste, HFV Allentsteig, Außenstelle Bruckneudorf; Forstverwaltung Kleinmariazell, Altmärkt-Thenneberg; Gutmann'sche Forstverwaltung, Gföhl; Waldamt Zisterzienserstift Zwettl; Agrargemeinschaft Rossatz, Rossatz; Forstbetrieb Lilian Tuider, Thernberg; Österreichische Bundesforste AG, Purkersdorf; Forstverwaltung Stift Seitenstetten, Seitenstetten. DI Rainer Reiter und seinem Team vom Institut für Waldökologie und Boden des BFW sei für die umfassenden Bodenanalysen gedankt.



Literatur

- Cech, T. L. 2010: Aktuelle Pilzkrankheiten an Bäumen in Österreich 2010. Forstschutz Aktuell, Wien, 50: 7-10.
- Cech, T. L., Jung, T. 2005: *Phytophthora*-Wurzelhalsfäulen an Buchen nehmen auch in Österreich zu. Forstschutz Aktuell, Wien, 34: 7-8
- Corcobado, T., Cech, T. L., Brandstetter, M., Daxer, A., Hüttler, C., Kudláček, T., Horta Jung, M., Jung, T. 2020: Decline of European Beech in Austria: Involvement of *Phytophthora* spp. and Contributing Biotic and Abiotic Factors. Forests, 11: 895.
- Corcobado, T., Vivas, M., Moreno, G., Solla, A. 2014: Ectomycorrhizal symbiosis in declining and non-declining *Quercus ilex* trees infected with or free of *Phytophthora cinnamomi*. For. Ecol. Manag., 324: 72–80.
- El-Hamalawi, Z. A., Menge, J. A. 1996: The role of snails and ants in transmitting the avocado stem canker pathogen, *Phytophthora citricola*. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 121: 973–977.
- Englisch, M. 2006: Die Rotbuche – ein Baumartenportrait. BFW-Praxisinformation, Wien, 12: 3-4.
- Hansen, E. M., Goheen, D. J., Jules, E. S., Ullian, B. 2000: Managing Port–Orford–Cedar and the introduced pathogen *Phytophthora lateralis*. Plant Dis., 84: 4–14.
- Jung, T. 2009: Beech decline in Central Europe driven by the interaction between *Phytophthora* infections and climatic extremes. For. Pathol., 39: 73–94.
- Jung, T., Blaschke, H., Oswald, W. 2000: Involvement of soilborne *Phytophthora* species in Central European oak decline and the effect of site factors on the disease. Plant Pathol. 49: 706–718.
- Jung, T., Durán, A., Sanfuentes von Stowasser, E., Schena, L., Mosca, S., Fajardo, S., González, M., Navarro Ortega, A. D., Bakonyi, J., Seress, D. et al. 2018: Diversity of *Phytophthora* species in Valdivian rainforests and association with severe dieback symptoms. For. Pathol., 48: <https://doi.org/10.1111/efp.12443>.
- Jung, T., Horta Jung, M., Cacciola, S. O., Cech, T., Bakonyi, J., Seress, D., Mosca, S., Schena, L., Seddaiu, S., Pane, A. et al. 2017: Multiple new cryptic pathogenic *Phytophthora* species from Fagaceae forests in Austria, Italy and Portugal. IMA Fungus 8: 219–244.
- Jung, T., Orlikowski, L., Henricot, B., Abad-Campos, P., Aday, A. G., Aguin Casal, O., Bakonyi, J., Cacciola, S. O., Cech, T., Chavarriaga, D. et al. 2016: Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. For. Pathol. 46: 134–163.
- Montecchio, L., Causin, R., Rossi, S., Mutto Accordi, S. 2004: Changes in ectomycorrhizal diversity in a declining *Quercus ilex* coastal forest. Phytopathol. Mediterr. 43: 26–34.
- Muck, M. 2008: Verstärktes Auftreten des Kleinen Buchenborkenkäfers in Bayern – Aktuelle Erkenntnisse zur Schwärmaktivität und zum Befallsverhalten in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Holzfeuchte. Forstschutz Aktuell, Wien, 45: 6-8.
- Schadauer, K., Büchsenmeister, R., Schodterer, H. 2006: Aktuelle und potenzielle Verbreitung der Buche in Österreich. BFW-Praxisinformation, Wien, 12: 8-9.
- Schadauer, K., Freudenschuß, A., Zaunbauer, F., Matzlik, H. 2019: Zwischenauswertung der ÖWI 2016/18 - Niederösterreich. https://www.bfw.gv.at/wp-content/uploads/Niederoesterreich_OEWL_16_18.pdf (Zugriff: 24.6.2021).
- Shearer, B. L., Tippett, J. T. 1989: Jarrah Dieback: The Dynamics and Management of *Phytophthora cinnamomi* in the Jarrah (*Eucalyptus marginata*) Forests of South-Western Australia. Department of Conservation and Land Management, Perth, Australia: 76 S.
- Steyrer, G. 2008: Buchenborkenkäfer: Projekt im Biosphärenpark Wienerwald. Forstschutz Aktuell, Wien, 45: 9-11.
- Tomiczek, C., Cech, T. L., Fürst, A., Hoyer-Tomiczek, U., Krehan, H., Perny, B., Steyrer, G. 2008: Forstschuttsituation 2007 in Österreich. Forstschutz Aktuell, Wien, 42: 3-7.
- Tomiczek, C., Perny, B., Cech, T. L. 2006: Zur Waldschuttsituation der Buche. BFW Praxisinformation, Wien, 12: 19-21.

