

Rationelle Hack- schnittzelbereitstellung im Forstbetrieb

Hackschnitzel aus Schweizer Holz

Heizen mit Holz aus einheimischen Wäldern wird immer beliebter. Die Zahl der Holzschneifelfeuernngen hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Dies eröffnet neue Märkte für bisher stark defizitäre oder nicht verwertbare Holzsortimente. Waldbesitzer können von der steigenden Nachfrage nach dem Rohstoff Holz profitieren.

Erfahrungen und Empfehlungen ausgewählter Forstbetriebe und Unternehmer sind in diesem Merkblatt zusammengestellt. Es werden wichtige Punkte der Energieholznutzung erläutert und Vorschläge zur Optimierung gemacht.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Aktionsplan Holz



Holzenergie
SCHWEIZ

Nachfolgend werden die Haupt-Prozessschritte der Energieholzbereitstellung – Rücken, Hacken, Lagerung und Transport – ausführlich erklärt. In erster Linie bestimmt das Hacken die Abfolge der Prozessschritte einer rationellen Hackschnitzelbereitstellung.

Bei der Herstellung von Waldhackgut ist es wichtig, die Bereitstellung nicht auf einzelne Prozesse zu reduzieren. Daher sollte bei der Planung von Anfang an die ganze Produktionskette berücksichtigt werden, um die logistisch beste Lösung zu finden.

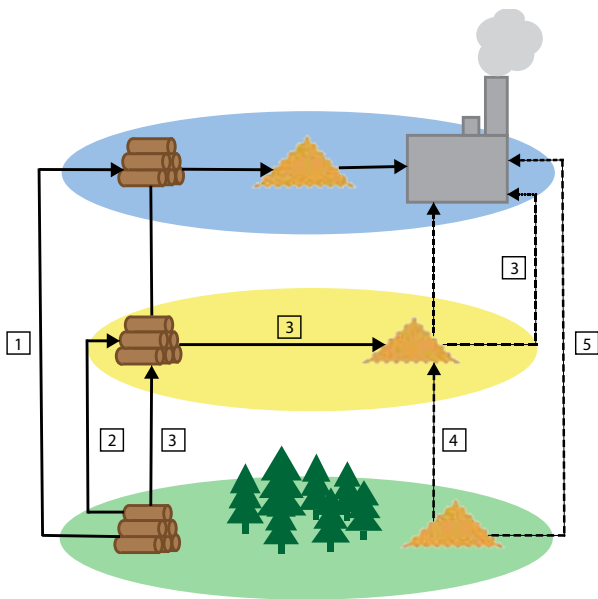


Abbildung 1: Darstellung möglicher Produktionswege vom Wald bis zum Heizwerk.

Produktionswege

Gemäss *Wertschöpfungskette Waldhackgut. Optimierung von Ernte, Transport und Logistik* von M. Kühmaier et al. (2009) kann der Materialfluss im Wesentlichen auf fünf alternative Produktionswege von der Rohstoffquelle zum Verbraucher beschränkt werden (Abbildung 1):

- 1) Direkter Transport des Rohmaterials von der Quelle zum Verbraucher und Aufbereitung beim Heizwerk.
- 2) Transport von Rohmaterial über einen Terminal (Lagerplatz) zum Verbraucher und Aufbereitung beim Heizwerk.
- 3) Rohmaterialtransport via Terminal, ausgestattet mit Aufbereitungs- und Lagermöglichkeiten. Transport des aufbereiteten Materials zum Heizwerk.
- 4) Aufbereitung des Rohmaterials an der Quelle und Transport via Terminal zum Heizwerk.
- 5) Aufbereitung des Rohmaterials an der Quelle und direkter Transport zum Heizwerk.

Die verschiedenen Prozessketten weisen folgende logistische Eigenschaften auf:

- Kein Umladen (1 und 5)
- Optimierte Transportdistanz (1 und 5)
- Minimale Lagerkosten (5)
- Möglicher Einsatz kosteneffizienter, (quasi) stationärer Aufbereitungseinheiten (1, 2, 3)
- Chance der Pufferung durch Lager für eine verbesserte Verfügbarkeit etc. (2, 3, 4)
- Potenzial zur Optimierung der Brennstoffqualität (3, 4)

Nützliche Tipps für eine rationelle Hackschnitzelbereitstellung:

- Gewünschtes Holzsortiment bei der Schlagplanung von Anfang an mit einbeziehen
- Schlagorganisation frühzeitig mit dem Unternehmer besprechen
- Gute Kenntnisse des Abnehmernetzes vereinfachen die Planung und schaffen Vertrauen in die Produzenten und Lieferanten
- Keine Fremdgegenstände (z. B. Metallteile oder Steine) ins Hackholz, da diese den Hacker beschädigen dessen Produktivität senken
- Nur nötigste Schritte bei der Aufbereitung, keine gründliche Entastung: spart Zeit und erhöht die Arbeitssicherheit
- Keine Verschmutzung des Hackgutes während der Rückarbeiten
- Vermarktung von Waldhackschnitzeln in Mischsortimenten mit Landschaftspflegeholz, Rinde und Sägereiestholz senkt den Preis pro Schüttraummeter (Srm).

