

Motormanuelles Rindenritzen gegen Borkenkäfer – Praxisversuche zu Zeitbedarf und Treibstoffverbrauch

MAXIMILIAN BACHINGER¹, JOHANN KAMMLEITNER², CHRISTIAN KANZIAN¹✉

¹ Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Forsttechnik, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien, Österreich

² Österreichische Bundesforste AG, Nationalparkbetrieb Kalkalpen, Eisenstraße 75, 4462 Reichraming, Österreich

✉ Christian Kanzian: christian.kanzian@boku.ac.at

Forstschutz Aktuell 69 (2024): 29-35

KURZFASSUNG

Die motormanuelle Entrindung mit Anbaugeräten für Motorsägen wird im Nationalparkbetrieb Kalkalpen der Österreichischen Bundesforste AG als präventive Maßnahme im Borkenkäfermanagement eingesetzt. Neben der vollständigen Entrindung existieren Anbaugeräte zum Ritzen oder streifenweisen Entfernen der Rinde, für welche es bisher keine Erfahrungen über die Effektivität gibt. Ein Versuch zum motormanuellen Ritzen von Fichtenstämmen zur Borkenkäferbekämpfung wurde mit einer Arbeitsstudie begleitet. Neben dem Ritzen wurden Fichtenstämmen vollständig mit einem Schälgerät motormanuell entrindet, um Vergleichswerte zu erhalten.

Das Ritzen von 42 Fichtenblochen dauerte im Versuch durchschnittlich 11,8 Minuten pro Festmeter (min/m^3) bzw. 0,9 Minuten pro Quadratmeter (min/m^2) bearbeiteter Rindenfläche. Die vollständige Entrindung mit dem Schälgerät benötigte im Versuch mit 15 Blochen mit $14,1 \text{ min}/\text{m}^3$ bzw. $1,2 \text{ min}/\text{m}^2$ etwas mehr Zeit, d.h. die Zeitersparnis auf Basis der Versuchsdaten betrug beim Ritzen im Mittel ca. 16 %. Für das Ritzen der 44 Bloche wurden insgesamt 3,79 l Treibstoff verbraucht, was einem spezifischen Verbrauch von $0,17 \text{ l}/\text{m}^3$ entspricht. Beim Schälen betrug der spezifische Verbrauch im Mittel $0,27 \text{ l}/\text{m}^3$. Um den Einfluss des Stückvolumens auf den Zeitbedarf zu

ABSTRACT

Motor-manual bark scratching against bark beetles - field study on time requirement and fuel consumption

Motor-manual debarking with chainsaw attachments is used as a preventive measure in bark beetle management in the Kalkalpen National Park (Kalkalpen National Park Unit, Österreichische Bundesforste ÖBf). In this study, we tested scratching or removal of bark in strips with a gouging head mounted on a chainsaw. Complete motor-manual debarking was compared to bark scratching in a work study.

Scratching 42 spruce logs took an average of 11.8 minutes per solid cubic meter (min/m^3) or 0.9 minutes per square meter of treated bark area (min/m^2). Complete debarking took slightly longer in the trial over 15 logs at $14.1 \text{ min}/\text{m}^3$ and $1.2 \text{ min}/\text{m}^2$ respectively, i.e., the time saving for scratching based on the trial data was approx. 16 % on average. A total of 3.79 l of fuel was used for scratching the 42 logs, which corresponds to a specific consumption of $0.17 \text{ l}/\text{m}^3$. The specific consumption for debarking was $0.27 \text{ l}/\text{m}^3$ on average. A covariance analysis was carried out to quantify the influence of the log volume on the time required and to statistically test the differences between the treatments scratching and debarking, respectively. Both, log volume and treatment had a signif-

quantifizieren und die Unterschiede zwischen den Varianten statistisch zu testen, wurde eine Kovarianz Analyse durchgeführt. Sowohl das Stückvolumen als auch die Behandlungsvariante (Ritzen, Schälen) hatten einen signifikanten Einfluss auf den Zeitbedarf. Bei einem Stückvolumen von 0,35 m³ würde sich ein geschätzter Zeitbedarf von 16,4 min/m³ für das Schälen und von 12,0 min/m³ für das Ritzen ergeben, was einer Reduktion des Zeitbedarfes von 27 % entsprechen würde. Diese Angaben beinhalten allerdings nur den reinen Zeitaufwand für das Ritzen oder Schälen, d.h. alle anderen Tätigkeiten, erforderlichen Pausenzeiten, usw. sind nicht berücksichtigt.

