

Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Waldnutzung

Vollkostenrechnungen für Sägereirundholz und Scheitholz sowie Holzschnitzel

Gregor Albisser Vögeli, Helmut Ammann und Isabelle Brecht, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen, E-Mail: gregor.albisser@art.admin.ch

Die Bereitstellung von Waldholz ist in vielen Landwirtschaftsbetrieben ein wichtiger Betriebszweig. Der vorliegende ART-Bericht enthält Vollkostenrechnungen für Sägereirundholz und Energieholz. Letzteres beinhaltet Scheitholz und Holzschnitzel. Neben den unterschiedlichen Verfahren der Holzaufarbeitung und ihren Verfahrenskosten werden auch Direkt- und Strukturkosten berücksichtigt. Diese belaufen sich auf 67 bis 72 Franken pro Festmeter für einen durchschnittlichen Landwirtschaftsbetrieb.

Da bei der Waldbewirtschaftung typischerweise sowohl Sägereirundholz als auch Energieholz bereitgestellt werden, sind verschiedene Nutzungsarten unterscheidbar. In Abhängigkeit

vom Aufarbeitsverfahren ist bei einer Konzentration auf Scheitholz ein zusätzliches Einkommen von 50 bis 572 Franken pro Hektare Wald möglich, wobei die Arbeitsverwertung (resultierender Stundenlohn) bei 2 bis 20 Franken pro Arbeitsstunde liegt. Eine weitere Nutzungsstrategie, die auf Sägereirundholz ausgerichtet ist und Holzschnitzel als Nebenprodukt beinhaltet, führt je nach Verfahren zu einem Einkommen von -53 bis +161 Franken pro Hektare. Die dabei erzielte Arbeitsverwertung hat eine Spannweite von -6 bis +32 Franken pro Stunde. Unter heutigen Preisverhältnissen ist die Verwendung von Laubholz als Energie und von Nadelholz als Sägereirundholz grundsätzlich wirtschaftlich sinnvoll.



Abb. 1: Das Aufarbeiten von Energieholz bringt für viele Landwirte durch die bessere Arbeitsauslastung ein willkommenes Zusatzeinkommen im Winter. (Fotos: Isabelle Brecht, Agroscope ART)

Abkürzungen	
AE	Arbeitseinheit (z. B. h oder Ster)
AKh	Arbeitskraftstunde
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BUL	Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft
Fm	Festmeter (entspricht 1 m ³ Massivholz = 1,4 Ster)
Fu	Fuder
ha	Hektare
kW	Kilowatt (entspricht 1,36 PS)
kWh	Kilowattstunde
m ³	Kubikmeter
SHF	Selbsthilfefonds der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft
Sm ³	Schnitzelkubikmeter (1 Fm ergibt 2,8 Sm ³)
Th	Traktorstunde
WVS	Waldwirtschaft Schweiz (Dachorganisation der schweizerischen Waldeigentümer)

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Waldfläche, Holzvorrat und Holzverwendung	2
Berechnung der Verfahrenskosten	2
Verfahrenskosten für Sägereirundholz	3
Verfahrenskosten der Scheitholzproduktion	4
Verfahrenskosten der Holzschnitzelproduktion	5
Direkt- und Strukturkosten der Waldbewirtschaftung	5
Vollkosten, Erlöse, Gewinn und Arbeitsverwertung	7
Verfahrenskombinationen	8
Schlussfolgerungen	8
Literatur	10
Anhang	11



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD

Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Problemstellung

Als Anbieter von Holz spielt die Landwirtschaft neben den Forstbetrieben eine wesentliche Rolle. Die entsprechenden Arbeiten lassen sich in idealer Weise in einen landwirtschaftlichen Betrieb integrieren. Aufgrund der arbeitswirtschaftlichen Reserve im Winter kann so ein zusätzliches Einkommen erwirtschaftet werden (Abb. 1). Zudem führt das Aufarbeiten von Holz zu einer verbesserten Maschinenauslastung, was wiederum die Maschinenkosten pro Arbeitseinheit senkt.

Die hohen Preise von fossilen Energieträgern führten in den letzten Jahren in der Schweiz zu einer verstärkten Nachfrage von Energieholz zur Wärmeengewinnung. Im Jahr 2006 wurde insgesamt sieben

Prozent des Wärmeenergiebedarfs aus Energieholz erzeugt (Kaufmann 2007).

Um die Wirtschaftlichkeit und realisierbare Arbeitsverwertung der Holzproduktion abschätzen zu können, müssen die Kosten und Leistungen bekannt sein. Entsprechend beschäftigt sich der vorliegende Bericht mit den Selbstkosten (auch als Produktions- oder Vollkosten bezeichnet) der Energieholzproduktion auf Landwirtschaftsbetrieben. Wir unterscheiden dabei einerseits die Verfahrenskosten (Arbeits- und Maschinenkosten) für den einzelnen Festmeter und übrige Direkt- und Strukturkosten (z. B. Kosten der Sicherheitsausbildung für Waldarbeiten) andererseits.