1. Hacken

Moderne Hacker sind kapitalintensive Maschinen. Ein wirtschaftlicher Betrieb erfordert eine hohe Auslastung (ab 40'000 Srm/Jahr). Mit zunehmender Maschinengrösse steigt die Produktivität.

Für einzelne Forstbetriebe lohnt sich die Anschaffung eines eigenen Hackers kaum. Zahlreiche Unternehmer bieten Hackdienstleistungen zu günstigen Konditionen an.



Hacker werden in verschiedenen Varianten angeboten. Oft verwendet werden einerseits der auf einem Forwarder und andererseits der auf einem LKW aufgebaute Hacker. Die Auswahl des Hackertyps und dessen Einlauföffnung richtet sich nach dem erwarteten maximalen Holzdurchmesser. Der Hacker sollte zudem über einen Kran und je nach Rahmenbedingungen über einen eigenen Hackschnitzel-Bunker verfügen.

Eine gute Planung und Organisation des Hackereinsatzes reduziert Wartezeiten für den Hacker und das Transportfahrzeug. Die Qualität der Hackschnitzel hängt entscheidend vom Hacken ab.

Hacken im Bestand oder Hacken auf der Waldstrasse?

Nach Anagben zahlreicher Forstbetriebe und -unternehmungen konnte sich bei einer Gegenüberstellung der Systeme Hacken im Bestand oder Hacken auf der Waldstrasse keines als das rationellere Verfahren behaupten.

Bei Durchforstungen im Vollbaumverfahren mit einem Fäller-Bündler (Abbildung 2) ist das Hacken im Bestand wirtschaftlicher. Das Verfahren setzt jedoch eine genügende Bodentragfähigkeit für den Hacker voraus, was vor allem von der Region, aber auch von den Wetterverhältnissen abhängt und in der Regel selten gewährleistet ist. Ansonsten sind die Forwarder-Hacker oft nicht ausgelastet oder werden auf der Waldstrasse eingesetzt, was ihre Wirtschaftlichkeit senkt.

Bei Schnee ist das Hacken im Bestand problematisch, da die Schnitzel sich mit Schnee vermischen, was zu höheren Wassergehalten führt. Dies verursacht Emissionsprobleme bei der Verbrennung. Im Transportbehälter können die Schnitzel zusammenfrieren (generell zu beachten bei frischem Material). Zudem kann es durch gefrorene Klumpen und Verstopfung zu Problemen im Austragungssystem kommen.

Es ist also situationsabhängig, wann das Hacken im Bestand oder das Hacken auf der Waldstrasse besser geeignet ist.

Wichtige Punkte beim Hacken:

- Genügend Platz für Hack- und Umladevorgänge einplanen
- Transportkapazität an Hackleistung anpassen
- Zu- und Abtransport der Schnitzel optimal organisieren
- Gepoltertes Hackholz erhöht die erzielte Leistung beim Hacken, kann aber auch einen Mehraufwand beim Rücken bedeuten
- Rückwärtsfahrten mit den Transportfahrzeugen sind zu vermeiden; Rundholzlagerplätze möglichst nahe an einer Kreuzung beziehungsweise Wendestelle anlegen, Hackeinzug und Schnitzelauswurf beachten.



Abbildung 2: Fäller-Bündler in Aktion.

Der Fäller-Bündler
 Beim Einsatz des Fäller-Bündlers, auch Feller-Buncher genannt, werden mit einem entsprechenden Aggregat die Bäume geschritten, direkt gebündelt und auf kleinere Polter auf der Rückegasse abgelegt. Anschliessend werden sie mit einem Anhängerhacker oder LKW-Aufbauhacker aufbereitet.

Schlecht erschlossen

Auf schlecht ausgebauten Waldstrassen kommt nur der Forwarder-Hacker zum Einsatz. Wichtige Eigenschaften:

- Schwenkbarer Einzug: Erlaubt einfacheres Fällen der Bäume
- Greifersäge am Kran: Vor allem bei Schlagabraum von Vorteil, erspart Trennschnitte mit Motorsäge
- Aufgebauter Bunker, da normale LKW-Transportfahrzeuge nicht in den Bestand fahren können (vor allem bei reduzierten Platzverhältnissen im Gebirge)

Gut erschlossen

In gut erschlossenen Wäldern können sowohl der Forwarder-Hacker als auch der LKW-Aufbauhacker eingesetzt werden. Für einen rationellen Ablauf empfiehlt sich ein Gebläse oder Förderband für einen effizienten Transfer der Schnitzel vom Hacker ins Transportfahrzeug. Damit ohne Unterbruch gehackt werden kann, ist es von Vorteil, einen Hacker mit aufgebautem Bunker einzusetzen (Abbildung 3). Im Bestand und auf der Waldstrasse ist es sinnvoll, wenn der Hacker und das Trägerfahrzeug von der gleichen Stelle aus arbeiten können. So können auch mehrere kleinere Polter entlang einer Linie rationell gehackt werden (Hacken mit Nachfahren).



Abbildung 3: Hacker mit aufgebautem Bunker.