SCHLÜSSELWORTE

motormanuelle Entrindung, motormanuelles Rindenritzen, Arbeitsstudie, Treibstoffverbrauch

icant influence on the time required. With a volume of 0.35 m³, the estimated time requirement would be 16.4 min/m³ for motor-manual debarking and 12.0 min/m³ for scratching, which would correspond to a reduction in time requirement of 27 %. However, these figures only include the time required for motor-manual scratching and debarking, i.e. all other work elements and mandatory breaks are not taken into account.

KEYWORDS

motor-manual debarking, motor-manual bark scratching, work study, fuel consumption

Einleitung

Mit fortschreitender Mechanisierung verlagerte sich die arbeitsintensive händische Entrindung von Fichtenrundholz zunehmend vom Wald zum Abnehmer (Vyplel 1992), da die Entrindung mit den neu entwickelten Entrindungsmaschinen (Andersson 1952) wesentlich kostengünstiger durchgeführt werden konnte. Der Ausbau des Forststraßennetzes und die Entwicklung des Transportwesens ermöglichten einen raschen Abtransport des Fichtenrundholzes in Rinde, wodurch die Notwendigkeit der Entrindung im Wald aus Forstschutzgründen entfiel.

Im Falle von Kalamitäten oder drohenden Borkenkäfermassenvermehrungen, wenn Fichtenrundholz in Rinde nicht zeitgerecht aufgearbeitet und aus dem Wald entfernt werden kann, stellt die Entrindung eine Maßnahme dar, um den Befall durch rindenbrütende Insekten zu verhindern und deren Vermehrung einzuschränken. Dort, wo die mechanisierte Aufarbeitung von Fichtenholz eingesetzt wird, kann dies mit umgerüsteten Harvester- bzw. Prozessoraggregaten durchgeführt werden (Holzleitner und Kanzian 2022).

Bei kleinen Holz mengen, in schwer zugänglichem Gelände oder wenn das Holz im Wald verbleiben soll, wie z.B. in Schutzgebieten, stellt die maschinelle Entrindung meistens keine Option dar. So wird z.B. im Nationalparkbetrieb Kalkalpen der Österreichischen Bundesforste AG (ÖBf) zur Behandlung von Schadholz die motormanuelle Entrindung mit Anbaugeräten (Schälen) für Motorsägen durchgeführt. Obwohl die vollständige motormanuelle Entrindung seit längerem praktiziert wird, sind den Autoren kaum arbeitswissenschaftliche Studien bekannt. Einzig Thorn et al. (2016) untersuchten in einem Versuch mit drei unterschiedlichen Anbaugeräten neben den Forstschutzaspekten auch den Zeitbedarf für die Bearbeitung an 45 Bäumen. Je nach Anbaugerät ergab sich ein Zeitbedarf von 20 bis ca. 45 Minuten pro Festmeter (min/m³) für die übliche Bearbeitung von Windwurfholz vom Abstocken bis zur

vollständigen Entrindung. Neben der vollständigen Entrindung wurde auch die streifenweise Entrindung getestet, wobei eine Zeitersparnis von 20 % erzielt werden konnte. Hagge et al. (2019) geben eine Kostenersparnis von 28 % beim streifenweisen Entrinden im Vergleich zur vollständigen Entrindung mit einem Motorsägenanbaugerät an.

