

Debarking Heads

Entrindende Harvesterköpfe reduzieren den Nährstoffentzug, fördern den Waldschutz und ermöglichen eine Optimierung der Logistikkette

Caroline Bennemann, Joachim B. Heppelmann, Stefan Wittkopf, Andrea Hauck, Jochen Grünberger, Bernd Heinrich und Ute Seeling

In den letzten Jahren wurden entrindende Harvesterköpfe (Debarking Heads) für mitteleuropäische Wälder erforscht und bis zur Praxistauglichkeit weiterentwickelt. Sie bieten vielfältige ökonomische und ökologische Vorteile bei vergleichsweise geringen Mehrkosten bei der Holzernte. Deutschlandweit befanden sich 2019 mehr als 30 solcher umgerüsteten Aggregate im Einsatz.



1 Ungerüstetes Ponsse H7-Aggregat beim Entrinden einer Fichte in einem der Sommerversuche
Foto: J. B. Heppelmann

Während in den 1970er und 1980er Jahren in Bayern mehr als die Hälfte der Fichten entrindet verkauft wurden, sank dieser Wert zuletzt auf unter 5%. Die Entrindungstechniken änderten sich von Schälseisen über mobile Entrindungsmaschinen hin zu stationären Entrindungsanlagen, der Ort der Entrindung verlagerte sich aus dem Wald in die Werke und wurde vom Holzernteprozess entkoppelt (Leidner 2015).

In Eukalyptus-Plantagen, ist die Entrindung hingegen Teil des vollmechanisierten Ernteprozesses. Hierfür werden bevorzugt »Euca Heads«, entrindende Har-

vesterköpfe, eingesetzt. Diese wurden entsprechend den Anforderungen der Plantagenwirtschaft entwickelt und sind an geringe und homogene Durchmesser im Bestand angepasst. Sie ermöglichen eine effiziente Entrindung während der Holzernte im Kahlschlagverfahren, wobei Beschädigungen am Holzkörper nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Debarking Heads für Mitteleuropa

Die Anforderungen an Harvesteraggregate in Mitteleuropa unterscheiden sich wesentlich von denen in Eukalyptus-Plantagen. Es werden verschiedene Baumarten geerntet, die Durchmesser-Spreitung ist groß und die Beschädigung des Holzkörpers sollte minimiert oder gar vermieden werden.

Seit 2014 erforschen daher die Fakultät für Wald und Forstwirtschaft der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) und das Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF) in zwei Projekten die Durchführbarkeit von Modifikationen an europäischen Harvesteraggregaten und deren Auswirkungen auf die Holzernte einschließlich der Logistikkette in Deutschland. Gefördert werden die Projekte durch die Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

Für die Entwicklung mitteleuropäischer Debarking Heads wurden konventionell eingesetzte Fällköpfe umgebaut und das Ernteverfahren modifiziert. Eine Marktanalyse und die Kontaktaufnahme mit Forstmaschinen-Herstellern ergab drei Aggregate, mit denen eine Reihe von Versuchen durchgeführt werden konnten. Dabei handelt es sich um die Aggregate John Deere H480C, Log Max 7000C und Ponsse H7 (Abbildungen 2 und 3). Zuletzt wurden in Rheinland-Pfalz auch Versuche mit einem Komatsu S132 durchgeführt (Hauck & Prüm 2019).

Funktionsweise der Debarking Heads

Für die Umrüstung wurden je nach Modell verschiedene Bauteile ausgetauscht, beispielsweise die Vorschubwalzen und das Längenmessrad (Abbildung 2). Dabei wurden die Umbaumaßnahmen möglichst gering gehalten, um die Umrüstkosten und -zeiten zu minimieren. Über die technischen Modifikationen hinaus mussten verschiedene Maschineneinstellungen angepasst werden (Heppelmann et al. 2019a).

