

Untersuchungen zur Attraktivität frischer Rinde und zum Überleben von Borkenkäfern in befallener Fichtenrinde nach der Entrindung mit dem Harvester

BERNHARD PERNY, DUNCAN SELF, EIKO GATTERBAUER

BFW – Bundesforschungszentrum für Wald, Institut für Waldschutz, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich

✉ Bernhard Perny: bernhard.perny@bfw.gv.at

Forstschutz Aktuell 71 (2025): 29 – 34

KURZFASSUNG

Entrindung mittels speziell umgerüsteter Harvesteraggregate kann ein sehr effizientes Werkzeug im integrierten Borkenkäfermanagement sein. Die dabei anfallende Rinde darf aus Forstschuttsicht nicht unbeachtet bleiben. In der vorliegenden Arbeit wurde im Zusammenhang mit mechanisierter Entrindung durch Harvester untersucht, ob frische, unbefallene Rinde attraktiv für den Buchdrucker (*Ips typographus*) ist, dadurch Käfer konzentriert angelockt und Stehendbefall induziert werden könnte. Käferfänge mit unbeköderten Fallen, die um frische Rindenhaufen positioniert wurden, zeigten, dass Rinde keine Attraktivität für Buchdrucker und Kupferstecher aufweist, wohl aber für sekundäre Rinden- und Holzbrüter sowie mit Rindenbrütern assoziierte Räuber. Verbleibende unbefallene Rinde ist also aus Forstschuttsicht unbedenklich.

Erfolgt eine Entrindung, wenn sich die Brutten bereits im Jungkäferstadium befinden, kann ein Teil der Individuen überleben. Wir untersuchten, ob durch einfache Maßnahmen, wie ein- bzw. mehrmaliges Überfahren von Rindenhaufen mit dem Harvester, die Anzahl der nach der Entrindung überlebenden Jungkäfer reduziert werden kann. Mehrfaches Überfahren wies durch die starke Verdichtung der Rinde eine sehr gute Wirkung auf.

SCHLÜSSELWORTE

Entrindung, Lockwirkung Rinde, integriertes Borkenkäfermanagement, *Ips typographus*, insektizidfreie Bekämpfung

ABSTRACT

Studies on the attractiveness of fresh bark and on survival of *Ips typographus* in infested Norway spruce bark after debarking with a harvester

Debarking using specially modified harvester heads can be a very efficient tool in integrated bark beetle management. Possible forest protection risks from resulting bark have to be considered. This study investigated whether fresh, uninfested bark produced by a debarking harvester is attractive to bark beetles, which could induce attacks of standing trees. Catches with unbaited traps positioned around fresh bark piles showed that bark is not attractive to *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* but can attract secondary bark and wood breeders as well as predators associated with bark breeders. Hence, remaining uninfested bark poses no forest protection risk.

If a tree is debarked when the bark beetle broods are already in the juvenile beetle stage, some of the individuals can survive. We investigated whether simple measures, such as driving with the harvester over piles of bark once or several times, can further reduce the number of juvenile beetles surviving after debarking. Due to the strong compaction of the bark, multiple passes were effective.

KEYWORDS

debarking, attractiveness of bark, integrated bark beetle management, *Ips typographus*, insecticide free control

Die Entrindung von Fichten in der vollmechanisierten Aufarbeitung von Schadholz mittels speziell umgerüsteter Harvesteraggregate erwies sich als eine geeignete Alternative zur chemischen Behandlung mit Insektiziden, um borkenkäferbefallene Bäume nach der Ernte gefahrlos lagern zu können. Diese Technik wurde im Rahmen des DaFNE-Forschungsprojekts DEBARK am Institut für Forsttechnik der Universität für Bodenkultur, BOKU, und am Institut für Waldschutz des BFW – Bundesforschungszentrums für Wald untersucht (Holzleitner et al. 2021a). In der vorliegenden Arbeit widmeten wir uns zwei forstschutzrelevanten Fragen im Zusammenhang mit der nach der Entrindung im Wald verbliebenen Rinde.