Da das streifenweise Entrinden (Ritzen) gegenüber der vollständigen Entrindung auch ökologische Vorteile bieten könnte, wurde diese Methode in einem Praxisversuch im Nationalpark Kalkalpen getestet. Das Ritzen der Stämme wurde auf die Eignung in der Borkenkäferbekämpfung untersucht (Puschacher et al. 2024) und durch eine Zeitstudie im Rahmen einer Bachelorarbeit (Bachinger 2022) begleitet, um den Zeit- und Treibstoffbedarf für das Ritzen zu ermitteln. Unabhängig von der Forstschutzversuchsanlage wurde das vollständige Entrinden (Schälen) von Einzelstämmen beobachtet, um Vergleichswerte ermitteln zu können.

Material und Methoden

Antriebs- und Anbaugeräte

Sowohl für das Ritzen als auch das Schälen wurden riemengetriebene Anbaugeräte für Motorsägen der Firma Eder Maschinenbau GmbH (Deutschland) eingesetzt. Beide Anbaugeräte wiegen jeweils ca. 2,5 bis 2,7 kg und werden statt des Kettenwertes an Motorsägen montiert (Abbildung 1 und 2). Die Arbeitsbreite des Eder Schälgeräts ESG1 beträgt 120 mm, wobei das Schälgerät vier Klingen mit einer Breite von jeweils 30 mm aufweist. Die Eder Borkenkäferfräse EBF1 zum Ritzen verfügt über vier Messer, die den Stamm in einem Abstand von 24 mm einritzen bei einer Arbeitsbreite von 90 mm (Herstellernangabe). Beim Versuch dienten zwei unterschiedliche Motorsägen, eine MS 362 C und eine MS 400 C (Stihl Holding AG & Co. KG,



ABBILDUNG 1: Eder Borkenkäferfräse EBF1, montiert auf der Motorsäge Stihl MS 362 C. Das Gerät steht auf einem bereits vollständig geritzten Bloch.

FIGURE 1: Eder EBF1 gouging head mounted on a Stihl MS 362 C chainsaw. The machine is placed on a completely scratched spruce log.



ABBILDUNG 2: Eder Schälgerät ESG1, montiert auf der Motorsäge Stihl MS 362 C. Das Gerät steht auf einem bereits vollständig entrindeten Bloch.

FIGURE 2: Eder chainsaw debarking head ESG1 mounted on a Stihl MS 362 C chainsaw. The machine is placed on a debarked spruce log.

TABELLE 1: Technische Daten der verwendeten Motorsägen (Herstellerangaben).

TABLE 1: Technical specifications of the chainsaws used (manufacturer's data).

Motorsäge	Gewicht leer (kg)	Leistung (kW)	Hubraum (cm ³)	Leistungsgewicht (kg/kW)
Stihl MS 362 C	5,6	3,5	59,0	1,6
Stihl MS 400 C	5,8	4,0	66,8	1,4

Deutschland) als Antriebsgeräte (Tabelle 1). Die Stihl MS 400 C verfügt über eine höhere Leistung und weist ein günstigeres Leistungsgewicht auf. Beide Sägen verfügen mit 3,5 kW (MS 362 C) und 4,0 kW (MS 400 C) über die vom Hersteller der Anbaugeräte angegebene Mindestleistung von 1,5 kW für das Schälgerät bzw. 2,0 kW für die Borkenkäferfräse.

Arbeitsstudie

Die Bereitstellung und Bearbeitung der Versuchsbloche erfolgten in zwei Kampagnen im Nationalpark Kalkalpen. Vom 6. bis 7. April 2021 wurden im Rahmen der Arbeitsstudie insgesamt 44 Bloche (4 m) mit der Borkenkäferfräse geritzt. Die bearbeiteten Bloche bildeten einen Teil des Forstschutzversuches und es wurden jeweils zwei Bloche je Baum für das Ritzen ausgewählt. Da bei zwei Blochen die Videoaufzeichnungen nicht funktionierte, umfasst die Zeitauswertung 42 Bloche mit einem gesamten Volumen von 15,3 m³ inklusive Rinde. In Ergänzung erfolgte für die Arbeitsstudie das Schälen von 15 Blochen (4 m) am 16. und 17. Juni 2021. Dabei wurden alle Bloche von ausgewählten Bäumen vollständig entrindet. Die Dimensionen der Bloche waren beim Schälen mit einem durchschnittlichen Volumen von 0,47 m³ (in Rinde) höher als das der Bloche beim Ritzen mit 0,36 m³. Dementsprechend war die zu bearbeitende Rindenfläche pro Bloch beim Schälen etwas größer mit 4,7 zu 4,2 m² (Tabelle 2). Die Rindenstärke betrug bei den geritzten Blochen zwischen 4 und 10 mm und im Mittel 6,7 mm. Bei den vollständig entrindeten Blochen wurde keine Messung der Rindenstärke vorgenommen. Die Arbeiten wurden von verschiedenen Forstfacharbeitern des Betriebes durchgeführt, wobei die Borkenkäferfräse zum ersten Mal zum Einsatz kam.