Folgende Details können den Hackvorgang weiter optimieren:

- Hackeinzug mit Förderband parallel zur Strasse: So kann von beiden Strassenseiten Hackholz aufgenommen werden. Dank des Förderbands können auch kleinere Dimensionen gut gehackt werden (gilt vor allem für Stammmaterial).
- Aufgebauter Bunker mit Gebläse: Die Schnitzel werden in den aufgebauten Bunker gehackt. Wenn das Transportfahrzeug unterwegs ist, wird der Bunker gefüllt. Ansonsten werden die Schnitzel vom Bunker ins bereitstehende Transportfahrzeug geblasen. Der aufgebauter Bunker dient also als Zwischenlager, so dass Hacker und Transportfahrzeug unabhängig voneinander arbeiten können.

Reparatur- und Unterhaltsausgaben am Hacker können durch Zusammenarbeit zwischen Unternehmern reduziert werden:

- Gemeinsames Einkaufen und Lagern von Ersatzteilen
- Hilfeleistung bei Ausfall des Hackers

2. Lager

Energieholzpolter

Energieholzpolter anzulegen ist kostengünstig, falls keine zusätzlichen Transportvorgänge entstehen. Diese sollten so gewählt werden, dass kein Umladen/Transportunterbruch bei den Arbeiten im Bestand nötig ist. In höheren Lagen ist dies nur begrenzt möglich. Einerseits ist der Lagerplatz in Hanglagen beschränkt, andererseits sind die Waldstrassen im Winter, wenn das Holz benötigt wird, teilweise nicht befahrbar. Hier müssen während der Sommerperiode Energieholzpolter in befahrbaren Lagen angelegt werden, damit auch im Winter gehackt werden kann.

Für Energieholzpolter gilt: Schnitzeltransporte sind kostengünstiger als Transporte von Kronenmaterial (Abbildung 5). Daher sind Transporte von Schlagabraum möglichst zu vermeiden und Lagerplätze in der Nähe des Bestandes anzulegen. Trämeltransporte hingegen sind kostengünstiger als Schnitzeltransporte. Demzufolge ist in diesem Fall der Lagerplatz möglichst bei der Heizung zu wählen. Beim Schlagabraum ist darauf zu achten, dass nicht zu hohe Haufen aus Ästen entstehen, denn mit dem Schlepper zusammengeschobene Asthaufen lassen sich zum Hacken nur schwer entzerren. Achtung: Hier besteht die Gefahr von Verunreinigungen, beispielsweise durch Steine.

Es empfiehlt sich, vor dem Hacken des Holzes die Arbeitskette zu unterbrechen und das Energieholz einige Zeit liegenzulassen. Das Holz kann dadurch vortrocknen und das Hacken kann

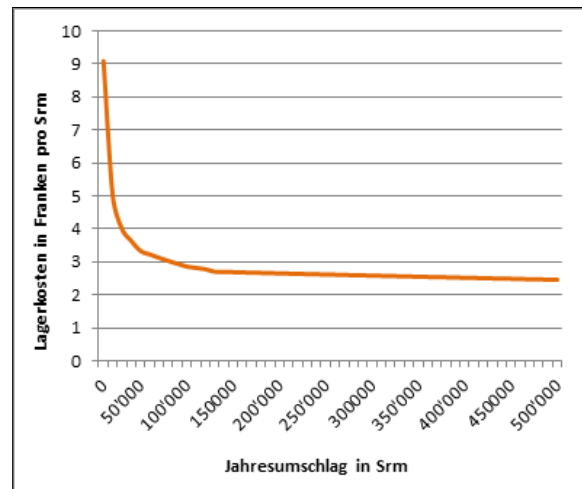


Abbildung 4: Lagerkosten unter günstigen Verhältnissen. Quelle: *Wertschöpfungskette Waldhackgut. Optimierung, von Ernte, Transport und Logistik*, M. Kühmeier et al. (2009).

unabhängig von den Fäll- und Rückarbeiten ausgeführt werden. Wichtig ist dabei, dass das Holz in Poltern gesammelt und nicht länger als ein Jahr gelagert wird. Andernfalls kann dies zu Qualitätseinbußen und damit verbundenen zusätzlichen Emissionen sowie Heizwertverlusten führen. Zudem erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass das Energieholzpolter in Vergessenheit gerät und langsam vermodert. Winterreserven können mit geeigneten Materialien abgedeckt werden, die vor Schnee und Feuchtigkeit schützen. Diese sind vor dem Hacken zu entfernen.

Schnitzellager

Schnitzellager sind generell teurer als Rundholzlager, da Holz-schnitzel mehr Platz benötigen als Rundhölzer mit gleichem Energieinhalt. Vor allem Waldschnitzellager sollten möglichst klein und nur als Notreserve konzipiert sein (falls keine Trockenschnitzel vertrieben werden müssen). Mit einer ausgeklügelten Logistik lässt sich die Realisierung des Lagers weiter optimieren (vgl. Abschnitt Logistik). Die Kosten des Schnitzellagers können zusätzlich reduziert werden, indem nicht in jeder Gemeinde ein Lager eingerichtet wird. Um den Preis günstiger zu gestalten, können Landschaftspflege- oder Sägereirestholzschnitzel eingekauft und dem Waldholz beigemischt werden.

Im Sommer sind die Hacker weniger ausgelastet. Deshalb sollte das Schnitzellager in dieser Zeit nachgefüllt werden.