Als Verfahren zur Borkenkäferbekämpfung eingesetzt, zeigte die Harvesterentrindung gegen Larven und Puppen (weiße Stadien) die erwartete, nahezu hundertprozentige bekämpfende Wirksamkeit (Holzleitner et al. 2021a). Die nach der Entrindung überlebenden Jugendstadien starben rasch durch Austrocknung ab oder wurden Beute auf das Angebot reagierender, räuberischer Insekten, wie Ameisen oder Wespen. Im Käferstadium war das Ergebnis differenziert: Eine gewisse Mortalität wurde durch den Anpressdruck der Walzen und Rindenquetschungen erreicht. Untersuchungen von Rindenproben nach der Entrindung zeigten zwar eine starke Reduktion der Anzahl der aus den Rindenstücken ausfliegenden Buchdrucker auf circa ein Sechstel verglichen mit der Kontrolle, dennoch überlebten zwischen 140 und 180 Käfer/m² Rinde (Holzleitner et al. 2021a). Eine Untersuchung aus Deutschland ermittelte einen Anteil von 63 % der Käfer, die nach der Harvesterentrindung vollentwickelt und mobil waren (Delb et al. 2021). Dies könnte bei Entrindung großer Mengen von befallenen Fichten bedeutende Käfermengen und die Gefahr von Stehendbefall mit sich bringen (Holzleitner et al. 2021b). Es sollte daher in der vorliegenden Untersuchung überprüft werden, inwieweit einfache Verfahren, wie ein- bzw. mehrmaliges Überfahren von Rindenhaufen mit dem Harvester, die Überlebensrate von Jung- und Altkäfern gegenüber der bloßen Entrindung verringern können.



ABBILDUNG 1: Entrindung der Fichtenstämme mittels eines umgerüsteten Harvesteraggregats.

FIGURE 1: Debarking of spruce logs using a modified harvester head.

Im Rahmen eines Durchforstungsversuchs (unbefallene Fichten), der im Projekt DEBARK durchgeführt wurde, kam es sowohl zum Befall aufgearbeiteter Bloche mit verbliebener Restrinde durch Buchdrucker (*Ips typographus*) und den Nordischen Fichtenborkenkäfer (*Ips duplicatus*) als auch zum Stehendbefall an Fichte in deren Umgebung. Es wurde seitens des Forstbetriebs Waldviertel-Alpenvorland der Österreichischen Bundesforste AG (ÖBf) die Frage aufgeworfen, ob durch die verbleibende Rinde eine Lockwirkung entstehen würde, die Stehendbefall durch diese beiden Borkenkäferarten oder den Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) auslösen könnte. Diese potentielle Lockwirkung wurde getestet.

Attraktivität bei der Harvesterentrindung anfallender, frischer Rinde für den Buchdrucker

Methode

Der Versuch wurde im Betrieb Steiermark der Österreichischen Bundesforste AG im Revier Wegscheid (Förster Ing. Georg Krautgartner) angelegt. Dieses Revier wurde deshalb ausgewählt, da die Borkenkäfergradation noch nicht ihren Höhepunkt erreicht hatte und mit sehr großer Wahrscheinlichkeit Käferbefall zu erwarten war. Der verstärkte Einsatz der Harvesterentrindung in diesem Betrieb gewährleistete die Verfügbarkeit des Gerätes bei kurzer Anreise- und wegfallender Umrüstzeit.

Am 22.6.2023 wurden vier unbefallene, vitale Fichten gefällt und bei der Aufarbeitung durch den Prozessor (Koller P60) entrindet (Abbildung 1). Die Rinde wurde aufgeteilt und zu drei Haufen in einer Entfernung von 40 bis 50 m zueinander aufgeschichtet. Um jeden Rindenhaufen wurden in einem Abstand von drei Metern jeweils vier unbeköderte Borkenkäferschlitzfallen angeordnet (Abbildung 2).