Die Entfernung der Rinde erfolgt durch die Vorschubwalzen, auf denen statt der konventionellen Stacheln messerartige Lamellen, sogenannte Stege, schräg aufgeschweißt sind. Durch den schrägen Anbau der Stege wird der Stamm im Aggregat um die eigene Längsachse in Rotation versetzt und die obere Rindenschicht wird auf ganzer Fläche gelockert. Die Messer können die Rinde dann entfernen. Um ausreichende Entrindungsprozente zu erreichen, müssen die Stämme mindestens dreimal in ganzer Länge durch das Aggregat gelassen werden. Bei den Aggregaten von Log Max und Ponsse erfolgt der Großteil der Entrindung bei den Vorwärtsbewegungen, also vom stärkeren zum schwächeren Ende, bei dem John Deere Aggregat in der Rückwärtsbewegung.

Zur Ermittlung der Entrindungsergebnisse wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Scientes Mondium UG die Software »Stemsurf« entwickelt, bei der anhand von digitalen Bildern das Entrindungsprozent ermittelt werden kann. Die Entrindungsprozente an Fichten (*Picea abies*) und Kiefern (*Pinus sylvestris*) lagen im Sommersversuch über alle Stärkeklassen hinweg bei dreimaligem Durchzug des Stammes in ganzer Länge durch das modifizierte Aggregat im Mittel bei 84%. Im Winterversuch, also außerhalb der Saftzeit, sank das Entrindungsprozent im Mittel auf 56% bei gleichem Versuchsaufbau (Heppelmann et al. 2019b). Bei den Versuchshieben wurden alle anfallenden Bäume entrindet und es konnte auch gezeigt werden, dass sich die modifizierten Debarking Heads auch für die Entrindung von Laubbäumen eignen.

Verbleib von Nährstoffen im Bestand

Die Rinde an Derbholz macht im Mittel etwa 5% der oberirdischen Biomasse von Bäumen aus (Weis & Göttlein 2012). Der Nährstoffgehalt der Rinde hängt grundsätzlich nicht nur von der Baumart, sondern auch vom Standort und der dort verfügbaren Nährstoffmenge ab. Die Verteilung der Nährstoffe in den Baumkompartimenten variiert stark. In Fichtenrinden ist das am stärksten vertretene Nährelement Calcium mit durchschnittlich 31% des Gesamtvorsrats dieses Nährelements im Baum. Bei jeder Holzerntemaßnahme, bei der keine Entrindung stattfindet, werden die rindengebundenen Nährelemente dem Wald entzogen (Fangauer 2017).

Besondere Qualität als Brennstoff

Bei der Verbrennung von Holz entsteht Asche. Die zurückbleibenden Ascheanteile hängen von der Zusammensetzung des Brennmaterials ab. Bei der Verbrennung von Holz mit Rinde bleibt ein Ascheanteil von etwa 1% bis 2,5% zurück, bei der Verbrennung von Holz ohne Rinde etwa 0,8% bis 1,4% (Oberberger 1997). Wird also entrindetes Holz verbrannt, fällt weniger Asche an. Dies vermindert die Ascheentsorgungskosten, erhöht die Lebensdauer und senkt die Wartungsintensität der Verbrennungsanlagen. Der Wirkungsgrad steigt und die Feinstaubemissionen werden reduziert (Lankes 2019).

Waldschutz

Durch die Entrindung werden Borkenkäferlarven und -puppen entweder zerquetscht oder »an die frische Luft gesetzt«, wo sie vertrocknen. Rosnau (2017) untersuchte die Überlebensrate von Buchdrucker (*Ips typographus*) auf der Walzenspur der konventionellen Stachelwalze bei einmaligem Durchschieben durch das Aggregat, im Vergleich zum Bereich des Holzes, der nicht von der Vorschubwalze überfahren wurde. Er konnte bei Buchdrucker-Larven eine Reduktion von 37%, bei Imagines von 44% der überlebenden Individuen zeigen. Wie sich die Nutzung von entrindenden Harvesterköpfen auf die Entwicklung und Mortalität von Imagines auswirkt, wird derzeit in einem weiteren Versuch untersucht. Dazu wurde Rinde von der Aufarbeitung eines Käferlochs mit einem Debarking Head mehrere Wochen unter Elektoren-Fallen im Bestand belassen. Die Fangzahlen deuten darauf hin, dass Imagines nicht mehr aus den Rindenhäuten ausfliegen und keine Geschwisterbruten anlegen.

