

Rationelle Holzschnitzelbereitstellung im Forstbetrieb



Heizen mit Holz aus einheimischen Wäldern ist aktiver Klimaschutz. Die Zahl der Holzschnitzelfeuerungen hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen.

Waldbesitzer können von dieser Entwicklung profitieren und sich neue Märkte für bisher stark defizitäre oder nicht verwertbare Sortimente erschliessen.

Aufgrund von Erfahrungen und Empfehlungen ausgewählter Forstbetriebe und Unternehmer hat Holzenergie Schweiz dieses Merkblatt zusammengestellt. Es zeigt den aktuellen Stand der Energieholzbereitstellung auf und weist auf die wichtigsten Punkte einer rationellen Bereitstellung sowie auf Optimierungspotentiale hin.



Allgemein wichtige Hinweise für eine rationelle Bereitstellung von Holzschnitzeln

- Sollen Holzschnitzel produziert werden, so ist dieses Sortiment bei der Planung eines Schlasses von Anfang an mit einzubeziehen.
- Verlässliche Partner
- Eine frühzeitige Zusammenarbeit zwischen dem Forstbetrieb und dem beauftragten Unternehmer ist sehr wichtig.
 - Die Schlagorganisation sollte mit dem Unternehmer vor dem ersten Eingriff besprochen werden.
 - Eine langjährige Zusammenarbeit schafft gegenseitiges Vertrauen. Der Unternehmer weiss, welches Holz in welche Heizung gelangen muss, kennt die Gegebenheiten des Waldes, das Wegnetz mit «starken Steigungen» und kann in etwa den Holzanfall abschätzen.
- Das Forstpersonal muss instruiert werden:
 - Fremdgegenstände wie z.B. Metallteile, Steine oder Ketten dürfen auf keinen Fall ins Hackholz gelangen, da sonst an den Hackern teure Schäden auftreten können.
 - Bei der Aufarbeitung dürfen nur die nötigsten Schritte ausgeführt werden. Z.B.: Kronenmaterial, welches gehackt wird, sollte möglichst am Stück (oder evtl. 1-2 Trennschnitte) belassen werden. Auf keinen Fall gründlich entasten!
 - Hackholz darf nicht verschmutzt werden (nicht mit Rückefahrzeugen überfahren)!
- Waldhackschnitzel sind günstiger, wenn sie als Mischsortimente vermarktet werden. Dazu werden Landschaftspflegeholz, Rinde sowie Sägereirestholz mit den Waldhackschnitzeln vermischt und verkauft.

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

2. Fällen, Aufrüsten, Vorliefern, Rücken

A) Befahrbare Lagen

Beispiel 1: Durch Waldstrassen gut erschlossen, Vorliefern des Ganzbaumes an die Waldstrasse, Hacken auf der Waldstrasse mit Nachfahren*

Die Bäume werden im rechten Winkel zur Waldstrasse gefällt und mittels Schlepper mit Funkseilwinde dickkörtig 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 vom Unternehmer 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.



Forwarder-Rückung

Bei grossem Holzanfall werden die Platzverhältnisse an der Waldstrasse knapp. Dann empfiehlt es sich, den Holzschlag und das Hacken in mehreren Etappen durchzuführen. Das Verfahren eignet sich vor allem für Durchforstungen. Bei der Räumung wird es in Kombination mit einem Forwardereinsatz angewandt: Die grösseren Stücke (Kronen) werden mit Forwarder gerückt. Dies bedingt jedoch einige Trennschnitte.

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

I. Verfahrensschritte

1. Organisation, Sortimentwahl

Sortimentsverlagerung

An Stelle von mehreren Sortimenten (Stammholz, Plattenholz, Energieholz, Schleifholz, etc.) werden in ausgewählten Holzschlägen nur Sägerundholz und Holzschnitzel produziert.

