

Bereitstellung von Waldhackschnitzeln

Die energetische Nutzung von Holz hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Die Bereitstellung von Waldhackschnitzeln für Biomasseheiz(kraft)werke und der Betrieb kleinerer Hackschnitzelheizungen bieten den Waldbesitzern neue Absatzmöglichkeiten. Waldhackschnitzelheizungen machen unabhängig von fossilen Brennstoffen. Notwendige Waldschutzmaßnahmen lassen sich so kostendeckend durchführen. Dabei muss auch die Nährstoffnachhaltigkeit gesichert werden.

Produktion und Vermarktung

Wenn Sie beabsichtigen, in Ihrem Wald Hackschnitzel zu produzieren, empfiehlt sich vorab ein ausführliches Gespräch mit dem für Sie zuständigen Beratungsförster vom Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF).

Sofern die Hackschnitzel nicht im eigenen Betrieb zum Einsatz kommen, sollten Abnahme und Lieferzeitpunkt bereits vor der Bereitstellung vertraglich gesichert werden. Viele forstliche Zusammenschlüsse (Forstbetriebsgemeinschaften, Waldbesitzervereinigungen) haben Rahmenlieferverträge mit Heizwerken und unterstützen ihre Mitglieder bei der Hackschnitzelvermarktung. In gemeinsamen Einsätzen mit mehreren Waldbesitzern können Mengen gebündelt und so die Hackereinsätze noch wirtschaftlicher durchgeführt werden. Die zügige Abwicklung erhöht die Waldschutzwirksamkeit und reduziert Heizwertverluste.

Bei der Hackschnitzelbereitstellung kommen oft Maschinen mit unterschiedlichen Mengenleistungen zum Einsatz. Gekoppelte

Verfahren, bei denen alle Arbeitsschritte zeitlich unmittelbar aufeinander folgen, stellen hohe Anforderungen an die Arbeitsorganisation. Kleine Pannen oder Verzögerungen führen zu Wartezeiten und höheren Kosten. In der Praxis schneiden deshalb zeitlich entkoppelte Verfahren günstiger ab.

Je höher mechanisiert ein Verfahren ist, desto stärker schlagen die Kosten beim Umsetzen, Wartezeiten oder Pannen zu Buche. Niedrig mechanisierte Bereitstellungsverfahren haben allerdings eine deutlich geringere Leistung.

Der mögliche Erlös hängt auch von der Qualität der produzierten Hackschnitzel ab. Hochwertige Hackschnitzel haben einen hohen Holzanteil und einen niedrigen Wassergehalt. Bei größeren Heiz(kraft)werken wird meist entsprechend der gelieferten Qualität abgerechnet. In kleineren Anlagen kommen in der Regel nur vorgetrocknete Hackschnitzel mit hohem Holzanteil zum Einsatz.

Je schwächer das Material, desto höher die Bereitstellungskosten!

In der Säge- und Holzindustrie verwendbares Holz sollte in der Regel auch dort zum Einsatz kommen. Bei entsprechendem Mengenanfall und Abnahmemöglichkeiten lohnt sich die Aushaltung von Stammholz oder Industrieholz.



Waldrestholz (z. B. Gipfel und Äste)



Energierundholz (grob geastet, auch dürre, sehr faule Stammabschnitte)

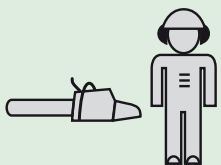
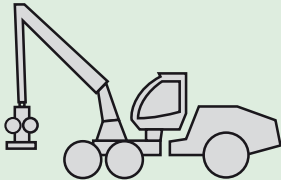
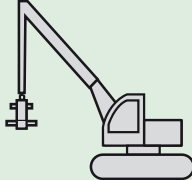
Bereitstellungskosten

Leistung des Hackers
Qualität der Hackschnitzel

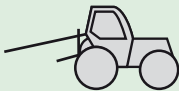
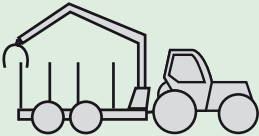