Paarweise wurde zu jedem Rindenhaufen (R) eine Kontrolle (K) mit ebenfalls vier gleichpositionierten Fallen angelegt, in



ABBILDUNG 2: Versuchseinheit mit Rindenhaufen im Zentrum und vier unbeköderten Käferfallen.

FIGURE 2: Experimental unit with bark pile and four unbaited beetle traps.

deren Zentrum sich kein Rindenhauten befand. Der Abstand zum Rindenhauten betrug mindestens 30 m. Zwei Versuchspaare (R1-K1 und R2-K2) waren entlang von Forststraßen und das dritte (R3-K3) entlang einer Lichtung errichtet worden. Die Fallen wurden direkt nach der Anlage des Versuches, und folgend nach einem, vier, sieben und 14 Tagen sowie am Tag des Abbaus der Fallen am 12.7.2023 kontrolliert.

Ergebnisse

Während der gesamten Versuchsdauer (20 Tage) wurden keine Buchdrucker oder Kupferstecher in den Fallen gefangen, weder zufällig in der Kontrollvariante noch in der Rindenhautenvariante. Andere rinden- und holzbrütende Käfer wurden mit einer Ausnahme ausschließlich in den Fallen um die Rindenhauten gefangen. Unter den gefangenen Borkenkäfern fanden sich nur sekundär auftretende Arten, hier hauptsächlich der Zottige Fichtenborkenkäfer (*Dryocoetes autographus*) und einzelne Exemplare vom Schwarzen Fichtenbastkäfer (*Hylastes cunicularius*). Unter den anderen rindenbrütenden Käfern waren vor allem Fichtenböcke (*Tetropium* sp.), andere Bockkäferarten und in einer Falle ein Kiefernprachtkäfer (*Chalcophora mariana*) zu finden (Tabelle 1). Ebenfalls nur in Fallen um die Rindenhauten fanden sich mit Rindenbrütern assoziierte Räuber.

Bei den Fallenleerungen wurden auch die Rindenhauten be-

gutachtet. Nur beim zweiten Kontrolltermin am 23.6. wurde am Rindenhauten R1 ein Großer brauner Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) gefunden.

Die unterschiedlichen Fangzahlen zwischen den Varianten zeigen, dass von den frischen Rindenhauten zwar eine markante Lockwirkung auf rinden- und holzbrütende Käfer ausging. Für aggressive Arten, wie Buchdrucker und Kupferstecher, war jedoch keine Attraktivität nachzuweisen. Das völlige Ausbleiben des Fangs von Buchdruckern und Kupferstechern war unerwartet, kann aber nicht auf ein Fehlen dieser Art auf der Versuchsfläche zurückgeführt werden. Die gute Annahme von in der Nähe verbliebenem Restmaterial der aufgearbeiteten Fichten durch Buchdrucker und Kupferstecher bestätigen deren Aktivität auf der Fläche zum Untersuchungszeitpunkt (Abbildung 3).

Bekämpfungstechnische Behandlung der Rinde nach Harvesterentrindung

Methode

Im vorliegenden Projekt wurde die Wirksamkeit von ein- oder mehrmaligem Überfahren der Rinde durch den Harvester zur Reduktion der hohen Überlebensrate von in der Rinde

TABELLE 1: In den Schlitzfallen um die Rindenhauten (R) und in den Schlitzfallen der Kontrolle ohne Rindenhauten (K) gefangene Individuen pro Entleerung; rinden- und holzbrütende Käfer sind fett hervorgehoben. Gefangene Borkenkäfer waren sekundäre Arten, wie *Dryocoetes autographus* und *Hylastes cunicularius*.

TABLE 1: Number of individuals caught in traps around bark piles (R) and in control traps without bark piles (K); bark and wood-breeding beetles are highlighted in bold. Trapped bark beetles (Borkenkäfer) were secondary species, such as *Dryocoetes autographus* and *Hylastes cunicularius*.