Vorteile	
Tiefere Kosten durch	<ul style="list-style-type: none"> • geringeren Entastungsaufwand • geringeren Sortieraufwand (Einmessen, Holzlisten erstellen) • geringeren Schlagräumungsaufwand • grössere Holzmenge pro Schlag (wegen Astmaterial)
Mehreinnahmen durch	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere Preise für Energieholz als für Industrieholz



Vorteile	Nachteil
<ul style="list-style-type: none"> • Wetterunabhängig • Einsatz eigener Betriebsmittel zum Vorliefern möglich • Bodenschonendes Verfahren 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Erschliessungsdichte notwendig

Beispiel 2: Durchforstungen

Bei Durchforstungen gilt: Je höher der BHD, desto kostengünstiger das Verfahren. Hier existieren verschiedene rationelle Verfahrensmöglichkeiten: Einerseits das teilmechanisierte Verfahren, bei dem die Bäume motormanuell gefällt und mittels Raupenschlepper an die Rückegasse vorgeliefert werden. Andererseits die vollmechanisierten Verfahren, bei denen je nach Dimensionen entweder der Feller-Buncher (Fäller-Sammler) oder der Harvester für das Fällen und Vorliefern eingesetzt werden. Der notwendige Rückegasseabstand beträgt 20 m. Der Einsatz des Feller-Buncher stellt dabei das rationellste Verfahren dar. Hierbei werden die Bäume abgeschnitten, gebündelt und auf kleinere Polter auf der Rückegasse abgelegt.



Durchforstung mit Harvester

Anschliessend wird im Bestand gehackt (mit «Forwarder Hacker»). Falls dies nicht möglich ist, wird mit Forwarder gerückt, was jedoch nicht den Idealfall darstellt, da sich an die Rückegasse vorgelieferte Vollbäume schlecht zum Rücken eignen. Vor allem bei motormanuellen Verfahren ist es ratsam, die Eingriffe in kurzen Intervallen mit wenig Holz auszuführen (anstatt lange Intervalle mit viel Holz).

Beispiel 3: Schlagabraum – Durch Rückegassen und Waldstrassen gut erschlossen

Die Kronen werden nach dem Fällen durch einen Trennschnitt vom Stammholz getrennt und nicht weiter aufgearbeitet, sondern als ganze, zusammenhängende Stücke im Bestand liegen gelassen (evtl. können wenige Trennschnitte erfolgen,

um die größten Äste zu entfernen). Nun kann das Hackholz entweder im Bestand gehackt oder an die Waldstrasse gerückt werden.

Das effizienteste Verfahren zur Rückung des Hackholzes erfolgt mittels Forwarder. Der Forwarder rückt dabei das Stammholz wie auch das Energieholz im gleichen Arbeitsgang. So kann er besser ausgelastet werden, was wiederum die Kosten senkt. Danach wird das Hackholz an der Waldstrasse aufgepoltert. Anstatt eines grossen Schlages empfiehlt es sich allenfalls 2-3 kleinere Schläge kurz nacheinander durchzuführen. So steht mehr Platz zur Verfügung, was die Holzerei vereinfacht. Es ist aber darauf zu achten, dass nicht zu oft umgesetzt werden muss.

B) Nicht befahrbare Lagen

Beispiele 4 und 5: Seilkrangelände

In steilen Lagen ist folgendes Verfahren gebräuchlich: Die Vollbäume werden mittels Seilkran an die Waldstrasse vorgeliefert. Grössere Bäume werden im Bestand teilweise aufgearbeitet und anschliessend im Sortimentsverfahren an die Waldstrasse befördert. Nadel- und soweit als möglich auch 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 kommt eher selten vor, da in höheren Lagen vor allem im Sommer geholt wird, die Lagerplätze meistens zu klein sind und die Waldstrassen im Winter nur erschwert oder gar nicht befahrbar sind.

Die grösste Rationalisierungsmöglichkeit besteht darin, den Schritt des Rundholztransportes (und damit auch das zusätzliche Auf- und Abladen) wegzulassen und das Holz direkt am Ablageplatz Seilkran zu hacken.

Der folgende Punkt gilt für alle Lagen:

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

3. Schnittstelle

Es empfiehlt sich, vor dem Hacken des Holzes die Arbeitskette zu unterbrechen und das Hackholz einige Zeit liegenzulassen. Das Holz kann dadurch vortrocknen, und das Hacken kann unabhängig von den Fäll- und Rückearbeiten ausgeführt werden. Wichtig ist dabei, dass das Holz in Poltern gesammelt ist und nicht länger als ca. 1 Jahr (je nach Baumart unterschiedlich) gelagert wird, da ansonsten Heizwertverluste zu erwarten sind. Winterreserven können mit geeigneten Materialien abgedeckt werden, die vor Schnee und Feuchtigkeit schützen.



4. Hacken

Hacker sind sehr teure Maschinen, für deren wirtschaftlichen Betrieb eine hohe Auslastung (ab 25'000 Sm³ / Jahr) notwendig ist. Für den einzelnen Forstbetrieb lohnt sich die Anschaffung eines eigenen Hackers nicht. Hingegen bieten zahlreiche Unternehmer diese Dienstleistung zu günstigen Konditionen an.