Abbildung 4 zeigt den Verlauf der Lagerkosten abhängig vom Jahresumschlag in Schüttraummetern (Srm). Die Preise und Angaben sind Annäherungen und hängen von weiteren externen Faktoren ab.

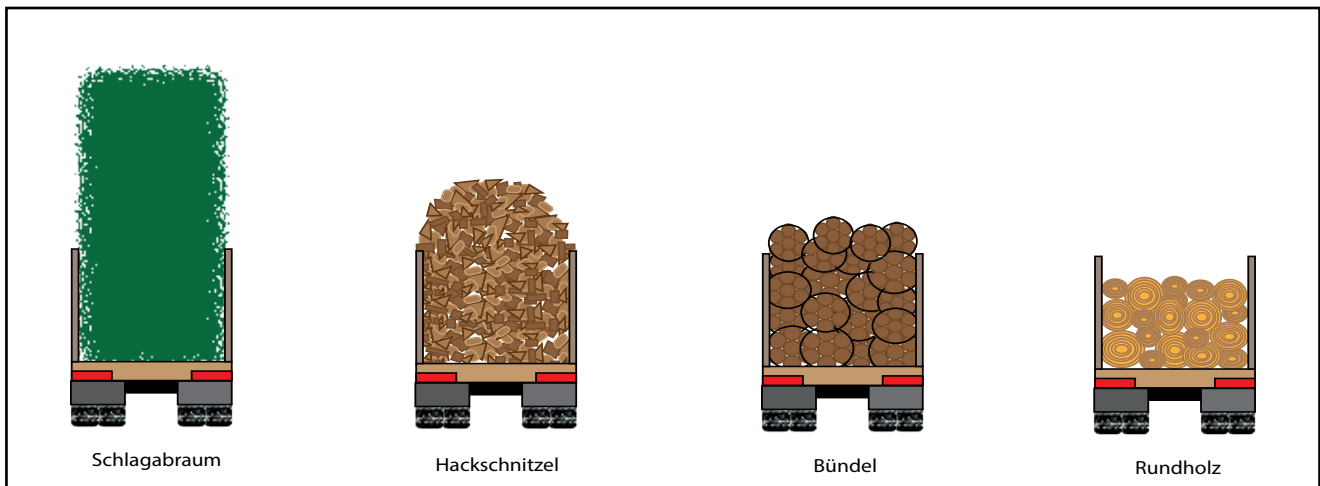


Abbildung 5: Vergleich des verhältnismässig nötigen Transportvolumens für verschiedene Formen von Holz.

Silo

Bei der Planung der Silos ist darauf zu achten, dass Abladevorgänge schnell ablaufen. Lange Wartezeiten behindern die Hack- und Transportkette. Für kleine Heizungen können Container mit hydraulischer Austragung als Siloersatz eingesetzt werden (der Transportbehälter ist zugleich ein Silo). Dies reduziert Abladezeiten und Silokosten. In der Regel werden Austragungscontainer gemietet.

3. Logistik

Schnitzel-Pool, Schnitzelaustauschsystem

Bei einem Schnitzel-Pool sind die Hackschnitzel der verschiedenen Waldbesitzer gegeneinander austauschbar. Dies hat den Vorteil, dass der Hacker länger an einem bestimmten Ort verbleibt und von dort aus verschiedene Heizungen beliefern kann. Anstatt den Hacker zu transportieren, wird somit nachfrageorientiert im Bestand eines einzelnen Waldbesitzers das Holz für mehrere auf einmal gefällt. Dies führt zu einer höheren Effizienz und besserer Auslastung des Hackers. Dieses Verfahren ist umso effizienter, je schwieriger der Transport des Hackers ist (vor allem beim Forwarder Hacker).

Koordination des Schnitzelnachschubs

Die Koordination des Schnitzelnachschubs bedingt, dass ein Unternehmer für die Belieferung mehrerer Heizungen in einer Region zuständig ist. So kann er an einem Tag am Ort X hacken und von dort die nahe gelegenen Heizungen versorgen sowie am nächsten Tag vom Nachbarort Y aus die nahe gelegenen Heizungen beliefern. So lassen sich sowohl Hackschnitzel- als auch Hackertransporte minimieren. Der Unternehmer kann dadurch eine Versorgungstour planen, die er in regelmässigen Abständen wiederholt. In der Regel richtet sich dieser Turnus nach der Heizung mit der kleinsten Vorratsdauer.

Um Kosten zu sparen, hat sich die «Just-in-Time-Produktion» bewährt. Die Schnitzelsilos der Kunden werden dabei stets auf möglichst hohem Niveau gehalten. Das zentrale Schnitzellager als grosser Kostenfaktor kann dadurch kleiner ausfallen und wird nur dann befüllt, wenn alle Schnitzelsilos der Kunden versorgt sind.

Logistiksoftware in der Forstwirtschaft

Auf dem Gebiet der Logistiksoftware für die Forstwirtschaft ist ein Zunahme des Angebot verschiedener Hersteller zu beobachten. Durch den Einsatz mobiler Datenmanagementsysteme konnten in verschiedenen europäischen Ländern Verbesserungen bei Durchlaufzeit, Transport und Planung der Warenflüsse erreicht werden. Die Auswahl an Lösungen ist gross, wobei verschiedene Ansätze angewendet werden. Die passende Software sollte entsprechend den Rahmenbedingungen im Betrieb ausgewählt werden.