Tag	R1	K1	R2	K2	R3	K3
22.6.	0	0	0	0	0	0
23.6.	1 Borkenkäfer 2 Fichtenböcke	0	3 Borkenkäfer 2 Fichtenböcke 1 Ameise	0	4 Borkenkäfer 2 Fichtenböcke 1 Ameisenbuntkäfer	0
26.6.	6 Borkenkäfer 1 Schnellkäfer 1 Kurzflügler	0	1 Borkenkäfer 1 Fichtenbock 1 Schnellkäfer 1 Kurzflügler	0	1 Borkenkäfer 5 Fichtenböcke	0
30.6.	6 Borkenkäfer 1 Fichtenbock 5 Schnellkäfer 1 Kurzflügler	0	18 Borkenkäfer 2 Fichtenböcke	3 Schnellkäfer 1 Zikade	5 Borkenkäfer 2 Fichtenböcke 3 Schnellkäfer 2 Kurzflügler 1 Ameisenbuntkäfer	0
7.7.	3 Borkenkäfer 2 Ameisenbuntkäfer 2 Kurzflügler	1 Schnellkäfer 1 Mohrenfalter	10 Borkenkäfer 1 Kiefernprachtkäfer 2 Fichtenböcke 1 Ameisenbuntkäfer 2 Kurzflügler	3 Schnellkäfer	3 Borkenkäfer 1 Fichtenbock 1 Kurzdecke-bock 1 Kurzflügler 2 Weichkäfer	2 Schnellkäfer 1 Weichkäfer
12.7.	2 Borkenkäfer 1 Wespenbock 1 Kurzflügler 1 Schnellkäfer	1 Borkenkäfer 1 Kamelhalsfliegenlarve 1 Schildlausrüssler 2 Schnellkäfer	5 Borkenkäfer 3 Kurzflügler 3 Schnellkäfer	1 Gartenlaubkäfer	5 Borkenkäfer 5 Schnellkäfer 2 Kurzflügler 1 Ameisenbuntkäfer	0



ABBILDUNG 3: Intensiv durch Buchdrucker und Kupferstecher befallenes Restholz der Aufarbeitung, vor allem Wipfelmaterial, in der Nähe einer Versuchseinheit.

FIGURE 3: Residual wood, mainly crown material from processing the trees in the neighborhood of an experimental unit, intensively infested by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*.



ABBILDUNG 6: Zum Schlüpfen der Käfer wurden die Rindenproben in mit farbigen Bändern markierte Eklektoren gefüllt.
FIGURE 6: Bark samples were placed in eclektoren marked with colored tapes to collect beetles after hatching.

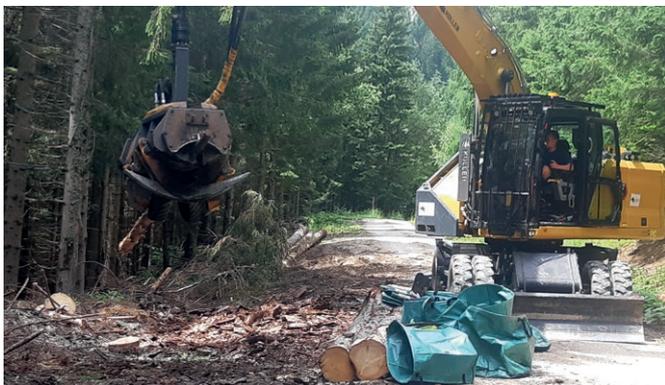


ABBILDUNG 4: Aufarbeitung und Entrindung der befallenen Fangbäume im Käferstadium.

FIGURE 4: Cutting and debarking of infested trap trees when juvenile beetles are developed.



ABBILDUNG 7: Die Bloche sind nach dem Prozessoreinsatz nahezu vollständig entrindet.

FIGURE 7: After debarking by harvester, the logs were almost completely debarked.



ABBILDUNG 5: Nach mehrmaligem Überfahren mit dem Harvester stark verdichteter Rindenhaufen.

FIGURE 5: Pile of bark heavily compacted after being driven over several times with the harvester.

befindlichen Buchdrucker-Jungkäfern nach der Aufarbeitung und Entrindung getestet.