Wichtige Punkte beim Hacken

- Genügend Platz für Hack- und Umladevorgänge einplanen
- Transportkapazität an Hackleistung anpassen.
- Gute Organisation beim Abtransport der Schnitzel
- Vorkonzentriertes Hackholz erhöht die erzielte Leistung beim Hacken. Andererseits kann dies auch einen Mehraufwand für das Rücken bedeuten.
- Rückwärtsfahrten mit den Transportfahrzeugen sind möglichst zu vermeiden. Darum sollten die Rundholzlagerplätze möglichst nahe einer Kreuzung bzw. Wendestelle angeordnet werden (Hackeinzug und Schnitzelauswurf sind zu beachten).



Hacken ab Polter

«Hacken im Bestand» oder «Hacken auf der Waldstrasse»?

Nach Angaben zahlreicher Forstbetriebe und -unternehmungen in der Schweiz konnte sich bei einer Gegenüberstellung beider Systeme weder das «Hacken im Bestand» noch das «Hacken auf der Waldstrasse» als das rationellere Verfahren behaupten. Die Rückekosten mit dem Forwarder sind in etwa gleich hoch wie die zusätzlichen Hackkosten, die durch das Nachfahren im Bestand entstehen.

Bei Durchforstungen im Vollbaumverfahren (Einsatz von Feller-Buncher, Vollbäume an Rückegasse vorgeliefert) ist das Verfahren «Hacken im Bestand» wirtschaftlicher. Konkret heisst dies:

Das «Hacken im Bestand» setzt eine genügende Bodentragfähigkeit für den Hacker voraus, was vor allem von der Region, aber auch von den Wetterverhältnissen abhängt und allgemein gesehen eher selten gewährleistet ist. Deshalb sind die «Forwarder Hacker» oft nicht genügend ausgelastet (oder werden auf der Waldstrasse eingesetzt), was ihre Wirtschaftlichkeit senkt.

Zudem ist auch bei Schnee das «Hacken im Bestand» problematisch, da das Schnee-Schnitzel-Gemisch einen höheren Wassergehalt aufweist (Heizungsproblem) und im Transportbehälter zusammengefrieren kann (generell bei frischem Material).

Durchforstung mit:	rationelle Verfahren:
Feller-Buncher	• Hacken im Bestand (Vollbäume)
Harvester	• Hacken im Bestand oder Rücken mit Forwarder (abgelängte Baumteile oder Mischsortimente)
Motormanuell, Seilwinde	• Hacken im Bestand oder Rücken mit Forwarder (abgelängte Baumteile oder Mischsortimente)

Hacker

Die Hacker werden in verschiedenen Varianten angeboten. Gebräuchlich sind einerseits der auf einem Forwarder, andererseits der auf einem LKW aufgebaute Hacker.

Eine wichtige Detailinformation ist der zu erwartende max. Durchmesser des Holzes. Danach richtet sich die Auswahl des Hackers und dessen Einlauföffnung.

Mit Antriebsleistungen bis zu 1000 kW und Einlauföffnungen bis 850 x 1200 mm sind zum Beispiel die Trommelhacker vielfältig einsetzbar. Die Qualität der Holzsnitzel hängt entscheidend vom Hacken ab. Auf Rückegassen und auf schlecht ausgebauten Waldstrassen kommt nur der «Forwarder Hacker» zum Einsatz. Hier sind folgende Eigenschaften wichtig:

- Schwenkbarer Einzug (erlaubt einfacheres Fällen der Bäume)
- Greifersäge am Kran: Ist vor allem bei Schlagabraum von Vorteil (erspart Trennschnitte mit Motorsäge!)
- Aufgebauter Bunker (Transportfahrzeug kann nicht in den Bestand fahren)

Auf der Waldstrasse können beide Hackertypen eingesetzt werden. Hier sorgen folgende Eigenschaften für einen rationellen Ablauf:

- Gebläse oder Förderband zum rationellen Transfer der Schnitzel vom Hacker ins Transportfahrzeug (Hackvorgang muss für Transfer nicht unterbrochen werden).
- Aufgebauter Bunker (nur für reduzierte Platzverhältnisse im Gebirge)



Im Bestand sowie auf der Waldstrasse ist folgende Eigenschaft von Vorteil:

- Hacker und Trägerfahrzeug können von der gleichen Stelle aus bedient werden. So können auch mehrere kleinere Polter entlang einer Linie rationell gehackt werden (Hacken mit Nachfahren).