Waldfläche, Holzvorrat und Holzverwendung

Der Schweizer Wald bedeckt heute ungefähr 31 Prozent der Landesfläche, was einer Fläche von 1 245 000 Hektaren entspricht. Der durchschnittliche Holzvorrat im Schweizer Wald wird auf 354 m³ pro Hektare und der durchschnittliche Zuwachs an verwertbarem Holz auf 7,4 Mio. m³ pro Jahr geschätzt, was knapp 6 m³ Zuwachs pro Hektare ergibt. Die gesamte Holznutzung inklusive natürlicher Abgänge betrug 2006 zirka 5,7 Mio. m³ Holz. Davon wurden 3,6 Mio. m³ als Stammholz und weitere 1,4 Mio. m³ als Waldenergieholz genutzt (BAFU 2008).

Energieholz ist in der Regel naturbelassenes Holz aus der Waldwirtschaft sowie Restholz aus holzverarbeitenden Betrieben wie Zimmereien und Schreinereien. Waldenergieholz im Speziellen stammt aus verschiedenen Waldbewirtschaftungsformen wie Jungwuchspflege, Durchforstungen, Sturm- und Schadflächen, sicherheitsbedingte Eingriffe, Einzelnutzungen sowie normale Holzschläge.

Damit gute Heizleistungen erzielt werden können, muss Energieholz möglichst trocken und gut gelagert werden (Abb. 2). Bei Waldenergieholz hat sich eine Lagerung während zweier Jahre an einem gut durchlüfteten und vom Regen geschützten Ort bewährt, wobei gespaltenes Holz besser trocknet als Rundholz.

Berechnung der Verfahrenskosten

Damit die Verfahrenskosten pro Festmeter ($F_m = 1,4 \text{ Ster} = 2,8 \text{ Sm}^3$) für die Bereitstellung und den Transport von Sägereirundholz, Scheitholz und Holzschnittel (Abb. 3) berechnet werden können, müssen die Kosten und Arbeitsleistungen der eingesetzten Maschinen sowie der Arbeitszeitbedarf bekannt sein. Die in den ausgewählten Verfahren benötigten Maschinen sowie deren Kosten sind in Tabelle 11 im Anhang dargestellt. Die Entschädigungsansätze für die Maschinen umfassen sowohl die variablen als auch die fixen Kosten und stammen aus dem ART-Bericht Nr. 702 «Maschinenkosten 2009» (Albisser et al. 2008).

Der Arbeitszeitbedarf und die Arbeitsleistungen der Maschinen wurden mit arbeitswirtschaftlichen Messungen (siehe Moritz und Goldberg 2008) erhoben. Die beiden Autoren stellten die Arbeitsabläufe und Verfahren bei der Ernte und Verarbeitung von Holz sehr detailliert dar. Dabei wurden unterschiedliche Verfahren zum Aufarbeiten des Holzes ausgewählt, die in der bäuerlichen Waldwirtschaft verbreitet sind und mit einer mittleren Mechanisierung ausgeführt werden können. Die untersuchten Verfahren beinhalten alle Arbeitsschritte, vom Fällen des Baums bis zum Ausliefern beim Kunden. Nur das Aufräumen und Entsorgen der Äste wurde in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

In den meisten der untersuchten Verfahren spielt der für die Holzernte und -aufarbeitung benötigte Arbeitszeitbedarf und



Abb. 2: Gespaltenes Scheitholz trocknet besser ab als ungespaltenes Holz. Damit gute Heizleistungen erzielt werden, sollte es zudem vor der Witterung geschützt zwei Jahre gelagert werden.



Abb. 3: Waldenergieholz wird meist als Scheitholz oder als Holzschnitzel verkauft.

die damit anfallenden Arbeitskosten eine bedeutende Rolle. In den folgenden Verfahrenskosten wird die eingesetzte Arbeit mit einem Lohnansatz von 27 Franken pro Stunde (Albisser et al. 2008) entschädigt. In Abhängigkeit der betrieblichen Arbeitssituation kann eine höhere Entschädigung der eingesetzten Arbeitszeit allenfalls Sinn machen. Dies gilt vor allem dann, wenn wegen der Waldarbeit auf einen besser entschädigten Nebenerwerb verzichtet wird. Zur vereinfachten Darstellung sind in den folgenden Verfahren Sägereirundholz, Scheitholz und Holzschnitzel jeweils nur die detaillierten Berechnungen des günstigsten und des teuersten Verfahrens angegeben. Die Unterschiede der Verfahrenskosten von weiteren Verfahren sind jeweils im Text erklärt.

Verfahrenskosten für Sägereirundholz

Durch die Kombination der verschiedenen Arbeitsschritte zur Bereitstellung von Sägereirundholz resultieren insgesamt sechs mögliche Verfahren. Verglichen mit dem Scheitholz und den Holzschnitzel hat das Sägereirundholz den tiefsten Arbeitsaufwand und die günstigsten Verfahrenskosten.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass je nach betrieblichen Eigenheiten (Hangneigung, fehlende Erschliessung, grössere Distanzen zwischen den Waldparzellen) unter Umständen nicht das kostengünstigste Verfahren eingesetzt werden kann. So ist in nicht befahrbaren Waldstücken der Einsatz einer

Seilwinde zum Rücken erforderlich, was sich jedoch in höheren Verfahrenskosten niederschlägt.

Die Verfahrenskosten beim günstigsten Verfahren für Sägereirundholz betragen Fr. 33.– pro Fm (Tab. 1), dabei wird der Stamm mit einem Rückebock mit Zange an die Waldstrasse gerückt¹. Beim teuersten Produktionsverfahren entstehen Verfahrenskosten von knapp Fr. 55.– pro Fm (Tab. 2), und ist somit 1,7 mal teurer als das günstigste Verfahren. Die Kostendifferenz von Fr. 22.– pro Fm hat folgende Ursachen:

- Wenn zum Rücken anstelle des Rückebocks eine Seilwinde mit Funkfern-

¹ Ein noch günstigeres Verfahren mit Kosten von Fr. 24.– pro Fm beinhaltet das Rücken des Baumstammes von Hand an die nahe Waldstrasse. Aus ergonomischen Überlegungen scheidet dieses Verfahren aus.

Tab. 1: Arbeitszeitbedarf und Kosten für günstigstes Sägereirundholzverfahren

Sägereirundholz Kostengünstigstes Verfahren Arbeitsschritte und benötigte Maschinen	AKh, Th und Maschinen je Fm			Kosten		
	Arbeitskraft AKh	Traktor Th	Maschinen- einsatz	Arbeit Fr./Fm	Maschinen Fr./Fm	total Fr./Fm
Baum fällen und ausasten mit Kettensäge (mittel, 4 kW)	0.31		0.29 h	8.40	4.80	13.20
Rücken des ganzen Baumstammes zur Waldstrasse, mit Traktor (70 kW) und Rückebock mit Holzschleppzange, inkl. poltern	0.22	0.22	0.22 h	5.90	13.90	19.80
Total für Verfahren ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm	0.53	0.22		14.30	13.90	33.00

Tab. 2: Arbeitszeitbedarf und Kosten für teuerstes Sägereirundholzverfahren

Sägereirundholz Verfahren mit höchsten Kosten Arbeitsschritte und benötigte Maschinen	AKh, Th und Maschinen je Fm			Kosten		
	Arbeitskraft AKh	Traktor Th	Maschinen- einsatz	Arbeit Fr./Fm	Maschinen Fr./Fm	total Fr./Fm
Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)	0.31		0.29 h	8.40	4.80	13.20
Baumstamm zur Waldstrasse rücken mit Traktor (70 kW) und Anbauseilwinde (6000 kp Zugkraft) mit Funkgerät	0.22	0.22	0.22 h	5.90	16.00	21.90
Transport der Stämme ins Zwischenlager mit Entladen und poltern, mit Traktor (70 kW) und Forstanhänger mit Kran	0.16	0.16	0.16 h	4.30	15.40	19.70
Total für Verfahren ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm	0.69	0.38		18.60	36.20	54.80

Tab. 3: Arbeitszeitbedarf und Kosten für günstigstes Scheitholzverfahren

Scheitholz 50 cm Kostengünstigstes Verfahren Arbeitsschritte und benötigte Maschinen	AKh, Th und Maschinen je Fm			Kosten		
	Arbeitskraft AKh	Traktor Th	Maschinen- einsatz	Arbeit Fr./Fm	Maschinen Fr./Fm	total Fr./Fm
Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)	0.31		0.29 h	8.40	4.80	13.20
Ablängen und aufsägen in Meterstücke, mit Kettensäge (mittel, 4 kW)	0.14		0.12 h	3.80	2.00	5.80
Meterstücke zu Waldstrasse rücken, mit Traktor (50 kW) und Kippschaufel	0.25	0.03	0.03 h	6.80	1.40	8.20
Spalten der Meterstücke, mit Traktor (50 kW) und hydraulischem Holzspalter	0.44	0.39	0.39 h	11.90	22.60	34.50
Meterspalten von Hand aufschichten und abdecken des Lagers	0.23			6.20		6.20
Aufladen der Meterspalten und Transport ab Lager zum Hof, mit Traktor (50 kW) und Pneuwagen (1-achsig, 7 t, hydr. Kippbar)	0.74	0.22	0.35 Fu	20.00	20.30	40.30
Verarbeitung der Meterspalten zu 50 cm Scheitholz mit Brennholzfräse, Elektromotor und Kleinholzspalter mit hydraulischem Spaltkeil	0.40 1.26		0.23 h 1.20 h	10.80 34.00	2.40 13.80	13.20 47.80
Abtransport Scheitholz zu Kunde inklusive abladen, mit Traktor (50 kW) und Pneuwagen (1-achsig, 7 t, hydr. Kippbar)	0.39	0.37	0.35 Fu	10.50	26.00	36.50
Totale Verfahrenskosten ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm	4.16	1.01		112.40	93.30	205.70
entspricht totalen Verfahrenskosten je Ster	2.97	0.72		80.30	66.60	146.90

steuerung einsetzt wird, erhöhen sich die Verfahrenskosten um Fr. 2.– pro Fm.

- Wird ein Forstanhänger mit Kran zugemietet, um die Stämme in ein 1000 Meter entferntes Lager zu transportieren, so erhöhen sich die Verfahrenskosten um Fr. 19.– pro Fm.

Im Durchschnitt beträgt der Arbeitsbedarf bei allen sechs Verfahren der Sägerei- und Holzproduktion 0,67 AKh pro Fm bei mittleren Maschinenkosten von Fr. 22.– pro Fm. Dabei entstehen im Durchschnitt Verfahrenskosten von Fr. 40.– pro Fm.

Verfahrenskosten der Scheitholzproduktion

Das Aufarbeiten von Scheitholz setzt sich aus mehr Arbeitsschritten zusammen als beim Sägerei- und Holz. Durch die Kombina-

tion aller möglichen Arbeitsschritte zur Bereitstellung von Scheitholz resultieren sehr viele Verfahren. Über alle Verfahren betrachtet werden durchschnittlich 4,5 AKh pro Fm benötigt. Im Mittel aller Verfahren betragen die Maschinenkosten Fr. 134.– pro Fm. Zusammen mit der Entschädigung für die eingesetzte Arbeit ergibt dies durchschnittliche Verfahrenskosten von Fr. 256.– pro Fm. Im Vergleich zum Sägerei- und Holz sind diese 6,4-Mal höher.

Die Spannweite der Verfahrenskosten ist beträchtlich, sie beträgt vom günstigsten Verfahren mit Fr. 206.– pro Fm (Tab. 3) bis zum teuersten Verfahren mit Fr. 316.– pro Fm (Tab. 4) einen Kostenunterschied von 53 % oder Fr. 110.–. Verursacht wird diese Spannweite durch die grossen Unterschiede beim Arbeitszeitbedarf sowie den Einsatz von teuren Maschinen. Aus den detaillierten Berechnungen können folgende Verallgemeinerungen gemacht werden:

- Wird der ganze Baumstamm mit einer Seilwinde vom Fallort zur Waldstrasse befördert (Abb. 4), sind die mittleren Verfahrenskosten von Scheitholz um Fr. 14.– pro Fm höher, als wenn die Meterstücke mit einem Traktor und Kippschaufel transportiert werden.
- Kann das Holz zum Trocknen in der Nähe des Fallortes gelagert werden, so sind die Verfahrenskosten um Fr. 15.– pro Fm im Durchschnitt tiefer, als wenn es im Vergleich in ein 1000 Meter entferntes Lager transportiert werden muss.
- Werden die Meterscheite im Lager lose gelagert, sind die durchschnittlichen Verfahrenskosten um Fr. 43.– pro Fm geringer, als wenn sie gebündelt werden (Abb. 5).
- Werden die Meterstücke mit zwei Fräschnitten zu 33 cm Scheitholz verarbeitet, sind die mittleren Verfahrenskosten um Fr. 27.– pro Fm höher im Vergleich zu

Tab. 4: Arbeitszeitbedarf und Kosten für teuerstes Scheitholzverfahren

Scheitholz 33 cm Verfahren mit höchsten Kosten Arbeitsschritte und benötigte Maschinen	AKh, Th und Maschinen je Fm			Kosten		
	Arbeitskraft AKh	Traktor Th	Maschinen- einsatz	Arbeit Fr./Fm	Maschinen Fr./Fm	total Fr./Fm
Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)	0.31		0.29 h	8.40	4.80	13.20
Baumstamm zur Waldstrasse rücken, Traktor und Seilwinde (gleich wie Tab.2)	0.22	0.22	0.22 h	5.90	16.00	21.90
Ablängen und aufsägen in Meterstücke (gleich wie Tab. 3)	0.14		0.12 h	3.80	2.00	5.80
Spalten der Meterstücke in Meterspalten (gleich wie Tab. 3)	0.44	0.39	0.39 h	11.90	22.60	34.50
Bündeln der Meterspalten und Transport ins Lager (1000 m entfernt) mit Traktor (50 kW) und Bündelgerät für Holz (1 m ³), abdecken des Holzes	0.29	0.14	1.00 m ³	7.80	11.70	19.50
Aufladen der Spaltenbündel und Transport ab Lager zum Hof, mit Traktor (50 kW)				0.00	0.00	0.00
mit Frontlader (schwer) und Klemmzange für Grossballen sowie Pneuwagen (1-achsig, 7 t, hydr. Kippbar)	0.59 0.21	0.59 0.21	0.59 h 0.35 Fu	15.90 5.70	41.30 19.90	57.20 25.60
Verarbeitung der Meterspalten zu 33 cm Scheitholz mit Brennholzfräse (Elektromotor) und Kleinholzspalter mit hydraulischem Spaltkeil	0.48 1.86		0.31 h 1.80 h	13.00 50.20	3.30 20.70	16.30 70.90
Abtransport Scheitholz zu Kunde in Paloxe, mit Traktor (50 kW) und Paloxe (1m ³)	0.50	0.49	1.00 m ³	13.50	37.60	51.10
Totale Verfahrenskosten ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm	5.04	2.04		136.10	179.90	316.00
entspricht totalen Verfahrenskosten je Ster	3.60	1.46		97.20	128.50	225.70



Abb. 4: Durch den Einsatz von Frontlader und Seilwinde kann die Arbeitsbelastung stark reduziert werden. Doch die hohen Maschinenkosten führen dazu, dass dieses Verfahren insgesamt die höchsten Kosten hat.

- Werden die Schnitzel mit einem Grosshacker (Abb. 6) im Lohn hergestellt, sind die Verfahrenskosten durchschnittlich um Fr. 6.– höher als mit einem zapfwellenbetriebenen Anbau- oder Anhängelhacker (Abb. 1). Jedoch können dabei Stämme mit einem grösseren Durchmesser gehackt werden und die Arbeitsbelastung fällt geringer aus.
- Können die Holzsnitzel beim Kunden in eine Grube gekippt werden, sind die Verfahrenskosten am geringsten. Wird bei einem ebenerdigem Lager ein Traktor mit Frontlader eingesetzt, erhöhen sie sich im Vergleich zur Grube um Fr. 9.50 pro Fm. Und wird zur Beschickung von einem Hochsilo ein Förderband benötigt, sind die Kosten im Durchschnitt um Fr. 22.60 pro Fm höher als beim Kippen in die Grube.

50 cm Scheitholz mit einem Frässchnitt.
 – Wird das Scheitholz lose zum Kunden transportiert, sind die Verfahrenskosten im Mittel um Fr. 15.– pro Fm geringer als beim Transport in einer Paloxe.

Verfahrenskosten der Holzsnitzelproduktion

Im Vergleich zum Scheitholz führt der deutlich tiefere Arbeitsaufwand bei der Holzsnitzelproduktion zu günstigeren Verfahrenskosten. Der durchschnittliche Arbeitsbedarf aller Verfahren der Schnitzelproduktion beträgt 1,75 AKh pro Fm bei mittleren Maschinenkosten von Fr. 79.– pro Fm. Im Vergleich zum Scheitholz sind die durchschnittlichen Verfahrenskosten mit Fr. 127.– pro Fm knapp halb so hoch. Werden sie jedoch mit dem Sägereirundholz verglichen sind sie über 1,5-mal höher. Bei der Schnitzelproduktion ist die Spannweite der Verfahrenskosten ebenfalls beträchtlich. Die tiefsten Verfahrenskosten mit Fr. 78.– pro Fm (Tab. 5) sind sehr gering, dabei wird der Baumstamm mit einem Rückebock mit Zange an die Waldstrasse transportiert.² Das teuerste Produktionsverfahren weist Fr. 177.– pro Fm aus (Tab. 6) und ist im Vergleich zum zweitgünstigsten

Verfahren zirka 2,3-Mal teurer. Die Kostendifferenz von Fr. 99.– pro Fm hat folgende Ursachen:

- Ob ganze Baumstämme oder Spalten gehackt werden, hat den grössten Einfluss auf die Verfahrenskosten. Bei Spalten sind sie im Schnitt Fr. 33.– pro Fm höher.
- Kann das Holz in der Nähe des Fallortes zum Trocknen gelagert werden, sind die mittleren Verfahrenskosten um Fr. 15.– pro Fm tiefer, als wenn es in ein 1000 Meter entferntes Lager transportiert werden muss.

Direkt- und Strukturkosten der Waldbewirtschaftung

Durch die Bewirtschaftung von Wald fallen neben den Arbeits- und Maschinenkosten weitere Direkt- sowie Strukturkosten an (Tab. 7). Dabei sind die Direktkosten für Sägereirundholz direkt von der aufgearbeiteten Holzmenge abhängig und betragen Fr. 1.– pro Fm als Beitrag für den Selbsthilfefond (SHF 2009). Beim Energieholz betragen die Direktkosten Fr. 6.25 pro Fm. Zur Kostenberechnung des Abdeckmaterials wurden Abdeckplanen (1,5 x 6 m) mit



Abb. 5: Durch das Bündeln der Meterscheite kann der Arbeitsbedarf und die Arbeitsbelastung gesenkt werden.

² Auch hier gibt es ein günstigeres Verfahren, wobei der Baumstamm von Hand an die nahe Waldstrasse gerückt wird. Dabei betragen die Verfahrenskosten Fr. 69.– pro Fm.

Tab. 5: Arbeitszeitbedarf und Kosten für günstigstes Holzschnitzelverfahren

Holzschnitzel Kostengünstigstes Verfahren Arbeitsschritte und benötigte Maschinen	AKh, Th und Maschinen je Fm			Kosten		
	Arbeitskraft AKh	Traktor Th	Maschinen- einsatz	Arbeit Fr./Fm	Maschinen Fr./Fm	total Fr./Fm
Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)	0.31		0.29 h	8.40	4.80	13.20
Baumstamm am Stück rücken zur Waldstrasse, Rückebock (gleich wie Tab. 1)	0.22	0.22	0.22 h	5.90	13.90	19.80
Hacken der Stämme ab Langholzlager, mit Traktor (70 kW) und Holzhacke für Schnitzelholz (ab 5 mm)	0.22	0.14	0.13 h	5.90	13.80	19.70
Abtransport der Schnitzel zum Kunden mit Kippen in Grube, mit Traktor (50 kW) und Pneuwagen (1-achsige, 7 t, hydr. Kippbar)	0.31	0.14	0.35 Fu	8.40	17.20	25.60
Totale Verfahrenskosten ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm	1.06	0.50		28.60	49.70	78.30
entspricht totalen Verfahrenskosten je Sm ³	0.38	0.18		20.40	35.50	55.90

einem Neuwert von Fr. 39.– eingesetzt (Landi 2009). Diese Planen bedecken Meterstücke von insgesamt 6 Fm und werden auf 4 Jahren abgeschrieben. Eine weitere Kostenposition bei den Direktkosten Energieholz ist der Zinsanspruch pro Jahr für das gebundene Kapital von Fr. 3.– pro Fm während der zwei Jahre, in der das Holz im Lager abtrocknet. Als gebundenes Kapital wurden die durchschnittlichen Verfahrenskosten aller berechneten Verfahren bis zur Lagerung des Holzes zum Trocknen von Fr. 74.40 pro Fm und ein Zinssatz von 2 % eingesetzt. Dieser entspricht der durchschnittlichen Rendite einer zweijährigen Obligation der Schweizerischen Eidgenossenschaft im Jahr 2008 (Nationalbank 2009).

Die Direktkosten Wald beziehen sich auf die jährlichen Kosten einer Hektare Wald. Dabei fallen bei der Bestandespflege pro Hektare Wald 0,11 AKh Arbeit (bei einem Lohnansatz von Fr. 27.– pro h) sowie Fr. 4.40 für Material gegen den Wildverbiss und Fr. 11.40 für Baumsetzlinge an (Burri 2008). Weiter beträgt der Aufwand für Waldstrassen und Verbauungen Fr. 76.15 (Burri 2008). Die jährlichen Kosten für eine zweckmässige Sicherheitsausrüstung betragen Fr. 58.50 pro

Jahr und Betrieb. Diese setzt sich aus einer Schnitzzuschutzhose (Neupreis Fr. 175.–), einer Forstjacke (Fr. 95.–), einem Forsthelm mit Gehörschutz und Schutzvisier (Fr. 75.–), Forststiefel mit Schnitzzuschutz (Fr. 165.–) und Lederwinterhandschuhe (Fr. 15.–) zusammen (BUL 2009). Zur Berechnung der Jahreskosten wurde für die Sicherheitsbekleidung eine Nutzungsdauer von 10 Jahren angenommen (bei einer Holzmenge von 17 Fm pro Jahr und Betrieb), ausser bei den Handschuhen nur 2 Jahre. Bei einer durchschnittlichen Waldfläche pro Referenzbetrieb von 2,61 ha (Hausheer Schnider und Roesch 2008) ergeben sich daraus Kosten für die Sicherheitsausrüstung von Fr. 22.40 pro Hektare Wald und Jahr. Der Beförsterungsbeitrag von Fr. 40.– pro Hektare (Burri 2008) wird meistens pauschal abgerechnet, wobei einige Kantone einen Teil dieses Beitrages übernehmen.

Bei den eigenen Strukturkosten wurde der Betriebsführungsaufwand auf 1 AKh pro Hektare (bei einem Lohnansatz von Fr. 27.– pro Stunde) geschätzt. Er beinhaltet den Zeitaufwand für die Planung der Waldarbeit sowie den Holzverkauf pro Jahr. Als weiterer Kostenpunkt muss das gebundene Kapital für den Waldbesitz entschädigt werden.

Dabei wird ein Pachtzins von Fr. 72.– pro Hektare eingesetzt, was 3 % des Ertragswertes von Wald mit Fr. 2400.– entspricht³. Zudem fallen bei den eigenen Strukturkosten noch der Zinsanspruch für das gebundene Eigenkapital bei der Bestandespflege an. Er beträgt Fr. 1.15 pro Hektare und Jahr, berechnet für eine Aufwuchszeit von 100 Jahren (Burri 2008) und einen Zinssatz von 2 % (Nationalbank 2009).

Die fremden Strukturkosten umfassen neben der Aus- und Weiterbildung die Versicherungsbeiträge. Der Kurs «Holzernte Grundlagen» kostet pro Landwirt Fr. 1800.– und der Holzrückeкурс Fr. 1600.–, kantonale Vergünstigungen wurden nicht berücksichtigt (WVS 2008b). Da aus Sicherheitsgründen nie eine Person alleine Bäume fällen oder rücken sollte, wurde bei der Berechnung der Aus- und Weiterbildungskosten angenommen, dass immer zwei Landwirte zusammen das Holz rücken, wobei aber nur einer den Kurs absolviert hat. Somit fallen nur die halben Holzrückekurskosten für die Vollkostenberechnung an. Bei einer Abschreibedauer von 20 Jahren und der oben

³Nach Auskunft von Ruedi Ryffli, Treuhand und Schätzungen, Schweiz. Bauernverband Brugg.

Tab. 6: Arbeitszeitbedarf und Kosten für teuerstes Holzschnitzelverfahren

Holzschnitzel Verfahren mit höchsten Kosten Arbeitsschritte und benötigte Maschinen	AKh, Th und Maschinen je Fm			Kosten		
	Arbeitskraft AKh	Traktor Th	Maschinen- einsatz	Arbeit Fr./Fm	Maschinen Fr./Fm	total Fr./Fm
Baum fällen und ausasten (gleich wie Tab. 1)	0.31		0.29 h	8.40	4.80	13.20
Baumstamm zur Waldstrasse rücken, Traktor und Seilwinde (gleich wie Tab. 2)	0.22	0.22	0.22 h	5.90	16.00	21.90
Ablängen und aufsägen in Meterstücke (gleich wie Tab. 3)	0.14		0.12 h	3.80	2.00	5.80
Spalten der Meterstücke in Meterspalten (gleich wie Tab. 3)	0.44	0.39	0.39 h	11.90	22.60	34.50
Transport der Spalten ins Lager mit Be- und Entladen, mit Traktor (50 kW) und Pneuwagen (1-achsige, 7 t, hydr. Kippbar), abdecken des Holzes	0.66	0.06	0.35 Fu	17.80	14.20	32.00
Hacken der Spalten ab Lager, mit Traktor (70 kW) mit Holzhacke für Schnitzelholz (ab 5 mm)	0.30	0.21	0.13 h	8.10	17.30	25.40
Abtransport der Schnitzel zum Kunden ins Hochlager, mit Traktor (50 kW) und Pneuwagen (1-achsige, 7 t, hydr. Kippbar)	0.43	0.14	0.35 Fu	11.60	17.20	28.80
Abladen der Schnitzel in Hochlager, mit Traktor (50 kW) und Förderband (10 m, Elektromotor, 2 kW) mit Zubringer	0.21	0.04	0.15 h	5.70	9.50	15.20
Totale Verfahrenskosten ohne Restarbeit, inkl. Eigenarbeit je Fm	2.71	1.06		73.20	103.60	176.80
entspricht totalen Verfahrenskosten je Sm ³	0.97	0.38		52.30	74.00	126.30

Tab. 7: Direkt- und Strukturkosten der Waldbewirtschaftung

Direktkosten Sägereirundholz		pro Fm	
Beitrag für Selbsthilfefond		1.00 Fr.	
Total Direktkosten Sägereirundholz		1.00 Fr.	
Direktkosten Energieholz		pro Fm	
Kosten für Abdeckmaterial		3.25 Fr.	
Zinsanspruch des geb. Eigenkapitals während Holzlagerung		3.00 Fr.	
Total Direktkosten Energieholz		6.25 Fr.	
Direktkosten Wald		pro ha und Jahr	pro Fm*
Kosten für Bestandespflege		18.75 Fr.	2.90 Fr.
Kosten für Waldstrassen und Verbauungen		76.15 Fr.	11.70 Fr.
Kosten für Sicherheitsausrüstung		22.40 Fr.	3.45 Fr.
Beförsterungsbeitrag		40.00 Fr.	6.15 Fr.
Total Direktkosten Wald		157.30 Fr.	24.20 Fr.
Eigene Strukturkosten Wald		pro ha und Jahr	pro Fm*
Betriebsführungsaufwand		27.00 Fr.	4.15 Fr.
Pachtzins für Wald		72.00 Fr.	11.10 Fr.
Zinsanspruch des geb. Eigenkapitals für Bestandespflege		1.15 Fr.	0.20 Fr.
Total eigene Strukturkosten Wald		100.15 Fr.	15.45 Fr.
Fremde Strukturkosten Wald (pro ha und Jahr)		pro ha und Jahr	pro Fm*
Aus- und Weiterbildung Sicherheit		49.80 Fr.	7.65 Fr.
Versicherungen		118.85 Fr.	18.30 Fr.
Total fremde Strukturkosten Wald		168.65 Fr.	25.95 Fr.
Totale Direkt und Strukturkosten pro Fm* Sägereirundholz			66.60 Fr.
Totale Direkt und Strukturkosten pro Fm* Energieholz			71.85 Fr.

* bei 6.5 Fm Holzertrag pro ha Wald (BAFU 2008)

erwähnten durchschnittlichen Waldfläche von 2,61 ha ergibt dies Fr. 49.80 pro Hektare und Jahr an Kosten für die Sicherheitsausbildung. Weitere fremde Strukturkosten sind die Versicherungen mit Fr. 118.85 pro Hektare und Jahr. Als Berechnungsgrundlage

wurden dafür die Versicherungsbeiträge von Fr. 2724.– pro Jahr (ohne Hagel, Vieh, Gebäude und Mobiliar) pro Referenzbetrieb (Hausheer Schnider und Roesch 2007) durch die durchschnittliche Betriebsfläche von 22,92 ha (inklusive Wald) geteilt.