Optimierung der Logistikkette

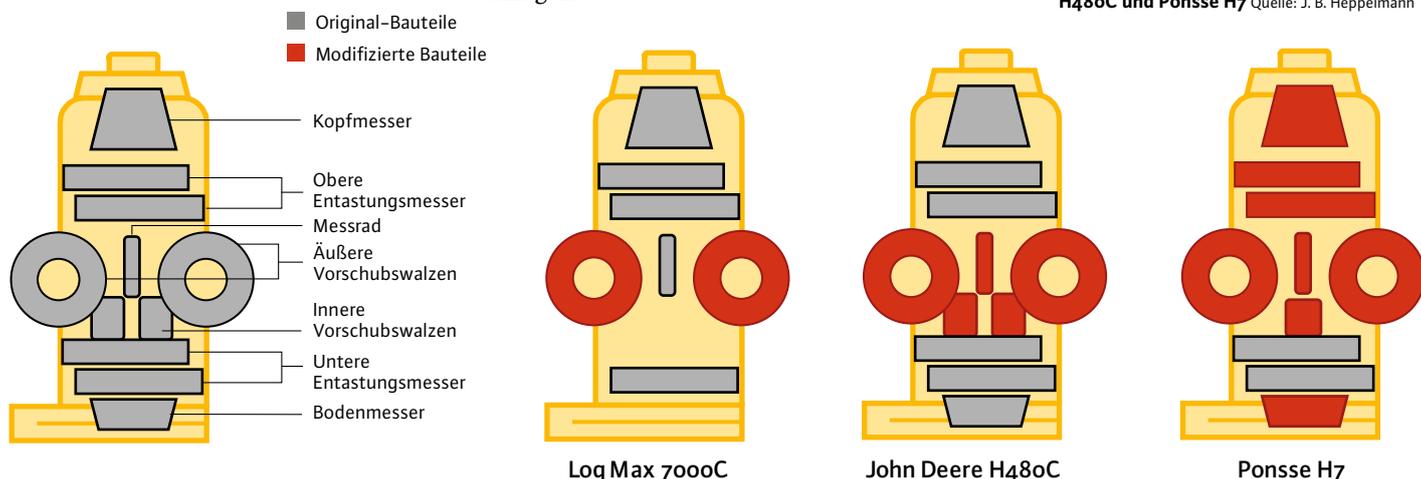
Entrindetes Holz trocknet bis zu 45% schneller als nicht entrindetes Holz (Heppelmann et al. 2019c). Bei luftiger Polterung kann somit die Gefahr von Bläue, die besonders bei Holzfeuchten über 50% auftritt (Schmidt 1994), gemindert werden.

Die Herabsenkung der Holzfeuchte zieht darüber hinaus eine Abnahme der Masse mit sich, die sich positiv auf den Holztransport auswirkt, da bei gleichem Gewicht des Holztransportes mehr Holz geladen werden kann. Die glatte, zunächst seifige Oberfläche entrindeter Stämme führt zu einer Abnahme der Reibung der Stämme untereinander. Für einen sicheren Abtransport des Holzes empfiehlt sich daher eine Lagerungsdauer der Stämme von mindestens sieben Tagen bei trockener Witterung (Heppelmann et al. 2019c).

Ökonomische Bewertung

Die Kosten für die Umrüstung vom konventionellen zum entrindenden Aggregat variieren je nach Umfang (Abbildung 2) und Zeitaufwand der Umbaumaßnahmen. Um eine ausreichende Entrindung des Stammes zu erreichen, muss dieser, anders als bei der konventionellen Holzernte, mehrfach durch das Aggregat gelassen werden. Die reine Aufarbeitungszeit eines Stammes nahm bei den Versuchen um etwa ein Drittel zu. Die Gesamtarbeitsleistung des Harvesters (Fm/MAS) verringert sich dadurch um etwa 10%. In den Versuchen, die in Fichten bzw. Kiefern dominierten Beständen stattfanden, stiegen die Gesamtkosten