Die Fangbäume für diesen Versuch wurden ebenfalls im ÖBf-Revier Wegscheid vorgelegt. Aufgrund der kalten Witterung im Frühjahr 2023 erfolgte dies erst gegen Ende April. Das Ergebnis einer Kontrolle am 7.7.2023 zeigte zahlreiche Jungkäfer und vor allem Puppen in allen geöffneten Brutbildern. Die Aufarbeitung der Fangbäume mittels Harvester mit Entrindungsaggregat (Koller P60) wurde am 13.7.2023 durchgeführt (Abbildung 4): Nach der Probenahme für die Kontrolle (K) fuhr der Harvester zur mechanischen Behandlung zunächst einmal über das am Straßenrand liegende Rindenmaterial. Aus der Fahrspur und dem Bereich daneben wurden das Probematerial für die erste Behandlungsvariante (Ü1) gezogen. Dann fuhr der Harvester weitere Male über die Rinde (Abbildung 5), und daraus wurde die zweite Probe (Üx) gezogen. Die Proben wurden am selben Tag in Säcken ans BFW gebracht, wo sie in Eklektoren,

TABELLE 2: Geschlüpfte Käfer aus Rindenproben nach einmaligem Überfahren ($\bar{U}1$) oder mehrmaligem Überfahren ($\bar{U}x$) der Rindenhaufen mit dem Harvester und der unbehandelten Kontrolle (K) nach Inkubation der Rinde in Eklektoren: Anzahl der aus den Eklektoren geschlüpfte Käfer, Fläche der inkubierten Rinde sowie Anzahl geschlüpfte Käfer bezogen auf die Rindenfläche; Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) beziehen sich auf die drei Eklektoren je Variante.

TABLE 2: Beetles emerged from bark samples after single ($\bar{U}1$) or multiple driving over ($\bar{U}x$) the bark piles with the harvester and the untreated control (K) after incubation of the bark in eclectors: number of beetles emerged from the eclectors, area of incubated bark, and number of emerged beetles relative to bark area; arithmetic means (MW) and standard deviation (SD) refer to the three eclectors per treatment.

Eklektor	Geschlüpft (N)	Rindenfläche gesamt (m ²)	Käfer/m ²	MW Käfer/m ²	SD
K_1	42	3,67	11,44		
K_2	233	3,09	75,41		
K_3	76	1,39	54,87	47,24	26,67
$\bar{U}1_1$	127	3,61	35,21		
$\bar{U}1_2$	27	3,49	7,74		
$\bar{U}1_3$	69	2,15	32,13	25,02	12,29
$\bar{U}x_1$	16	3,90	4,10		
$\bar{U}x_2$	52	4,25	12,25		
$\bar{U}x_3$	15	2,49	6,03	7,46	3,48

große verschließbare Kartontrommeln mit Sammelgefäß für die ausschlüpfenden Insekten (Abbildung 6) und in Schlüpfkäfigen aus Holz (mit Absammelmöglichkeit für ausschlüpfende Insekten) inkubiert wurden.

Ergebnisse

Die Schlüpfzahlen aus diesem Versuchsansatz mit Eklektoren waren auffallend gering. Da aber die Schwierigkeiten beim Schlüpfen, auf die kleine Schlüpföffnung zurückzuführen, für alle Varianten gleich waren, sind die Ergebnisse untereinander vergleichbar. Mit durchschnittlich etwa 47 Käfern/m² Rindenfläche schlüpften fast doppelt so viele Käfer aus der Kontrolle (unbehandelte Rinde) als aus Rinde nach einmaligem Überfahren. Noch deutlicher war die Reduktion bei mehrmaligem Überfahren des Rindenhaufens, wo nur mehr sieben Käfer/m² Rindenfläche schlüpften, das sind 15 % der Kontrolle (Tabelle 2).

In den Schlüpfkäfigen war die Zahl geschlüpfte Käfer deutlich höher als nach der Inkubation in Eklektoren, weshalb diese beiden Inkubationsvarianten nicht gemeinsam ausgewertet werden konnten. Schlüpften bei der Kontrolle fast 570 Käfer/m² Rindenfläche, so lag der Wert nach einmaligem Überfahren gar bei 891 Käfer/m². Mehrfaches Überfahren des Rindenhaufens allerdings reduzierte die Schlüpftrate auf 44 Käfer/m² (das sind etwa 8 % der Kontrolle).