Zur Erfassung der Arbeitszeit wurde die gesamte Arbeit zur späteren Auswertung mittels Actionkamera aufgezeichnet. Die Actionkamera war auf einem Stativ angebracht und wurde für jedes Bloch in Position gebracht, sodass sämtliche Arbeitsschritte gut erkennbar aufgezeichnet wurden. Um die Treibstoffeffizienz zu messen, wurde der Verbrauch mittels Nachtanken durch Wiegen des Treibstoffkanisters mit einer Hängewaage (Kern HCB 20K10) vor und nach dem Tanken ermittelt. Um den Arbeitsfluss nicht zu sehr zu beeinträchtigen, wurden zwischen den Verbrauchsmessungen zwei Bloche geritzt. Somit ergaben sich für die 44 Bloche 22 Messungen. Beim

TABELLE 2: Anzahl ausgewerteter Bloche im Überblick mit Dimensionen, Volumen und Rindenfläche (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung).

TABLE 2: Dimensions, volumes and bark area of scratched and debarked logs included in the time analysis (MW = mean value, SD = standard deviation).

Variante	Ritzen		Schälen	
	MW	SD	MW	SD
Anzahl 4m-Bloche	42		15	
Volumen gesamt (m ³)	15,3		7,1	
Mittendurchmesser (cm)	33,3	7,0	37,3	10,9
Volumen (m ³)	0,36	0,15	0,47	0,27
Rindenfläche (m ²)	4,2	0,9	4,7	1,4

Schälen wurde für jedes Bloch der Verbrauch ermittelt.

Die Videoaufzeichnungen wurden mittels speziellen Plugins zur Zeitanalyse für MS Excel ausgewertet, wobei folgende acht Arbeitsschritte unterschieden wurden: Fällen, Asten, Ablängen, Wenden, Ritzen, Schälen, andere Arbeiten und Unterbrechungen. Die Analyse des Zeit- und Kraftstoffbedarfs bezieht sich jedoch nur auf die Arbeitsschritte Ritzen oder Schälen. Bei den anderen Arbeitsschritten wird davon ausgegangen, dass diese unabhängig von den Varianten Ritzen oder Schälen sind. Darüber hinaus wäre für statistisch aussagekräftige Auswertungen aufgrund der hohen Variabilität bei den Arbeitsstudien (Baumdimensionen, Geländeverhältnisse, Arbeitsverfahren etc.) ein wesentlich höherer Stichprobenumfang (n > 100 pro Variante) erforderlich. Im Rahmen der Auswertungen wurden die erhobenen Zeitwerte auf das bearbeitete Volumen sowie die Rindenfläche normiert. Neben deskriptiven Statistiken wurde der Einfluss von Volumen und Variante auf den Zeitbedarf mittels Kovarianzanalysen getestet. Als Grenze für die Signifikanz wird ein Niveau mit einem p-Wert von kleiner als 0,05 festgelegt.