Verfahrensschritte bei der Bereitstellung von Waldhackschnitzeln

Mechanisierungsgrad

Schritt 1: Ernte


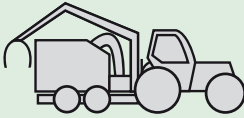

Arbeitsgerät	Motorsäge	Harvester	Maschine mit Mehrfachfällkopf
			
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • motormanuelles Fällen und Aufarbeiten von Säge-, Industrie- und Energieholz 	<ul style="list-style-type: none"> • Fällen und Aufarbeiten von Säge-, Industrie- und Energieholz • Unternehmereinsatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Bagger (auch andere Trägerfahrzeuge möglich) • Fällen und Bündeln von Energieholz (ohne Entasten) • Unternehmereinsatz
Einsatzbereich	<ul style="list-style-type: none"> • Pflegebestände • Erst- und Zweiddurchforstungen und Verjüngungsbestände im Rahmen der regulären Holzernte • Anlage von Rückegassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Pflegebestände • Erst- und Zweiddurchforstungen und Verjüngungsbestände im Rahmen der regulären Holzernte • Anlage von Rückegassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Pflegebestände • schwache Erstdurchforstungen • Anlage von Rückegassen
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenleistung möglich • Nutzung eigener Geräte • auch bei Kleinmengen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitssicherheit hoch • bindet keine eigene Arbeitskraft • hohe Leistung bei Säge- und Industrieholz 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitssicherheit hoch • bindet keine eigene Arbeitskraft • hohe Leistung im Schwachholz
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • hohe körperliche Belastung • Arbeitssicherheit gering • geringe Leistung im Schwachholz 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Kosten im Schwachholz 	<ul style="list-style-type: none"> • Nährstoffentzug hoch • in der Regel kein Aushalten von Säge- und Industrieholz
Leistung	2–8 Srm/Stunde	5–35 Srm/MAS	5–35 Srm/MAS

Schritt 2: Rücken und Poltern des Hackholzes

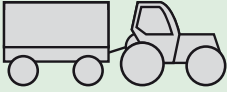
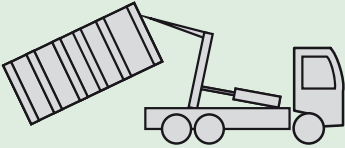
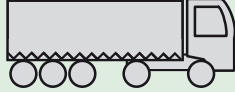
Arbeitsgerät	Seilschlepper	Schlepper mit Rückeanhänger	Forwarder
			
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Rücken aus dem Bestand und Poltern an Forststraße oder Lagerplatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Rücken aus dem Bestand und Poltern an Forststraße oder Lagerplatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Rücken aus dem Bestand und Poltern an Forststraße oder Lagerplatz • Unternehmereinsatz
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenleistung möglich • Nutzung eigener Geräte • auch bei Kleinmengen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenleistung möglich • Nutzung eigener Geräte • auch bei Kleinmengen möglich • geringe Schäden am Bestand 	<ul style="list-style-type: none"> • bindet keine eigene Arbeitskraft • geringe Schäden am Bestand
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • körperliche Belastung • Verschmutzung des Hackholzes mit Boden- und Wegematerial • geringe Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Anschaffungskosten • Auslastung im Kleinprivatwald gering 	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Leistung bei reinem Waldrestholz
Leistung	5–10 Srm/MAS	8–25 Srm/MAS	10–40 Srm/MAS

Srm = Schüttraummeter, 1 m³ Hackschnitzel, lose geschüttet mit Hohlräumen, 1 Festmeter entspricht rund 2,5 Srm, siehe LWF-Merkblatt Nr. 12. MAS = Maschinenarbeitsstunde, produktive Zeiten im Sinne des Arbeitsauftrages, inkl. Unterbrechungen bis zu 15 Minuten, nach REFA-Fachausschuss Forstwirtschaft (REFA = Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung). Schwachholz = Bäume mit BHD bis 20 cm; Industrieholz = Holz, das in der weiteren Verarbeitung mechanisch zerkleinert oder chemisch aufgeschlossen wird. Quellen für die Verfahrensleistung: AFFENZELLER et al. (2007), CREMER (2009), EBERHARDINGER (2010), KANZIAN et al. (2006), KRICHBAUM (2003), KÜHMAIER (2007), WITTKOPF (2005) und Erhebungen der LWF. Ausführliche Quellennachweise auf Anfrage bei den Verfassern.

Schritt 3: Hacken

Arbeitsgerät	Hacker am Schlepper	Anhängehacker an leistungsstarkem Schlepper oder Hacker aufgebaut auf Lkw	
			
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Hacken mit kranbeschicktem Anbauhacker 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacken mit kranbeschicktem Anhängehacker oder Aufbauhacker • Unternehmereinsatz • beide Maschinentypen an der Forststraße oder am Lagerplatz einsetzbar 	
Einsatzort	<ul style="list-style-type: none"> • Forststraße oder Lagerplatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz an der Forststraße 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz am Lagerplatz
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung eigener Geräte möglich • geringer Organisationsaufwand 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Leistung • geringe Umsetzzeiten
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • relativ geringe Leistung • hohe Anschaffungskosten 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Anforderungen an die Logistik 	<ul style="list-style-type: none"> • größere Rückentfernung zum Lagerplatz
Leistung	15–30 Srm/MAS	40–100 Srm/MAS	80–120 Srm/MAS
	Die theoretisch mögliche Hackerleistung wird selten erreicht. In der Praxis geht man von einer durch Stand-, Umsetz- und Wartezeiten bedingten Auslastung des Hackers von 2/3 der gesamten Arbeitszeit aus.		