Im Gegensatz zu dem ersten Projekt zur mechanisierten Entrindung (DEBARK) kam im hier berichteten Versuch ein anderer Prozessorkopf zum Einsatz und die Versuchsbäume hatten stärkere Dimensionen. Daraus resultierte eine geringere Kleinteiligkeit der Rindenstücke, was bei einem starken Befall zu hohen Käferzahlen in den Proben führte. Das mehrmalige

Überfahren führte auch bei diesen stark befallenen Rindenstücken zu einer deutlichen Reduktion überlebender Käfer. Beim einmaligen Überfahren war diese nicht gegeben. Es ist anzumerken, dass Probenmaterial nach der Behandlung bewusst auch neben der Reifenspur geworben wurde. Die nur teilweise Reduktion beim Käferschlupf kann auf die nicht vollständige Behandlung der Rinde bei einmaligem Überfahren zurückgeführt werden.

Mit der mechanisierten Entrindung von befallenen Käferholz erreicht man mittlerweile eine fast komplette Entrindung der Stämme, geringe Reste am Stammanlauf können verbleiben (Abbildung 7). Dadurch ergibt sich eine vollständige bekämpfende Wirkung gegenüber juvenilen (weißen) Stadien. Bei Anwendung im Käferstadium kann die Mortalität der Käfer in der abgelösten Rinde durch mechanische Beschädigung zwar groß sein, wird aber in vielen Fällen, vor allem wenn an einem Ort große Mengen an Käferholz aufgearbeitet werden, nicht vor einem möglichen Neubefall schützen können. Einfache bekämpfungstechnische Maßnahmen helfen, die Käferzahl mitunter deutlich zu reduzieren. Einmaliges Überfahren der Rinde mit dem Harvester kann zwar Käfer abtöten, aber durch nicht befahrene Stellen sowie eine nicht optimale Verdichtung des Rindenhaufens ist die Reduktion der Zahl der ausfliegenden Käfer insgesamt nur gering. Mehrmaliges Überfahren des Rindenhaufens hingegen verringert die Anzahl überlebender Käfer deutlich und kann eine Alternative zur Anwendung von Stammeschutzmitteln sein.

Danksagung

Unser Dank richtet sich an die Österreichischen Bundesforste AG, Forstbetrieb Steiermark, namentlich an Ing. Georg Krautgartner und posthum an DI Richard Höllerer, für die Möglichkeit, die Versuche im Revier Wegscheid durchzuführen, die Bereitstellung der Fangbäume sowie des Harvesters und die Unterstützung bei der Falleninstallation.

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Forschungsprojekts Nr. 101687 „IpsEMAN“ im Auftrag und mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (Waldfonds, Maßnahme 8: Forschungsmaßnahmen zum Thema „Klimafitte Wälder“) durchgeführt.

Literatur

Delb, H., Seitz, G., Burger, M., Burzlaff, T., Brieger, F., Sauter, U.H., Kautz, M., 2021: Infektionsgefahr durch Buchdrucker (*Ips typographus*) aus mechanisch mit Vollerntern aufgearbeiteten Fichten - ein Beitrag zur Entscheidungsfindung in der Praxis. Forschungsbericht FVA-Waldschutz, 31 S.

Holzleitner, F., Kanzian, C., Hoch, G., Perny, B., Holzfeind, T., Gruber, P., Messner, S., Immitzer, M., Amerhauser, E., 2021a: Entrindung mit dem Harvesteraggregat als Maßnahme zur Borkenkäferbekämpfung (DEBARK). Endbericht zu Forschungsprojekt Nr. 101294, DaFNE, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft.

Holzleitner, F., Perny, B., Hoch, G., 2021b: Harvester gegen Borkenkäfer. Forstzeitung, Wien, 04-2021, 14-16.