Folgende Details können den Hackvorgang weiter rationalisieren:

- Hackeinzug mit Förderband parallel zur Strasse. Auf diese Weise kann von beiden Strassenseiten Hackholz aufgenommen werden. Durch das Förderband können auch kleinere Dimensionen gut gehackt werden (gilt vor allem für Stammmaterial).
- Aufgebauter Bunker mit Gebläse: Die Schnitzel werden in den aufgebauten Bunker gehackt. Falls 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. Hacker und Transportfahrzeug können somit unabhängig voneinander arbeiten.

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

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

5. Lager

Schnitzzellager

Schnitzzellager sind generell teurer als Rundholzlager. Daher sollten sie möglichst klein und nur als Notreserve konzipiert sein (falls keine Trockenschnitzel vertrieben werden müssen). Mit einer ausgeklügelten Logistik lässt sich das Lager weiter verkleinern (vgl. Abschnitt Logistik).



Rundholz- und Schnitzzellager

Die Kosten des Schnitzzellagers können zusätzlich reduziert werden, indem

- nicht in jeder Gemeinde ein Lager eingerichtet wird.

- man zu günstigen Preisen Landschaftspflege- oder Sägereirestholzschnitzel einkauft und diese dem Waldholz beimischt.
- man Container oder landwirtschaftliche Kippanhänger mietet oder kauft und als Lager benützt.

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

Energieholzpolter

Falls keine zusätzlichen Transportvorgänge entstehen, sind Energieholzpolter praktisch kostenlos. Darum sollten Energieholzpolter so konzipiert sein, dass sie ohne Umladen / Transportbruch mit den Arbeiten im Bestand verbunden werden können.

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, so dass auch im Winter gehackt werden kann.

Für die Anordnung der Energieholzpolter gilt: Schnitzeltransporte sind kostengünstiger als Transporte von Kronenmaterial. Demzufolge sind Transporte von Kronenmaterial möglichst zu vermeiden und Lagerplätze in der Nähe des Bestandes anzulegen. Trämel-Transporte 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. Mit dem Schlepper zusammengeschobene Asthaufen lassen sich zum Hacken nur schwer entzerren. Achtung: Hier besteht die Gefahr der Verunreinigung durch Steine etc.

6. Transporte

LKWs sind im Allgemeinen 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 von landwirtschaftlichen Fahrzeugen (Zusammenarbeit mit lokalen Landwirten) eine kostengünstige 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 auslasten und dadurch die Kosten senken.

7. Logistik

Schnitzelaustauschsystem, Schnitzel-Pool

Beim Schnitzelaustauschsystem sind die Hackschnitzel der verschiedenen Waldbesitzer gegeneinander austauschbar. Dies hat den Vorteil, dass der Hacker länger an einem bestimmten



Ort verbleiben und von diesem Ort aus verschiedene Heizungen beliefern kann. Anstatt des Hackers werden also die Hackschnitzel transportiert. Dieses Verfahren ist umso effizienter, je schwieriger der Transport des Hackers ist (v.a. bei «Forwarder Hacker»).

Koordinierung des Schnitzelnachschubs

Die Koordinierung des Schnitzelnachschubs bedingt, dass ein Unternehmer für die Belieferung mehrerer Heizungen in einer Region verantwortlich ist. So kann er an einem Tag am Ort X hacken und von dort die nahe gelegenen Heizungen versorgen und am nächsten Tag vom Nachbarort Y die von dort nahe gelegenen Heizungen versorgen. So können sowohl Hackschnitzel-, wie auch Hackertransporte minimiert werden. Der Unternehmer kann dadurch eine Versorgungs-Tour planen, die er in regelmässigen Abständen wiederholt. In der Regel richtet sich dieser Turnus nach der Heizung mit der kleinsten Vorratsdauer. Es empfiehlt sich, den Schnitzelpegel im Silo auf möglichst hohem Niveau zu halten, um das zentrale Schnitzzellager weiter reduzieren zu können.

Zusammenarbeit zwischen Forstbetrieben

Die Koordinierung der Holzschläge zwischen Forstbetrieben erlaubt das Bündeln von Hackaufträgen. Dadurch lassen sich grössere Mengen auf einmal hacken, und der Unternehmer kann seine Einsätze optimieren.

8. Silo

Bei der Gestaltung der Silos ist darauf zu achten, dass Abladevorgänge schnell ablaufen. Lange Wartezeiten behindern die Hack- und Transportkette.

Für kleinere Heizungen können Container mit hydraulischer Austragung als Siloersatz eingesetzt werden (Transportbehälter ist gleichzeitig ein Silo). Dies reduziert Abladezeiten sowie Silokosten. In der Regel werden Austragungscontainer gemietet.

II. Kostenberechnung

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

Methode A) Eine weit verbreitete Kostenberechnungsmethode ist folgende: Das Hackschnitzelsortiment wird als Koppelprodukt angesehen. Die Fäll- und Rückekosten werden soweit als möglich einem höherwertigen Sortiment (meistens Stammholz) angelastet. Der zusätzliche, lediglich für die Hackschnitzelproduktion nötige Aufwand, wird dem Sortiment Hackschnitzel zugerechnet, so dass relativ niedrige Kosten erzielt werden.

Methode B) Eine andere Möglichkeit besteht darin, die gesamten Fäll- und Rückekosten proportional nach Holzmenge auf die Sortimente zu verteilen. Dabei ist logischerweise mit höheren Bereitstellungskosten zu rechnen. Diese Methode muss z.B. dann angewandt werden, wenn ganze Bestände ausschliesslich der Energieholzproduktion dienen.

Welche Methode zur Kostenberechnung angewandt wird, ist Ansichtssache. Jedoch sollten bei einem objektiven Kostenvergleich immer die gleichen Berechnungsmethoden miteinander verglichen werden.

Trockenschnitzelproduktion

Für die Produktion von Trockenschnitzeln muss mit Mehrkosten von 7 – 15 Fr./Sm³ gerechnet werden. Die anfallenden Lagerkosten werden bestimmt durch Lagergrösse und jährlichen Holzschlagumsatz. Weitere Kosten entstehen durch Ab- und Aufladen der Hackschnitzel. Es wird eine Lagerdauer von mindestens 2 Monaten empfohlen.

Sonstige Kosten

Weitere Kosten, die auf den Hackschnitzelpreis umgelegt werden sollten, sind:

- anfallende Entsorgungskosten für die Holzasche
- Unterhaltskosten für ein Notschnitzzellager
- PR-Kosten zur Förderung und Erweiterung des Absatzmarktes

III. Öffentlichkeitsarbeit

Je mehr Hackschnitzel abgesetzt werden können, desto rationeller ist die Bereitstellung. 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 daher immer die Bauherrschaft auf die Variante Schnitzelheizung und deren Vorteile aufmerksam gemacht werden.

Die Kosten für PR Massnahmen können beispielsweise über einen höheren Verwaltungskostenanteil finanziert werden.

IV. Beispiele

Kosten einiger rationeller Verfahren

Bemerkung: Die angegebenen Zahlen sind aktuelle Kosten (Stand Februar 2003) einiger befragter Forstbetriebe und -unternehmer in der Schweiz. Die Zahlen sind durchschnittliche Werte für durchschnittliche Schweizer Verhältnisse (getrennt nach befahrbaren und nicht befahrbaren Lagen).

A) Befahrbare Lagen

Beispiel 1: Gut erschlossene Lagen, Vorliefern des Ganzbaumes an die Waldstrasse, Hacken auf Waldstrasse mit Nachfahren

Vorgang	Ort	Wald		Heizung	Anteilige Kosten Wald Hackholz	eingesetzte Maschinen
		Bestand	Waldstrasse			
Fällen					Fr. / Sm ³ 8 - 12	Motormanuell
Vorliefern (Ganzbaum)						Schlepper mit Funkseilwinde
Hacken (mit Nachfahren)					11 - 15*	Hacker auf LKW aufgebaut
Schnitzeltransport					4 - 7.5	LKW, Container
Betriebskosten		Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung, PR, etc.			1 - 2	
Erzeugungskosten		ab Stufe Hacken			16 - 24.5	
Erzeugungskosten total					24 - 36.5	

Bemerkung: Dieses Verfahren eignet sich für gut erschlossene Wälder, die Ganzbäume können aus einer Entfernung von bis zu 60 - 80 m an die Waldstrasse gezogen werden. Bei Durchforstungen kann der ganze Bestand bei entsprechender Erschliessung nach diesem Verfahren behandelt werden. Beim Schlagabraum werden hingegen die grossen Kronen mit dem Forwarder aus dem Bestand gerückt (Kombination mit Verfahren «Hacken auf Waldstrasse, befahrbare Lagen»). Transportdistanzen (1 Weg) 5 - 20 km.