Eine Logistiksoftware ist für einen rationellen Betrieb nicht zwingend, kann jedoch ein hilfreiches Instrument sein, um Prozesse zu optimieren und Verbesserungspotenziale aufzuzeigen. Dies gilt insbesondere für die Organisation eines Schnitzel-Pools (Quelle: *Wertschöpfungskette Waldhackgut*).



4. Transport

LKWs sind normalerweise kostengünstiger als Traktoren mit Anhänger. Sie ermöglichen eine grössere Transportkapazität und eine höhere Transportgeschwindigkeit. Sie verfügen über eine höhere Motorenleistung und besseres Bremsverhalten, was besonders in steilen Lagen wichtig ist. Für kurze Distanzen ist aber auch der Einsatz landwirtschaftlicher Fahrzeuge (Zusammenarbeit mit lokalen Landwirten) eine preiswerte Variante. Für die Ausführung der Transporte empfiehlt sich – auch für Forstunternehmer – die Zusammenarbeit mit spezialisierten regionalen Transportunternehmern. Diese können unter anderem die Fahrzeuge auch im Sommer bestmöglich auslasten und dadurch die Kosten senken.

5. Sortimentswahl

Anstelle von mehreren Holzsortimenten (Stammholz, Plattenholz, Energieholz, Schleifholz etc.) werden in ausgewählten Holzschlägen nur Sägerundholz und Holzsnitzel produziert. Dabei werden Kosten eingespart durch:

- geringeren Entastungsaufwand, wobei zusätzlich die Arbeitssicherheit steigt
- geringeren Sortieraufwand (Einmessen, Holzlisten erstellen etc.)
- geringeren Schlagräumungsaufwand
- grössere Holzmenge pro Schlag (wegen Astmaterial)
- Mehreinnahmen durch höhere Preise für Energieholz als für Industrieholz sowie durch höhere Ausbeute

Wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung ist ein ausreichender Bestand an grösseren Hackschnitzelheizungen in der Region. Forstbetriebe sollten sich deshalb aktiv für den Bau grösserer Holzenergie-Anlagen engagieren, um so die Nachfrage nach Energieholz nachhaltig zu fördern. Optimale Bedingungen für die Hackschnitzelproduktion findet man in Schlägen mit hohem Laubholzanteil.

6. Kostenberechnung

Die grössten Unterschiede bei den Bereitstellungskosten entstehen aufgrund unterschiedlicher Kostenberechnungsmethoden. Dabei ist entscheidend, ab welchem Punkt die Bereitstellungskosten dem Hackschnitzelsortiment zugeschlagen werden.

Methode A

Das Hackschnitzelsortiment wird als Koppelprodukt angesehen. Die Fäll- und Rückekosten werden möglichst einem höherwertigen Sortiment (meistens Stammholz) angelastet. Der

zusätzliche, lediglich für die Hackschnitzelproduktion nötige Aufwand wird dem Sortiment Hackschnitzel zugerechnet. So werden relativ niedrige Kosten erzielt.

Methode B

Die gesamten Fäll- und Rückekosten werden proportional nach Holzmenge auf die Sortimente verteilt. Dabei ist mit höheren Bereitstellungskosten zu rechnen. Diese Methode sollte dann angewandt werden, wenn ganze Bestände hauptsächlich der Energieholzproduktion zugeführt werden.

Für einen objektiven Kostenvergleich sollen immer die gleichen Berechnungsmethoden verwendet werden.

Trockenschnitzelproduktion

Für die Produktion von Trockenschnitzeln muss mit einem Mehraufwand von 12 bis 15 Fr./Srm gerechnet werden. Die anfallenden Lagerkosten werden durch die Lagergrösse und den jährlichen Holzsnitzelumsatz bestimmt. Weitere Kosten entstehen durch Ab- und Aufladen der Holzsnitzel. Es wird eine Lagerdauer von mindestens zwei Monaten empfohlen.

Durch die Hackschnitzelbereitstellung kann der ganze Holzernteprozess effizienter gestaltet werden, da die Schlagpflege teilweise wegfällt.

Sonstige Kosten

Weitere Kosten, die dem Holzsnitzelpreis angerechnet werden sollten, sind:

- anfallende Entsorgungskosten für die Holzasche (Rostasche): Variieren je nach Kanton und verwendetem Brennstoff
- Unterhaltskosten für ein Notschnitzellager
- Kosten zur Förderung und Erweiterung des Absatzmarktes, Administration

Indexierung des Energieholzpreises

Zur Teuerungsanpassung für langfristige Lieferverträge empfiehlt Holzenergie Schweiz eine Preisindexierung für Holzsnitzel. Dadurch wird ein dem Markt angepasster Preis garantiert. Der «Preisindex Schnitzel» wird drei Mal im Jahr von Holzenergie Schweiz aktualisiert und setzt sich aus den folgenden Teilindizes des Bundesamts für Statistik zusammen:

50 %	Energieholz
10 %	Mineralölprodukte
10 %	Landwirtsch. Maschinen und Traktore
10 %	Güterverkehr Strasse
20 %	Landesindex der Konsumentenpreise

Die aktuelle Ausgabe des «Preisindex Schnitzel» kann auf www.holzenergie.ch/Index heruntergeladen werden.