Schritt 4: Transport der Hackschnitzel

Arbeitsgerät	Schlepper mit landwirtschaftlichem Anhänger	Container-Lkw	Schubboden-Lkw
			
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Transport mit Schlepper und einem oder zwei landwirtschaftlichen Anhänger(n) 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport mit Container-Lkw mit oder ohne Anhänger • Unternehmereinsatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport mit Schubboden-Lkw • Unternehmereinsatz
Ladevolumen	12–20 (–40) Srm je Anhänger	32–40 Srm je Container	80–90 Srm
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung eigener Geräte möglich • geringer Organisationsaufwand • geringere Ansprüche an Wegebreite und Wendemöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Leistung • für Ferntransport geeignet • bei Einsatz mehrerer Container verringerte Standzeiten des Hackers 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Leistung • für Ferntransport geeignet
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • nicht für Ferntransport geeignet • häufiger Anhängerwechsel erhöht Standzeiten des Hackers 	<ul style="list-style-type: none"> • hoher Organisationsaufwand bei Shuttleverkehr (Containerwechsel) 	<ul style="list-style-type: none"> • klassisches Straßenfahrzeug • hoher Organisationsaufwand bei Shuttleverkehr (Umladen) • viel Platz zum Rangieren notwendig
Leistung	Auf die Angabe von Transportleistungen wurde verzichtet, da sie stark abhängen von der Ladekapazität, der Transportentfernung, der Wegebeschaffenheit (Waldweg, asphaltierte Straße, Bundesstraße, Autobahn), den Verkehrsverhältnissen und eventuellen Wartezeiten bei der Anlieferung am Heiz(kraft)werk.		

Verfahrensketten

Die gängigen Arbeitsgeräte sind in der Übersichtstabelle zusammengestellt. Je nach Einsatzzweck, Bestand, Sortiment und Arbeitskapazität des Waldbesitzers empfehlen sich unterschiedliche Verfahrensketten. Eine Kombination verschiedener Geräte mit dem nächsthöheren Mechanisierungsgrad beim jeweils nachfolgenden Verfahrensschritt (z. B. Ernte mit Motorsäge und Rücken mit Forwarder) ist durchaus möglich. Die Kombination mit Geräten der nächstniedrigeren Kategorie ist meist unwirtschaftlich (z. B. Ernte mit Harvester und Rücken mit Seilschlepper). Bewährt hat sich das

motormanuelle oder mechanisierte Fällen und Aufarbeiten im Bestand, das Rücken des Hackholzes und Poltern an der Forststraße mit Forwardern oder Rückeanhängern und das Hacken mit mobilen kranbeschickten Hackaggregaten. Der Transport der Hackschnitzel zum Heizwerk oder zum Lager erfolgt unmittelbar anschließend mit landwirtschaftlichen Schleppern oder Lkw. Bei der Auswahl der Maschinen muss auch der Umfang und der Zustand der Forststraßen berücksichtigt werden.

Hackereinsätze im Wald

Die Hackschnitzelbereitstellung wird zunehmend professionalisiert. Energieholz ist ein eigenständiges Sortiment geworden. Hacken gehört mittlerweile zu den forstlichen Standardverfahren. Unternehmer mit professioneller Technik bieten in Zusammenarbeit mit forstlichen Zusammenschlüssen die Dienstleistung »Hackschnitzelerzeugung« flächendeckend in ganz Bayern an.



Maschinenaufstellung bei ausreichender Wegebreite

Geeignete Unternehmer in Ihrer Nähe finden Sie in der forstlichen Unternehmerdatenbank der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (im Internet unter www.forstliche-unternehmerdatenbank.de) oder über Ihren forstlichen Zusammenschluss.



Maschinenaufstellung bei geringer Wegebreite

Hackereinsatz optimal vorbereiten

- Hackholz bereits bei der Ernte auf max. 6 m ablängen, um das Rücken zu erleichtern
- Mindestmenge pro Hackholzpolter entsprechend dem Ladevolumen des eingesetzten Transportmittels
- Gipfel mit dem stärkeren Ende quer zur Forststraße ablegen
- Hackholz in Fahrtrichtung des Hackers rechts an der Forststraße poltern, da die meisten Hacker den Einzugstisch rechts haben
- Polter an ganzjährig Lkw-fahrbaren, durchgängigen Forststraßen
- ausreichend Abstand zwischen Hackholzpolter und Straße für den Einzugstisch (ca. 2 bis 4 m)

Nährstoffnachhaltigkeit ist wichtig!

Die Verwendung von Ast- und Gipfelmateriale für die Waldhackschnitzelbereitstellung sollte in Abhängigkeit von den Standortverhältnissen erfolgen. Auf nährstoffarmen Standorten sollte man darauf verzichten, aus benadeltem bzw. belaubtem Feinreisig Hackschnitzel zu produzieren. Der Nährstoffentzug kann durch

Entasten und Zopfen des Hackholzes reduziert werden. Dadurch bleiben Nährstoffe im Ökosystem und die Wuchskraft wird erhalten. Zusätzlich steigt die Qualität der Hackschnitzel und damit die erzielbaren Erlöse.

Impressum

Herausgeber und Bezugsadresse:

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising,
Telefon: +49 (0)8161-71-48 01, Fax: +49 (0)8161-71-49 71
E-Mail: redaktion@lwf.bayern.de Internet: www.lwf.bayern.de

Verantwortlich: Olaf Schmidt, Präsident der LWF

Redaktion: Stefan Geßler

Autoren: Fabian Schulmeyer, Florian Mergler, Karl Hüttl, Dr. Florian Zormaier

Fotos: Karl Hüttl und Fabian Schulmeyer, LWF

Piktogramme: nach KWF e. V., teilweise bearbeitet

Druck: Druckerei Lanzinger, Oberbergkirchen

Auflage: 15.000 Stück

Layout: Petra Winkelmeier / Freie Kreatur, Ebersberg

Weitere Informationen finden Sie auf www.holzenergieonline.de

Vervielfältigung, Verbreitung und Bearbeitung bzw. jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts, insbesondere außerhalb des privaten Gebrauchs, ist nur nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers erlaubt.

Schätzung der Hackschnitzelmenge

Die erwartete Hackschnitzelmenge abzuschätzen ist wichtig für die Planung von Hackereinsätzen und Transportkapazitäten. Außerdem dienen die Schätzmengen als Kontrollmaß und als Größenordnung für die Vertriebsplanung. Möglich ist die Mengenschätzung anhand

- des Volumens der zu hackenden Polter,
- der gesamten im vorangegangenen Hieb angefallenen Holzmenge oder
- der Durchmesser und Anzahl zu hackender Kronen (bei geringer Stückzahl).

Die Schätzung an den aufgesetzten Poltern hat den Vorteil, dass keine genauen Vorkenntnisse zum durchgeführten Hieb notwendig sind. Im **ersten Schritt** wird das Poltervolumen in Raummetern ermittelt. Im **zweiten Schritt** wird dieses Volumen mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren in die zu erwartende Hackschnitzelmenge in Schüttraummetern umgerechnet.

Hackholzpolter sind sehr unterschiedlich aufgebaut. Deshalb können Schätzverfahren nie genau treffen. Außerdem sollten sie mit lokalen Erfahrungen weiterentwickelt werden. Für eine gute Schätzung ist ein sauber gesetztes Polter notwendig. Auch die Produktivität des Hackers ist dann höher. Beim Poltern lohnt sich Sorgfalt also doppelt!

Schritt 1:

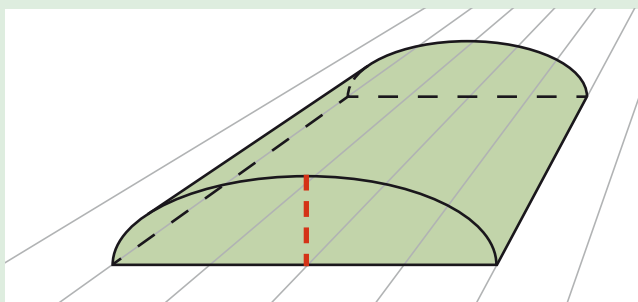
Ermittlung des Poltervolumens in Raummetern (Rm)

Das Poltervolumen soll relativ verlässlich mit möglichst geringem Messaufwand ermittelt werden. Beim **Waldrestholz** sind die Polter oft sehr unregelmäßig, was eine genaue Messung aufwändig macht. Da die Wertschöpfung zudem vergleichsweise gering ist, empfiehlt sich ein vereinfachtes Verfahren nach der Zylinderformel. Dabei ist neben Länge und Tiefe nur eine Messung für die Polterhöhe notwendig.

Beim **Energierundholz** lohnt sich eine Messung im Sektionsverfahren, wie es beim Industrieholz üblicherweise verwendet wird, um die mittlere Höhe zu berechnen.

Beide Messverfahren berücksichtigen nicht, ob das Polter nach hinten höher bzw. niedriger oder breiter bzw. schmaler wird. Mit etwas Erfahrung kann man das berechnete Volumen je nachdem mit $\pm 10\%$ korrigieren.

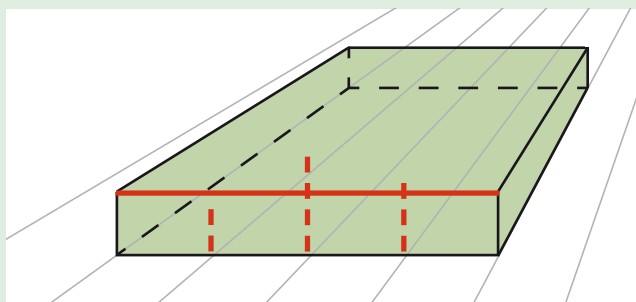
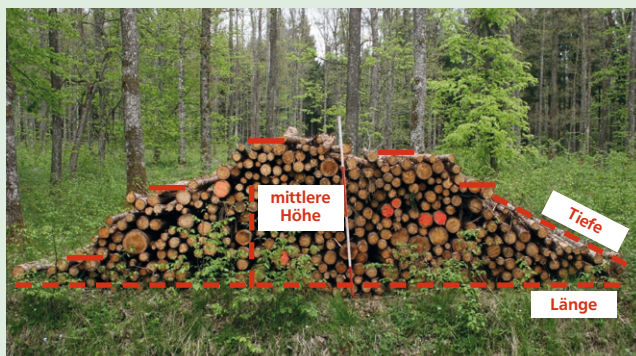
Waldrestholz



Die Länge an der Stirnseite des Polters, die maximale Höhe in der Mitte der Stirnseite und die mittlere Tiefe (gemittelt aus der Tiefe auf der linken und der rechten Seite) werden gemessen und die drei Werte miteinander multipliziert. Das Ergebnis wird dann mit dem Faktor 0,8 korrigiert (vereinfachte Zylinderformel).

$$\text{Poltervolumen} = \text{Länge} \times \text{Tiefe} \times \text{Höhe} \times 0,8$$

Energierundholz



Neben der Länge an der Stirnseite des Polters und der mittleren Tiefe wird die Höhe im Sektionsverfahren ermittelt. Die Stirnseite wird in gleich lange Abschnitte unterteilt und für jeden Abschnitt (je nach Größe der Holzpolter z. B. 1 m) die Höhe gemessen. Die Messwerte werden dann gemittelt.

$$\text{Poltervolumen} = \text{Länge} \times \text{Tiefe} \times \text{mittlere Höhe}$$

Schritt 2:

Ermittlung der Hackschnitzelmenge in Schüttraummeter (Srm)

Der Faktor zur Umrechnung des Poltervolumens (Rm) in die zu erwartende Hackschnitzelmenge (Srm) schwankt sehr stark. Dabei wirkt sich der Durchmesser der einzelnen Hölzer weniger aus als der tatsächliche Holzanteil im Polter. Dieser Holzanteil ist bei Waldrestholz deutlich geringer als bei entasteten Stammteilen.

Bei **Waldrestholz** sind durchschnittlich **0,4 Schüttraummeter Hackschnitzel je Raummeter Poltervolumen** zu erwarten. Bei **Energierundholz** sind es im Mittel **1,5 Schüttraummeter**.

Je nachdem wie dicht die Hölzer im Polter liegen, beträgt der passende Umrechnungsfaktor für Waldrestholz zwischen 0,3 und 0,5 und für Energierundholz zwischen 1,2 und 1,8. Bei der Einschätzung helfen die unten gezeigten Beispiele.

Umrechnungsfaktoren für Material aus Ersteingriffen (Einsatz von Fäller-Bündler-Aggregaten) und für grob entastete Kronenspindeln liegen leicht über denen für Waldrestholz.



Waldrestholz: Umrechnungsfaktor 0,4 (0,3 bis 0,5)



Energierundholz: Umrechnungsfaktor 1,5 (1,2 bis 1,8)

**Poltervolumen (in Raummeter) × Umrechnungsfaktor
=
zu erwartende Hackschnitzelmenge (in Schüttraummeter)**