Wolfgang Gregor Stagl (1942-2020)

Förster, Wildbiologe, Forstschützer
und großer Philanthrop



Am 25. Juni 2020 ist Hofrat Dr. Wolfgang Stagl nach schwerer Krankheit im 79. Lebensjahr in Wien verstorben. Wolfgang Stagl wurde während des Zweiten Weltkrieges in Klagenfurt geboren, wo er auch seine Kindheit verbrachte. Nach einem Forstpraktikum bei der Georg Graf Thun'schen Forstverwaltung in Eisenkappel, Kärnten, von 1957 bis 1959 besuchte er von 1960 bis 1962 die Bundesförsterschule in Bruck an der Mur. In diesen Zeitraum fällt auch eine zweite Forstpraxis im Bärental bei der Webhofer'schen Forstverwaltung Feistritz im Rosental (1961). Nach der Matura 1965 studierte Wolfgang Stagl an der Universität Wien Zoologie und Anthropologie. Während des Studiums war er als Pflanzenschutztechniker bei der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien beschäftigt. Im Jahr 1973 promovierte er mit einer Dissertation über *Gastrophysa viridula*, einer Art aus der Familie der Blattkäfer (Chrysomelidae) zum Dr. phil. Im selben Jahr wurde er vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung mit einem Forschungsauftrag zu Biotop-Kartierungen in den Donauauen bei Eckartsauf betraut.

Dr. Stagl begann 1974 seine Tätigkeit in der damaligen Forstlichen Bundesversuchsanstalt (jetzt BFW) am Institut für Forstschutz, wo er bis zu seiner Pensionierung im Jahr 2003 beschäftigt war. Seit 1979 stand er der Abteilung Allgemeiner

Forstschutz als Abteilungsleiter vor, ab 1998 der Abteilung für Wildökologie. 2003 wurde ihm das Große Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich verliehen.

Wolfgang Stagl befasste sich von Beginn seiner Tätigkeit an der FBVA an mit wildbiologischen Fragen. Sein Aufgabengebiet umfasste Untersuchungen zur Populationsdynamik von Schalenwildarten und die Entwicklung von Computermodellen zur Kalkulation von Mindest-Wildichten, Einflüsse der Bejagungspraxis auf die Geschlechterverteilung des Wildes, die Bedeutung populationsdynamischer Faktoren für das Schadverhalten sowie Verhaltensstudien als Grundlagen für die Wildstandsbeurteilung. Schließlich arbeitete er auch an wildökologischen Studien mit. Wolfgang Stagl war entscheidend an der Entwicklung eines einheitlichen österreichischen Erfassungssystems für Wildschäden beteiligt und somit einer der Väter des Wildeinflussmonitoring (WEM). Als solcher stand er viele Jahre lang im Spannungsfeld zwischen Forstschutz und den Interessen der Jagdwirtschaft, was durchaus als zusätzliche Herausforderung zu den wissenschaftlichen Anforderungen bezeichnet werden kann. Darüber hinaus führte er einen beträchtlichen Teil der Diagnosen von Schadensursachen am Institut für Forstschutz durch, was ihm unzählige Stunden am Mikroskop bescherte. Weitere, hoheitliche Aufgaben waren die Ver-

suchstätigkeit im Rahmen der amtlichen Mittelprüfung sowie die Tätigkeiten als Kontrollorgan für die amtliche Kontrolle von Importholz laut Forstschutzverordnung.

Wolfgang Stagls breit gestreute biologischen Fachkenntnisse, verbunden mit Praxiserfahrung im Forstbereich, waren die Grundlage für zahlreiche Fachdiskussionen am Institut für Forstschutz, in die er seine Beiträge einbrachte und uns Jüngeren dabei wertvolle Informationen aus dem gesamten Bereich der Zoologie vermittelte.