Kostenstruktur der Energieholzbereitstellung

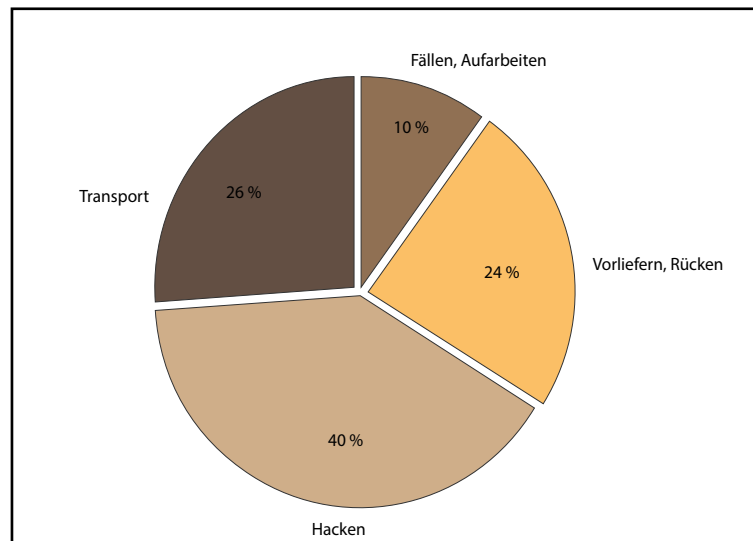


Abbildung 6: Kostenaufteilung bei der Produktion von Holzhackschnittzeln, franko Silo. Quelle: FVA Baden-Württemberg.

7. Öffentlichkeitsarbeit

Je grösser die abgesetzte Hackschnitzelmenge, desto wirtschaftlicher wird deren Bereitstellung. Man spricht dabei von einer positiven Rückkoppelung des Systems. Es liegt daher im Interesse der Waldbesitzer, Forstbetriebe und Unternehmer, dass neue Schnitzelheizungen gebaut werden. Vor allem bei öffentlichen, aber auch bei grösseren privaten Bauvorhaben sollte deshalb die Bauherrschaft auf die Variante Schnitzelheizung und deren Vorteile aufmerksam gemacht werden. Die Kosten für Information und Kommunikation können beispielsweise über einen höheren Verwaltungskostenanteil finanziert werden.

Ein zusätzliches Argument für die Förderung von Holz-schnitzelheizungen und den daraus resultierenden steigenden Absatz von Hackschnitzeln ist die Verschiebung von einem Angebots- zu einem Nachfragemarkt. Steigt die Nachfrage nach diesem regionalen Brennstoff, steigt ebenfalls die Zahlungsbereitschaft der Kunden. Der Erlös bei der Hackschnitzelaufbereitung nimmt zu und zugleich erhöht sich die Auslastung der Maschinen und die Effizienz der gesamten Aufbereitungskette. Der Forstbetrieb steigert somit seinen Umsatz.





8. Verfahrensschritte mit Beispielen

Die angegebenen Zahlen stammen von einer Umfrage bei Schweizer Forstbetrieben und Forstunternehmern aus dem Jahr 2013. Es handelt sich um Durchschnittswerte von Schweizer Verhältnissen, aufgeteilt in befahrbare und nicht befahrbare Lagen.

Befahrbare Lagen

Gut erschlossene Lagen, Vorliefern des Ganzbaums an Waldstrasse, Hacken auf Waldstrasse mit Nachfahren*

Dieses Verfahren (Tabelle 1) eignet sich für gut erschlossene Wälder und kann bei entsprechender Erschliessung auch für Durchforstung angewendet werden. Die Ganzbäume können aus einer Entfernung von 60 bis 80 m an die Waldstrasse gezogen werden. Beim Schlagabraum werden hingegen die grossen Kronen mit dem Forwarder aus dem Bestand gerückt (z. B. in Kombination mit Tabelle 3: Hacken auf Waldstrasse, befahrbare Lagen). Transportdistanz (ein Weg) 5 bis 20 km.

Die Bäume werden im rechten Winkel zur Waldstrasse gefällt und mittels Schlepper mit Funkseilwinde dickkörtig (mit dem dicken Ende) zur Waldstrasse vorgeliefert. Eventuelles Nutzholz wird an der Waldstrasse von der Krone getrennt und auf das Polter gerückt. Die Krone bleibt im Kranbereich des Hackers an der Waldstrasse liegen, so dass sie von dort direkt gehackt werden kann. Schwächere Bäume bis BHD 35 cm können ganz liegengelassen werden. Bei stärkeren Durchmessern muss die Krone in der Länge einmal getrennt werden (Hubkraft des Krans). Starke und abstehende Äste werden angesägt, so dass sie beim Hacken vom Einzug erfasst und abgeknickt werden. Bei knappen Platzverhältnissen an der Waldstrasse empfiehlt es sich, den Holzschlag und das Hacken in mehreren Etappen durchzuführen. Dies eignet sich vor allem bei Durchforstungen und in Kombination mit einem Forwarder-Einsatz bei der Räumung. Dabei werden die grösseren Stücke (Kronen) mit dem Forwarder gerückt, was jedoch zusätzliche Trennschnitte bedingt.