Ergebnisse

Zeitbedarf und Treibstoffverbrauch

Das Ritzen von Fichtenblochen dauerte im Mittel 11,8 min/m³ bzw. 0,9 min/m² bearbeiteter Rindenfläche. Das vollständige Entrinden mit dem Schälgerät benötigte mit 14,1 min/m³ bzw. 1,2 min/m² etwas mehr Zeit, d.h. die Zeitersparnis auf Basis der Versuchsdaten betrug beim Ritzen im Mittel ca. 16 % (Tabelle 3). Vergleicht man die Zeiten aller Messungen, erscheint das Ritzen, bis auf zwei Ausreißer, effizienter als das Schälen zu sein (Abbildung 3). Für das Ritzen der 44 Bloche wurden insgesamt 3,79 l Treibstoff verbraucht, was einem

TABELLE 3: Gegenüberstellung des Zeitbedarfs und Treibstoffverbrauchs beim Ritzen der Rinde und beim Schälen, bezogen auf den bearbeiteten Festmeter und auf die Rindenfläche (MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Anzahl der Messungen).
TABLE 3: Comparison of time and fuel consumption for bark scraping and debarking in relation to solid cubic meters and bark area processed, respectively (MW = mean value, SD = standard deviation, n = number of measurements).

Variante	Ritzen			Schälen		
	MW	SD	n	MW	SD	n
Zeitbedarf nach						
Volumen (min/m ³)	11,8	5,3	42	14,1	5,2	15
Rindenfläche (min/m ²)	0,9	0,3		1,2	0,3	
Treibstoffverbrauch nach						
Volumen (l/m ³)	0,17	0,06	22	0,27	0,14	14
Rindenfläche (l/m ²)	0,014	0,005		0,023	0,006	

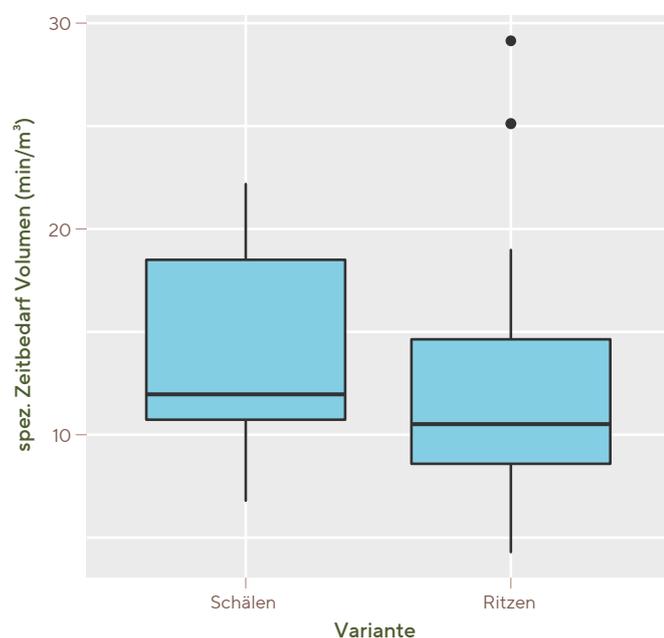


ABBILDUNG 3: Vergleich des spezifischen Zeitbedarfs bezogen auf das bearbeitete Volumen nach den Varianten Schälen und Ritzen.

FIGURE 3: Comparison of the specific time required in relation to the volume processed according to the debarking and scratching treatment.

spezifischen Verbrauch von 0,17 l/m³ entspricht. Beim Schälen betrug der spezifische Verbrauch im Mittel 0,27 l/m³, wobei die hohe Standardabweichung (SD) von 0,14 l/m³ auf eine große Streuung der Daten hinweist.

Betrachtet man den Zeitbedarf je Festmeter in Abhängigkeit vom bearbeiteten Stückvolumen, zeigt sich, dass mit zunehmendem Stückvolumen der spezifische Zeitbedarf sinkt. D.h. für das Schälen und das Ritzen ist der als Stück-Masse-Gesetz bekannte Effekt erkennbar (Abbildung 4). Die Kovarianzanalyse zeigt, dass sowohl die Variante als auch das

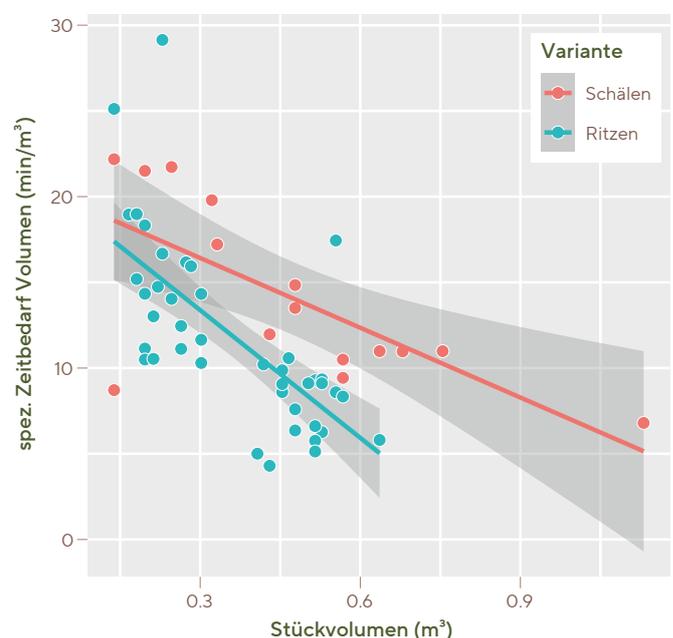


ABBILDUNG 4: Zeitbedarf für das Schälen und Ritzen von Blochen in Abhängigkeit vom bearbeiteten Stückvolumen.

FIGURE 4: Effect of log volume on time required for debarking and bark scratching.

Stückvolumen einen hochsignifikanten Einfluss auf den Zeitbedarf je Festmeter mit p-Werten unter dem geforderten Niveau von $p < 0,05$ haben (Tabelle 4). Ca. 44 % der Streuung des Zeitbedarfs für das Ritzen oder Schälen können durch die gewählten Parameter erklärt werden (R^2 korrigiert). Die 95%-Konfidenzintervalle der Koeffizienten geben an, dass der wahre Wert des jeweiligen Koeffizienten mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % innerhalb des angegebenen Intervalls liegt. Unter Verwendung der Koeffizienten aus Tabelle 4 ergibt sich eine Funktion (1), über die sich der reine Zeit-

TABELLE 4: Statistische Analyse des Zeitbedarfs je Festmeter für Ritzen und Schälen in Abhängigkeit von der Behandlungsvariante und dem Stückvolumen als Kovariate.

TABLE 4: Statistical analysis of time per solid meter for scratching and debarking as a function of treatment type and log volume as a covariate.

Parameter	Koeffizienten	Konfidenzintervall (95 %)	p-Wert
Konstante	22,99	19,53 bis 26,45	<0,001
Variante [Ritzen]	-4,34	-6,84 bis -1,85	0,001
Stückvolumen (m ³)	-18,86	-24,71 bis -13,00	<0,001
Beobachtungen	57		
Bestimmtheitsmaße (R ² / R ² korrigiert)	0,456 / 0,436		

bedarf (min/m³) für das Schälen oder Ritzen abschätzen lässt. Bei der Variante wird bei Schälen = 0 oder bei Ritzen = 1 eingesetzt. 90 % der Stückvolumina in den Studiendaten liegen im Bereich von 0,15 bis 0,65 m³, d.h. nur Werte in diesem Bereich sollten in der Funktion (1) verwendet werden. So reduziert die Variante Ritzen im Vergleich zum Schälen den Zeitbedarf um 4,34 min/m³, wobei der wahre Wert im Bereich -6,84 bis -1,85 mit 95%-Wahrscheinlichkeit liegt. Das bearbeitete Stückvolumen hat mit einem Koeffizienten von -18,86 einen sehr hohen Einfluss. Unter Verwendung der Funktion (1) ergibt sich so bei einem Stückvolumen von 0,25 m³ eine Zeit von 18,3 min/m³ für das Schälen bzw. 13,9 min/m³ beim Ritzen. Verdoppelt sich das Stückvolumen auf 0,5 m³, reduzieren sich die geschätzten Zeiten auf 13,6 min/m³ beim Schälen bzw. 9,2 min/m³ beim Ritzen.

Funktion (1):

$$\text{Zeitbedarf} = 22,99 - 4,34 * \text{Variante} - 18,86 * \text{Stückvolumen}$$

Diskussion

Der ermittelte Zeitbedarf für das Ritzen und Schälen lässt sich nicht mit den Ergebnissen von Thorn et al. (2016) vergleichen, da bei Thorn et al. (2016) alle Arbeitsschritte in der Studie inkludiert wurden, vom Abstocken bis zum Rindenbearbeiten. Zarges et al. (2023) geben für die streifenweise Entrindung mittels Motorsägenaufsatz ebenfalls unter Einbeziehung aller Arbeitsschritte eine Produktivität von 3,2 m³/h an. Eine Aufschlüsselung der Arbeitszeiten auf die einzelnen Arbeitsschritte erfolgt in den beiden genannten Studien leider nicht.

Unter Verwendung der aus den Studiendaten abgeleiteten Zeitbedarf-Schätzfunktion (1) ergeben sich bei einem mittleren Stückvolumen von 0,35 m³ ein Wert von 12,0 min/m³ und umgerechnet eine Produktivität von ca. 5,0 m³/h für das Ritzen. Beim Schälen ergeben sich Werte von 16,4 min/m³ und

3,7 m³/h beim selben Stückvolumen, was einer Reduktion des Zeitbedarfs für den Arbeitsschritt „Rindenbearbeitung“ von ca. 27 % entsprechen würde. Da die Rindenbearbeitung nur einen Teil der gesamten notwendigen Arbeitszeit einnimmt, darf dieser Prozentwert nicht auf die Kosten übertragen werden. Von einer ähnlich hohen Zeitersparnis mit 28 % beim Vergleich vollständigem zu streifenweisem Entrinden berichten Hohenadl und Wolf (2022), wobei die Autoren je nach Holzdimension Stundenleistungen von 0,7 bis 5,8 m³ angeben. Über die Schätzfunktion (1) dieser Studie ergeben sich, umgerechnet auf Produktivitäten, Werte von 3,8 m³/h bei einem Stückvolumen von 0,15 m³ und 9,4 m³/h bei einem Stückvolumen von 0,65 m³. Wendet man den in forstlichen Zeitstudien üblichen Faktor von 1,35 zur Berücksichtigung von Unterbrechungen bis zu 15 Minuten an, so ergeben sich Produktivitäten von 2,8 bis 7,0 m³/PSH15 (produktive Systemstunden inkl. Unterbrechungen bis 15 Minuten). Für die vorliegende Studie dürfte der Faktor eher bei 2,0 und die Produktivitäten im Bereich von 1,9 bis 5,2 m³/h liegen, da der Faktor 1,35 meist im Zusammenhang mit mechanisierter Holzernte und nicht mit reinen Motorsägearbeiten genannt wird.

Der Stichprobenumfang dieser Studie lässt nur eine eingeschränkte Verallgemeinerung der Ergebnisse im Hinblick auf das Produktivitätsniveau zu. Das relativ niedrige Bestimmtheitsmaß von knapp 44 % verdeutlicht das die Produktivitätswerte nur mit Vorsicht übertragbar sind. Für forstliche Arbeitsstudien übliche und gewünschte Werte von mindestens 60 % für das Bestimmtheitsmaß wurden zwar nicht erreicht, aber man kann von einer signifikanten Zeitersparnis beim Vergleich von Ritzen und Schälen ausgehen. Neben der Betrachtung des Zeitbedarfs, sollten in zukünftigen Studien zur motormanuellen Entrindung auch ergonomische Aspekte mitberücksichtigt werden.

Analog zum Zeitbedarf verringert sich auch der spezifische Treibstoffverbrauch beim Ritzen im Vergleich zum Schälen um 37 %. Auf Grund des relativ geringen Stichprobenumfangs wurde beim Treibstoffverbrauch auf eine tiefere statistische Analyse verzichtet.

Die Verwendung der Borkenkäferfräse zum Ritzen der Bloche wurde erstmalig im Betrieb getestet. Dementsprechend waren die Erfahrungen in der Handhabung noch gering. So wurde während der Aufnahmen gelegentlich beobachtet, dass die gleiche Rindenstelle mehrmals geritzt wurde, d.h. dass die Borkenkäferfräse mehrmals über die gleiche Stelle gezogen wurde. Dies könnte daran gelegen haben, dass das zu bearbeitende Bloch nicht immer so gedreht werden konnte, dass sich die Arbeitsbereiche nicht überlappten. Um keine Stellen unbearbeitet zu lassen, wurde ein doppeltes Ritzen in Kauf genommen. Die maximale Arbeitstiefe der Messer beträgt ca. 9 mm und sollte bei einer mittleren Rindenstärke von 6,7 mm und einer maximal gemessenen Rindenstärke von 10 mm einschränkend wirken.

Neben der eingesetzten Borkenkäferfräse mit den relativ schmalen Messern gibt es ein weiteres Anbaugerät mit der Bezeichnung „Streifenmesser Nationalpark Bayrischer Wald“.

Dieses Anbaugerät beruht auf dem Schälgerät, hat aber Messer mit einer Breite von 14 mm, um breitere Streifen in die Rinde zu fräsen. Möglicherweise erleichtern die breiteren Streifen das Erkennen bereits bearbeiteter Rindenflächen besser. In der Studie von Thorn et al. (2016) wurde wahrscheinlich eben dieses Anbaugerät eingesetzt.

Literatur

Andersson, A.E., 1952: Machine for removing bark from logs. US2623558A.

Bachinger, M. 2022: Motor-manuelle Entrindung gegen Borkenkäfer aus forsttechnischer Sicht. Bachelorarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 58 S.

Hagge, J., Leibl, F., Müller, J., Plechinger, M., Soutinho, J.G., Thorn, S. 2019: Reconciling pest control, nature conservation, and recreation in coniferous forests. *Conservation Letters*, 12(2), e12615. <https://doi.org/10.1111/conl.12615>

Hohenadl, A., Wolf, J., 2022: Borkenkäfer - Das bringen Streifenmesser. *Landwirt*, 22, 76-79.

Holzleitner, F., Kanzian, C., 2022: Integrated in-stand debarking with a harvester in cut-to-length operations – processing and extraction performance assessment. *International Journal of Forest Engineering*, 33, 66-79. <https://doi.org/10.1080/14942119.2021.2013049>

Danksagung

Für die professionelle Durchführung der Arbeiten gebührt den Forstfacharbeitern Tobias Kirchwegger, Gerd Maderbacher und Konrad Oberbrammer vom Nationalparkbetrieb Kalkalpen der Österreichischen Bundesforste AG ein herzliches Dankeschön. Wir bedanken uns bei den Österreichischen Bundesforsten, insbesondere bei Frau Dr. Monika Kanzian und Jürgen Puschacher, für die finanzielle und praktische Unterstützung sowie das Interesse an dieser Arbeit.

Puschacher, J., Steyrer, G. Kammleitner, J., Hoch, G., 2024: Ritzen der Rinde von Fichtenstämmen als Werkzeug im integrierten Borkenkäfermanagement. *Forstschutz Aktuell*, 69, 22-28.

Thorn, S., Bäessler, C., Bußler, H., Lindenmayer, D.B., Schmidt, S., Seibold, S., Wende, B., Müller, J. 2016: Bark-scratching of storm-felled trees preserves biodiversity at lower economic costs compared to debarking. *Forest Ecology and Management*, 364, 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.12.044>

Vyplel, K. 1992: Entwicklung und Stand der mobilen Seilbringung in Österreich. In: Tresniowski, A. (Ed.), 26. Internationales Symposium zur Mechanisierung der Waldarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Forsttechnik, 31-47.

Zarges, S., Thorn, S., Bußler, H., Siegler, H., Wolf, J., Hagge, J. 2023: Low accuracy bark gouging controls *Ips typographus* outbreaks while conserving non-target beetle diversity. *Forest Ecology and Management*, 548, 11. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121399>