2 Schematischer Aufbau eines Harvesterkopfes mit entsprechenden Modifikationen am Log Max 7000C, John Deere H480C und Ponsse H7 Quelle: J. B. Heppelmann





3 Harvesterköpfe (v.l.n.r.) Log Max 7000C, John Deere H480C und Ponsse H7 nach der Modifikation zum Debarking Head entsprechend der Abbildung 2
Fotos: J. B. Heppelmann und J. Grünberger



ten der Holzerntemaßnahme um bis zu 5 €/Fm, dabei wurden weitere Kostenfaktoren wie die Investitionskosten für die Umrüstsätze, die Standzeiten für die Umbauten am Aggregat und die Minderleistung während der Einarbeitungszeit des Maschinenführers nicht berücksichtigt (Heppelmann et al. 2019a).

Seit Anfang 2020 wird die Entrindung zur Borkenkäferbekämpfung in allen Bundesländern gefördert. Die Höhe der Fördersätze und die genauen Voraussetzungen zur Förderfähigkeit hängen vom jeweiligen Bundesland ab. In Bayern werden (Stand Juli 2019), außerhalb von Schutzwald, 5 €/Fm entrindetem Holz ausgezahlt (StMELF 2019).

Zusammenfassung

Die Weiterentwicklung von Debarking Heads, die in mitteleuropäischen Wäldern einsetzbar sind, wurde seit 2014 bis zur Praxistauglichkeit durchgeführt. Durch den Umbau konventioneller Aggregate ist eine Einbindung der Entrindung in den Holzertprozess möglich. Beim Einsatz entrindender Harvesteraggregate steigen die Holzernkosten im Vergleich zur Nutzung von konventionellen Aggregaten verfahrensbedingt leicht an, diese Erhöhung wird jedoch von den vielfältigen Vorteilen aufgewogen. Der Verbleib der Rinde im Bestand sorgt für den Erhalt der rindengebundenen Nährstoffe im Wald. Bei Borkenkäferkalamitäten entzieht die Entrindung den Insekten den Brutraum. Bei der derzeitigen Waldschutzsituation entspannt die sofortige Entrindung der Fichte den Absatzdruck der Holzvermarktung. Der Wegfall der Rinde führt eine Gewichts- und Volumenreduktion der Rundholzsortimente mit sich. Das Holz trocknet schneller ab, beim Transport wird bei gleichem Holzvolumen weniger Gewicht transportiert, die Kraftstoffbeansparungen kommen der Umwelt und »dem Geldbeutel« zu Gute. Die Verbrennung entrindeter Sortimente führt zu weniger Ascheanfall im Brennraum und zu geringeren Feinstaubemissionen.

Debarking Heads in der Praxis

In Deutschland befanden sich 2019 mehr als 30 Debarking Heads im Einsatz (Hauck & Prüm 2019), europaweit über 40. Die holzbearbeitende Industrie, die die Rinde gerne für die Gewinnung von Strom und Wärme für Trocknungsanlagen verwendet, steht der Entrindung im Wald kritisch gegenüber. Studien zur Akzeptanz werden im weiteren Projektverlauf durchgeführt.

Im Rahmen des Projekts wurden zahlreiche Fachartikel und Abschlussarbeiten angefertigt. Die Technik wurde im Laufe der Jahre auf verschiedenen Messen und Tagungen präsentiert (Interforst, FORMEC, FoWiTa...), mehrere Kurzfilme sind auf den Internetseiten der Projektpartner verfügbar. Auf der KWF-Tagung 2016 wurden Debarking Heads mit einem eigenen Exkursionspunkt vorgestellt. Auch bei der nächsten KWF-Tagung vom 30. Juni bis 3. Juli 2021 in Schwarzenborn (Hessen) werden die neuen Projektergebnisse auf der Fachexkursionsrunde am Punkt: »Debarking Heads in der Praxis: Nährstoffe – Waldschutz – Logistik« präsentiert.