Darüber hinaus eignete sich Wolfgang Stagl ein Allgemeinwissen an, das vor allem im Bereich der Geschichte sowie im Kulturellen breit gestreut und der Grund für seine humanistische Denkweise war. Diese Werterhaltung und sein soziales Bewusstsein stellte er auch während seiner Tätigkeit in der Personalvertretung der FBVA oft unter Beweis.

Uns, seinen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen, bleibt nicht nur die Erinnerung an einen besonderen Menschen. Seine Ratschläge, die auf seiner profunden Lebenserfahrung fußten, sein sich nie erschöpfender Witz und seine Pointen und nicht zuletzt sein stets höfliches, zuvorkommendes und freundliches Auftreten werden uns sehr fehlen.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Institutes für Waldschutz des BFW



IP-ISSN 1815-5103

E-ISSN 1815-5111

Impressum

Die Abkürzung BFW und der Kurzname „Bundesforschungszentrum für Wald“ werden stellvertretend für den Langnamen „Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft“ verwendet.

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.
Die Urheberrechte von namentlich nicht gekennzeichneten Fotos und Grafiken liegen beim Erstautor.

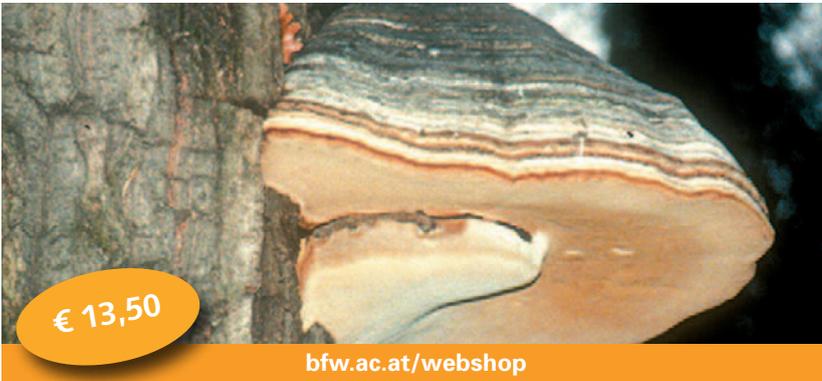
Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:
DI Dr. Peter Mayer
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
für Wald, Naturgefahren und Landschaft
Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien, Österreich
Tel. +43-1-87838 0

Redaktion: DI Gottfried Steyrer,
Priv. Doz. DI Dr. Gernot Hoch,
DI Christian Lackner

Layout: Johanna Kohl

Bezugsquelle: Bibliothek des BFW
Tel. +43-1-87838 1216
E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at
bfw.ac.at/webshop
Preis: 6, — Euro

Kontakt für Bayern:
Dr. Andreas Hahn
Bayerische Landesanstalt für Wald und
Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising, Deutschland
Tel. +49 (0) 8161 4591-501



Pilzfächer über 44 Holz zerstörende Baumpilze Einteilung nach Gefahrenstufen

Sie stehen vor einem Baum und entdecken einen Pilzfruchtkörper oder mehrere am Stamm, an den Wurzeln oder in der Krone. Es drängt sich die Frage auf: Besteht die Gefahr, dass der Baum brechen und ein Schaden entstehen könnte? Was kann ich dagegen tun? Wie beurteile ich die Situation? Daher hat ein Autorenteam des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) für Förster, Sachverständige, Baumpfleger, Gärtner, Schüler, Lehrer und an der Natur Interessierte diesen Fächer zusammengestellt.

- Hilfestellung zur Erstbestimmung von Baumpilzen
- Anschauungsmaterial über Baumpilze
- Entscheidungshilfe für weitere Untersuchungen von Bäumen im Wald, in Parkanlagen, Gärten und urbanen Bereich
- Einteilung hinsichtlich Stand- und Bruchsicherheitsgefahr
- Ausführliche Beschreibung der Besonderheiten der Pilzarten und des Holzabbaus
- Symbolbeschreibung am Deckblatt
- Wettertauglich, feuchtigkeitsabweisend und schmutzbeständig – ideal für Arbeiten im Wald und Garten



Ein fachlicher Begleiter für all jene, die mit Bäumen arbeiten und die sich für Bäume und Natur interessieren.

Bestellung: BFW - Bibliothek;
E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at
bfw.ac.at/webshop
Tel.: +43 1 87838 1216



• **Bundesforschungszentrum für Wald**

Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien, Österreich

www.bfw.gv.at