Durchforstung, Hacken im Bestand

Dieses Verfahren (Tabelle 2) eignet sich für Durchforstungen mit Bäumen bis maximal 25 cm BHD und Beständen mit befahrbaren und tragfähigen Böden. Bei grossen Dimensionen kommt der Harvester anstelle des Fäller-Bündlers zum Einsatz, was jedoch zu leicht höheren Fäll- und Vorlieferungskosten führt. Transportdistanz (ein Weg) 5 bis 20 km.

Bei Durchforstungen gilt: Je grösser der BHD, desto kostengünstiger das Verfahren. Es bestehen verschiedene rationelle Verfahren:

- Teilmechanisiert: Motormanuelles Fällen und Vorliefern an die Rückegasse mittels Raupenschlepper

- Vollmechanisiert: Je nach Dimensionen Einsatz entweder des Fäller-Bündlers oder des Hackers für das Fällen und Vorliefern

Der ideale Rückegassenabstand beträgt 20 m; es wird im Bestand gehackt (mit Forwarder-Hacker). Falls dies nicht möglich ist, wird mit dem Forwarder gerückt mit dem Nachteil, dass sich an die Rückegasse vorgelieferte Vollbäume schlecht zum Rücken eignen. Vor allem beim motormanuellen Verfahren ist es ratsam, die Eingriffe in kurzen Intervallen mit wenig Holz auszuführen (anstatt in langen Intervallen mit viel Holz).

Schlagabraum, Hacken auf Waldstrasse, durch Rückegassen und Waldstrassen gut erschlossen

Dieses Verfahren (Tabelle 3) eignet sich für die Arbeit mit Schlagabraum und Böden, die zum Rücken befahrbar sind. Zu Beginn liegen die Kronen als zusammenhängende Stücke in Reichweite des Greifkrans des Forwarders im Bestand. Das gerückte Holz wird an der Waldstrasse aufgepoltert und ab Polter gehackt. Transportdistanz (ein Weg) 5 bis 20 km.

Bei der Nutzung von Schlagabraum gilt es unbedingt zu beachten, dass die Nährstoffversorgung am Standort gewährleistet bleibt.

Die Kronen werden nach dem Fällen vom Stammholz getrennt und nicht weiter aufgearbeitet, sondern als ganze, zusammenhängende Stücke im Bestand liegen gelassen. Nun kann das Hackholz entweder im Bestand gehackt oder an die Waldstrasse gerückt werden. Das effizienteste Verfahren erfolgt mittels Forwarder. Der Forwarder rückt dabei das Stamm- wie auch das Energieholz im gleichen Arbeitsgang. Dies führt zu einer besseren Auslastung. Danach wird das Energieholz an einem geeigneten Ort an der Waldstrasse aufgepoltert. Anstelle eines grossen Holzschlages empfiehlt es sich aus logistischen Gründen, mehrere kleinere Schläge nacheinander durchzuführen. So steht an den Schnittstellen mehr Platz zur Verfügung, was die gesamte Holzerei vereinfacht und Wartezeiten reduziert. Häufiges Umsetzen ist zu vermeiden.

* Nachfahren bedeutet, dass der Hack-Unternehmer zum vorgelieferten Holz fahren muss.

** (zu Tabelle 1) Einige Unternehmer berechnen gleiche Preise wie beim Hacken ab Polter. Der tatsächliche Hackaufwand mit Nachfahren ist jedoch etwas höher (hängt vor allem vom Hacker ab).

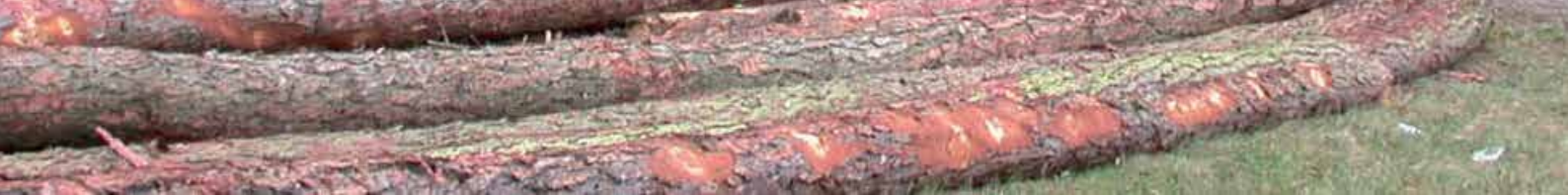


Tabelle 1: Gut erschlossene Lagen, Vorliefern des Ganzbaums an Waldstrasse, Hacken auf Waldstrasse mit Nachfahren