Autoren

Caroline Bennemann, Projektbearbeiterin, und Prof. Dr. Stefan Wittkopf, Projektleiter, arbeiten an der Fakultät für Wald und Forstwirtschaft der Hochschule Weihenstephan Triesdorf (HSWT). Dort war auch Joachim B. Heppelmann bis Ende 2019 als Projektbearbeiter beschäftigt. Andrea Hauck, Projektbearbeiterin, Jochen Grünberger, ehemaliger Projektbearbeiter, Bernd Heinrich, Fachressortleiter Bioenergie und Stoffkreisläufe Nachhaltigkeit und Prof. Dr. Ute Seeling, Projektleiterin und geschäftsführende Direktorin, sind beim Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF) tätig.
Kontakt: caroline.bennemann@hswt.de
andrea.hauck@kwf-online.de

Literatur

- Fangauer, J. (2017): Verbleib von rindengebundenen Nährstoffen im Bestand bei vollmechanisierter Holzern mit und ohne Entrindung. Bachelorarbeit. Fachbereich für Holzenergie, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. 47 S.
- Hauck, A.; Prüm, H.-J. (2019): Debarking Head im Hunsrück – Vollmechanisierte Holzernete bei gleichzeitiger Entrindung. Forsttechnische Informationen (FTI) 71 (4). S.14f
- Heppelmann, J.B.; Wittkopf, S.; Grünberger, J.; Seeling, U. (2019a): Schlussbericht zum Vorhaben »Nährstoffentzug bei der Holzernete minimieren durch die Nutzung von entrindenden Harvesterfällköpfen ‚Debarking Head‘ (Debarking Heads 1)«. Veröffentlicht am 20.09.2019. 100 S.
- Heppelmann, J.B.; Labelle, E.R.; Seifert, T.; Seifert, S.; Wittkopf, S. (2019b): Development and Validation of a Photo-Based Measurement System to Calculate the Debarking Percentages of Processed Logs. Remote Sensing 11 (9). S. 1133. DOI: 10.3390/rs11091133
- Heppelmann, J.B.; Labelle, E.R.; Wittkopf, S. (2019c): Static and Sliding Frictions of Roundwood Exposed to Different Levels of Processing and Their Impact on Transportation Logistics. Forests 10 (7). S. 568. DOI: 10.3390/f10070568
- Lanke, M. (2019): Analyse der Feinstaubemissionen von Stämmen mit und ohne Rinde bei Fichte, Buche und Pappel. Bachelorarbeit. Fachbereich für Holzenergie, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. 72 S.
- Leidner, W. (2015): Werk statt Wald – Entwicklung der Rundholzsortierung in Deutschland. Bachelorarbeit. Fachbereich für Holzenergie, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. 52 S.
- Obernberger, I. (1997): Aschen aus Biomassefeuerungen – Zusammensetzung und Verwertung. Institut für Verfahrenstechnik, TU Graz, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf. 36 S.
- Rosnau, F. (2017): Einfluss der mechanisierten Holzernete auf Leben und Tod von Buchdrucker (Ips typographus) und Kupferstecher (Pityogenes chalcographus). Bachelorarbeit. Fachbereich für Holzenergie, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. 80 S.
- Schmidt, O. (1994): Holz- und Baumpilze – Biologie, Schäden, Schutz, Nutzen. Springer. 246 S.
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2019): Staatliche Förderungen für waldbauliche Maßnahmen – Wegweiser für bayerische Waldbesitzer. Stand Juli 2019. 36 S.
- Weis, W.; Göttlein, A. (2012): Nährstoffnachhaltige Biomassenutzung – Bei der Nutzung von Biomasse ist Vorsicht geboten: Nicht jeder Waldstandort verträgt den erhöhten Nährstoffentzug. LWF aktuell 90, S. 44–47

Projekte

Nährstoffentzug bei der Holzernete minimieren – durch die Nutzung von entrindenden Harvesterfällköpfen (Debarking Heads I) (Laufzeit: 2014–2017)
Entwicklung und Bewertung von Logistikketten bei Einsatz von entrindenden Harvesterfällköpfen (Debarking Heads II) (Laufzeit: 1.12.2017–31.07.2020)
<https://forschung.hswt.de/forschungsprojekte>
Gefördert durch die Fachagentur für Wachsende Rohstoffe (www.fnr.de) im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft