

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

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 Forstschatz ein breiteres Spektrum an Methoden für die bekämpfungstechnische Behandlung von käferbefallenen 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 unbefallenen 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简plere 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, $83.4 \pm 8.8\%$ 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 Barrierefunktion 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 Blöcke 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 Barrierefunktion 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,

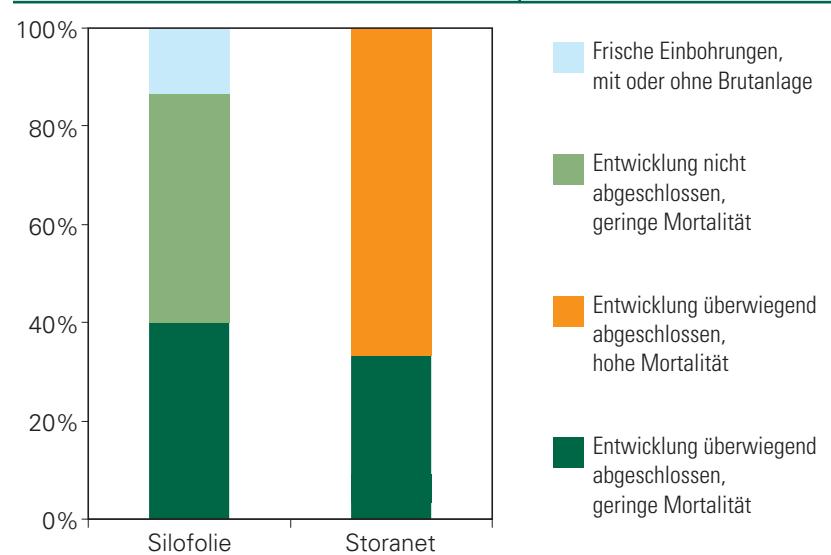
mit nachlassendem Schlupf im August alle fünf bis sechs Tage. Alle frei im Käfig aufgefundenen Buchdrucker wurden eingesammelt. Bei den ersten Sammelterminen fiel auf, dass Käfer allfällige Lücken in der Verpackung (besonders an den umgeschlagenen Kanten in der engen Variante) zum Entkommen nutzten. 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 Brutbildung 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 Beschwerungen 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 cm^2 großes, aufgerissenes Loch. Wesentlich mehr, nämlich 203 Ausbohrungen, waren an Stellen zu finden, wo die Beschwerungen 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 Entwicklung



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 $7,2 \pm 1,7^\circ\text{C}$ (Mittel \pm SD), wobei die Unterschiede bei tieferen Temperaturen zunahmen. Das heißt die Folie dämpfte vor allem die nächtliche Abkühlung, führte aber tagsüber zu keiner nennenswerten Erwärmung. Die höchsten im Polter 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).

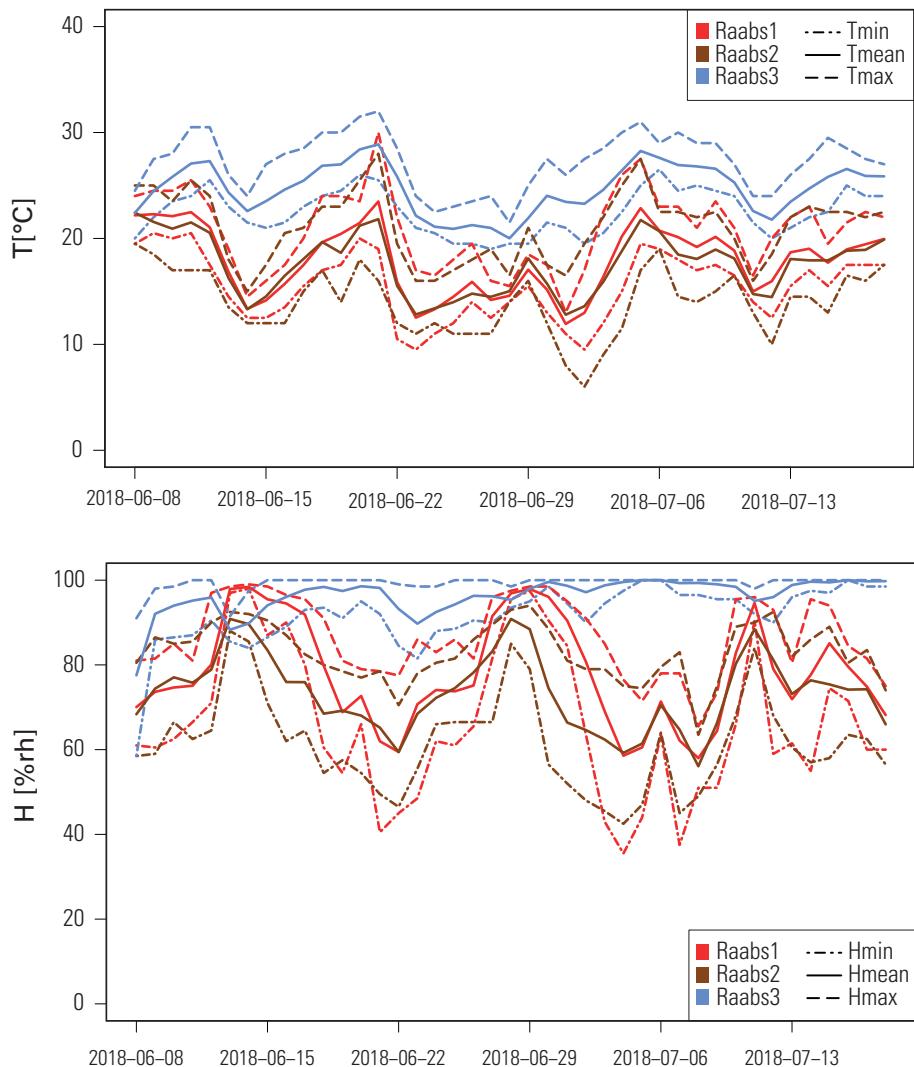


Abbildung 5: Adulte Buchdrucker ertrinken konzentriert in Kondenswasseransammlungen.

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).



reichten Temperaturen betragen $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ unter der Folie und $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ unter Storanet, die tiefsten Temperaturen $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ bzw. $6\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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.

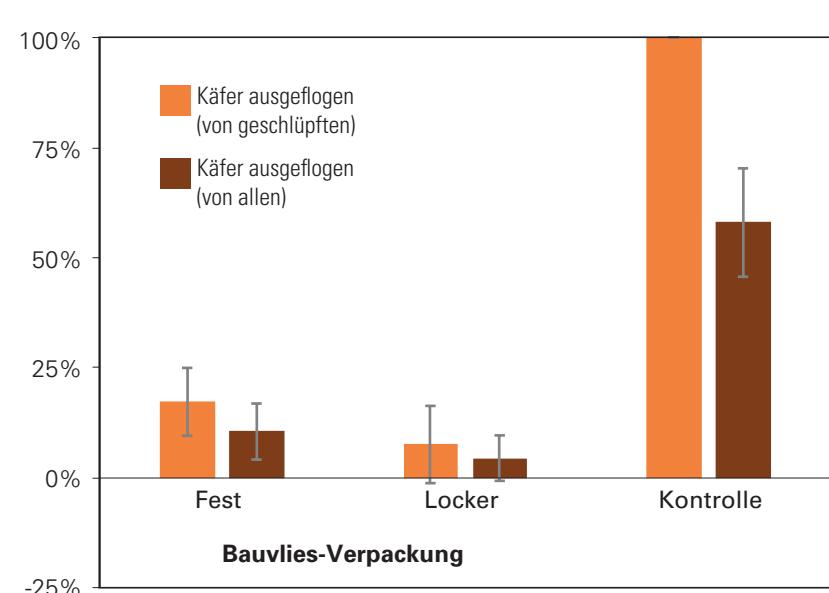
Bauvlies

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 $30,4^{\circ}\text{C}$ und deutlich unter dem oberen Entwicklungsnullpunkt von $38,9^{\circ}\text{C}$ (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 angelegt 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 Barrierefunktion 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 ausgeschlüpferten Käfer durfte sich durch selbst gebohrte Löcher sowie aufgerissene Stellen befreit haben.

Abbildung 7: Anteil der aus der Bauvlies-Verpackung entkommenen Buchdrucker im Vergleich zu Kontroll-Stammstückchen 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 Stammstückchen 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 Lichteffekt 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.



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.

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