Vorgang	Ort		Heizung	Anteil Kosten Waldhackholz	Eingesetzte Maschinen
	Wald	Waldstrasse			
	Bestand			Fr./Srm	
Fällen				8-12	Motormanuell
Vorliefern (Ganzbaum)					Schlepper mit Funkseilwinde
Hacken (mit Nachfahren)				11-15**	Hacker auf LKW gebaut
Schnitzeltransport				4-8	LKW, Container
Betriebskosten	Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung etc.			1-2	
Erzeugungskosten	Ab Stufe Hacken			16-25	
Erzeugungskosten	Total			24-37	

Tabelle 2: Durchforstung, Hacken im Bestand

Vorgang	Ort			Heizung	Anteil Kosten Waldhackholz	Eingesetzte Maschinen
	Bestand	Rückegasse	Waldstrasse			
	Bestand				Fr./Srm	
Fällen					5-10	Fäller-Bündler
Vorliefern						
Hacken					15-18	Hacker auf Forwarder aufgebaut
Rücken						
Schnitzeltransport					4-8	LKW, Container
Betriebskosten	Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung etc.			1-2		
Erzeugungskosten	Total			25-38		

Tabelle 3: Schlagabraum, Hacken auf Waldstrasse, durch Rückegassen und Waldstrassen gut erschlossen

Vorgang	Ort			Heizung	Anteil Kosten Waldhackholz	Eingesetzte Maschinen
	Bestand	Rückegasse	Waldstrasse			
	Bestand				Fr./Srm	
Fällen					0	
Vorliefern					0	
Rücken					4-12	Forwarder
Hacken					10-12	Hacker auf LKW aufgebaut
Schnitzeltransport					4-8	LKW, Container
Betriebskosten	Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung etc.			1-2		
Erzeugungskosten	Total			19-34		



Nicht befahrbare Lagen

In steilen, unbefahrbaren Lagen hat sich folgendes Verfahren bewährt: Die Vollbäume werden mittels Seilkranverfahren an die Waldstrasse vorgeliefert. Grössere Bäume (zu hohe Lasten) werden im Bestand soweit nötig aufgearbeitet und im Sortimentsverfahren an die Waldstrasse befördert.

Nadel- und Laubbäume werden danach mit einem Prozessor aufgearbeitet. Da die Grösse des Ablageplatzes in der Nähe des Seilkrans in der Regel beschränkt ist, muss das Holz entweder sofort gehackt und abtransportiert oder in ein Rundholz-Zwischenlager transportiert werden.

Das Hacken direkt ab Waldstrasse in hohen und steilen Lagen hat folgende Nachteile:

- Holzerei in höheren Lagen nur im Sommer (jedoch geringer Bedarf an Hackschnitzeln)
- Lagerplätze oft sehr klein oder gar nicht vorhanden
- Waldstrassen im Winter nicht oder nur beschränkt befahrbar

Seilkrangelände mit Rundholzlager

Dieses Verfahren (Tabelle 4) eignet sich für nicht befahrbare Gelände im Gebirge. Dabei werden Rundholztransporte vom Gebirge ins Tal (ein Weg ca. 10 km) und anschliessend Schnitzeltransporte durchgeführt (ein Weg) ca. 5 bis 10 km).

Seilkrangelände, Hacken ab Waldstrasse





Dieses Verfahren (Tabelle 5) wird bei nicht befahrbarem Gelände im Gebirge angewendet. Es werden Schnitzeltransporte durchgeführt. Transportdistanz (ein Weg) ca. 10 bis 20 km.

Tabelle 4: Seilkrangelände mit Rundholzlager

Vorgang	Ort			Depot	Heizung	Anteil Kosten Wald Hackholz	Eingesetzte Maschinen
	Wald						
	Bestand	Rückgasse	Waldstrasse			Fr./Srm	
Fällen						3-4	Motormanuell
Rücken						20	Mobilseilkran
Aufrüsten						7-12	Prozessor
Rundholztransport						5-6	LKW, Rundholztransporter
Lager (Rundholz)						0	
Hacken						10-12	Hacker auf LKW aufgebaut
Schnitzeltransport						4-6	LKW, Container
Betriebskosten	Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung etc.					2-3	
Erzeugungskosten	Ab Stufe Rundholztransport					21-27	
Erzeugungskosten	Total					51-63	



Tabelle 5: Seilkrangelände, Hacken ab Waldstrasse

Vorgang	Ort			Heizung	Anteil Kosten Wald Hackholz	Eingesetzte Maschinen
	Wald	Wald	Wald			
	Bestand	Trans- portlinie	Wald- strasse		Fr./Srm	
Fällen					3-4	Motormanuell
Rücken					20	Mobilseilkran
Hacken					10-12	Hacker auf LKW aufgebaut
Schnitzeltransport					5-7	LKW, Container
Betriebskosten	Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung etc.				1-2	
Erzeugungskosten	Ab Stufe Hacken				16-21	
Erzeugungskosten	Total				39-44	



Dieses Projekt wurde realisiert mit Unterstützung des Bundesamts für Umwelt (BAFU) im Rahmen des Aktionsplans Holz.

Bildquellen: Michael Fehrle, IHB/Fordaq – Bossert Forst AG, Altbüren –Holzenergie Schweiz

Merkblatt zu beziehen bei:

Holzenergie Schweiz
Neugasse 6
CH-8005 Zürich
Telefon 044 250 88 11
Fax 044 250 88 22
info@holzenergie.ch
www.holzenergie.ch