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

Beispiel 2: Durchforstung, Hacken im Bestand

Vorgang	Ort	Wald			Heizung	Anteilige Kosten Wald Hackholz	eingesetzte Maschinen
		Bestand	Rückegasse	Waldstrasse			
Fällen					Fr. / Sm ³ 5 - 10	Feller-Buncher	
Vorliefern							
Hacken					15 - 18	Hacker auf Forwarder aufgebaut	
Rücken							
Schnitzeltransport					4 - 7.5	LKW, Container	
Betriebskosten		Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung, PR, etc.			1 - 2		
Erzeugungskosten total					25 - 37.5		

Annahmen: Durchforstung mit max. BHD von 25 cm; befahrbare, tragfähige Böden; für grössere Dimensionen kommt der Harvester anstelle des Feller-Bunchers zum Einsatz => leicht höhere Fall- und Vorlieferkosten. Transportdistanzen (1 Weg) 5 - 20 km.

Beispiel 3: Schlagabraum, Hacken auf Waldstrasse

Vorgang	Ort	Wald			Heizung	Anteilige Kosten Wald Hackholz	eingesetzte Maschinen
		Bestand	Rückegasse	Waldstrasse			
Fällen					0		
Vorliefern					0		
Rücken					4 - 12	Forwarder	
Hacken					10 - 12	Hacker auf LKW aufgebaut	
Schnitzeltransport					4 - 7.5	LKW, Container	
Betriebskosten		Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung, PR, etc.			1 - 2		
Erzeugungskosten total					19 - 33.5		

Annahmen: Schlagabraum; befahrbare Böden (für Rücken); Systemgrenze: Zu Beginn liegen die Kronen als zusammenhängende Stücke in Reichweite des Greifkrans (Forwarder) im Bestand. Das gerückte Holz wird an der Waldstrasse aufgepoltert und ab Polter gehackt. Transportdistanzen (1 Weg) 5 - 20 km.

B) Nicht befahrbare Lagen

Beispiel 4: Seilkrangelände, Hacken ab Waldstrasse

Vorgang	Ort	Wald			Heizung	Anteilige Kosten Wald Hackholz	eingesetzte Maschinen
		Bestand	Transportlinie	Waldstrasse			
Fällen						3 - 4	Motor manuell
Rücken						20	Mobilseilkran
Hacken						10 - 12	Hacker auf LKW aufgebaut
Schnitzeltransport						5 - 7	LKW, Container
Betriebskosten		Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung, PR, etc.				1 - 2	
Erzeugungskosten		ab Stufe Hacken				16 - 21	
Erzeugungskosten total						39 - 44	

Annahmen: Nicht befahrbares Gelände im Gebirge (Zahlen von Wartau u. Nidwalden). Schnitzeltransporte (1 Weg ca. 10 - 20 km).

Beispiel 5: Seilkrangelände mit Rundholzlager

Vorgang	Ort	Wald			Depot	Heizung	Anteilige Kosten Wald Hackholz	eingesetzte Maschinen
		Bestand	Transportlinie	Waldstrasse				
Fällen						3 - 4	Motor manuell	
Rücken						20	Mobilseilkran	
Aufrüsten						7 - 12	Prozessor	
Rundholztransport						5 - 6	LKW, Rundholztransporter	
Lagern (Rundholz)						0		
Hacken						10 - 12	Hacker auf LKW aufgebaut	
Schnitzeltransport						3.5 - 6	LKW, Container	
Betriebskosten		Geschäftsführung, Rückstellungen, Verwaltung, PR, Unterhalt, Depot, etc.				2 - 3		
Erzeugungskosten		ab Stufe Rundholztransport				20.5 - 27		
Erzeugungskosten total						50.5 - 63		

Annahmen: Nicht befahrbares Gelände im Gebirge (Zahlen von Wartau u. Nidwalden). Rundholztransporte vom Gebirge ins Tal (1 Weg ca. 10 km). Schnitzeltransporte (1 Weg ca. 5 - 10 km).



Merkblatt zu beziehen bei:
 Holzenergie Schweiz
 Seefeldstrasse 5a
 CH-8008 Zürich
 Telefon 01 250 88 11
 Fax 01 250 88 22
 info@holzenergie.ch
 www.holzenergie.ch