Abb. 6: Ein Grosshacker mit Kran erleichtert nicht nur die Arbeit, im überbetrieblichen Einsatz ist er auch kostengünstiger als die zapfwellenbetriebenen Anbau- oder Anhängerhacker.

Neben den Direktkosten für Energieholz von Fr. 6.25 pro Festmeter gilt es insgesamt, die weiteren Direkt- und Strukturkosten von Fr. 344.10 pro Hektare Wald zu berücksichtigen. Bei einer durchschnittlichen Nutzung von 6,5 Fm pro Jahr und Hektare Wald⁴ (BAFU 2008), belaufen sich diese Kosten auf Fr. 59.20 pro Fm. Werden diese Direkt- und Strukturkosten zu den jeweiligen Verfahrenskosten addiert, resultieren daraus die Vollkosten für die Aufbereitung von Holz aus den landwirtschaftlichen Wäldern.

Vollkosten, Erlöse, Gewinn und Arbeitsverwertung

Ob die Vollkosten durch den Verkauf von Holz gedeckt werden können, zeigt der Vergleich mit den Verkaufspreisen. Diese sind für den Frühling 2009 in Tab. 8 dargestellt. Die Preisempfehlungen der für die Berechnung der Marktpreise genutzten Quellen (Agrigate 2009, WVS 2008a und 2009) gelten für das Scheitholz ab Hof. Für den Transport zum Kunden wird ein Zuschlag nach Zeitaufwand mit ortsüblichen Tarifen empfohlen. In den berechneten Scheitholzverfahren betragen die Transportkosten zum Kunden durchschnittlich Fr. 34.– pro Fm. Dieser Betrag wurde zur Berechnung der Marktpreise zu den Preisempfehlungen addiert.

Eine Auskunft über die Wirtschaftlichkeit der vorher dargestellten Verfahren geben die Berechnungen der Gewinne bzw. der Arbeitsverwertung (Tab. 9). Zur Errechnung des Gewinns werden die Vollkosten (inkl. der Arbeitskosten bzw. dem kalkulatorischen Stundenansatz von Fr. 27.–) vom Erlös des Holzverkaufs subtrahiert. Die Arbeitsverwertung als zweiter Indikator der Wirtschaftlichkeit zeigt auf, wie hoch bei jedem Verfahren der resultierende Stundenlohn ausfallen kann. Die Arbeitsverwertung wird errechnet, indem der Gewinn mit den Arbeitskosten addiert und anschliessend durch die eingesetzte Arbeitszeit dividiert wird.

Aus Tabelle 9 ist ersichtlich, dass für Laubholz mit dem Aufarbeiten zu Scheitholz oder Holzschnittel eine bessere Arbeitsverwertung erzielt werden kann, als wenn das Laubholz als Sägereirundholz verkauft wird. Beim Nadelholz hingegen ist das Bereitstellen von Sägereirundholz wirtschaftlicher als Scheitholz oder Holzschnittel. Zudem muss

⁴ Bei 2,61 ha Wald ergibt dies 17 Fm Holz pro Betrieb und Jahr.

Tab. 8: Geschätzte Marktpreise für Holz im Frühling 2009

Holzart		Laubholz	Nadelholz
Sägereirundholz*	pro Fm	99 Fr.	
33 cm Scheitholz, trocken**	pro Ster	209 Fr.	174 Fr.
	pro Fm	293 Fr.	244 Fr.
	pro kWh Brennwert	10.5 Rp.	12.2 Rp.
50 cm Scheitholz, trocken**	pro Ster	203 Fr.	168 Fr.
	pro Fm	284 Fr.	235 Fr.
	pro kWh Brennwert	10.2 Rp.	11.8 Rp.
Holzschnitzel, trocken**	pro Sm ³	56 Fr.	43 Fr.
	pro Fm	157 Fr.	120 Fr.
	pro kWh Brennwert	5.6 Rp.	6.0 Rp.

* ab Waldstrasse (Quelle: Burri 2008)

** zum Kunden geliefert und abgeladen (Quelle: Eigene Berechnungen nach Agrigate 2009, WVS 2008a und 2009)

festgestellt werden, dass nur bei den günstigsten Scheitholz- und Holzschnitzel-Verfahren mit Laubholz die Vollkosten gedeckt werden können.

Verfahrenskombinationen

Bei der Waldarbeit fällt je nach Waldzusammensetzung und Alter der Bäume unterschiedliches Holz an, welches für Sägereirundholz geeignet ist oder sich nur als Energieholz aufarbeiten lässt. Zudem steht jeder Betriebsleiter vor der Entscheidung, wie viel Arbeitszeit er in die Bereitstellung von Holz einsetzen kann, und ob er das Gesamteinkommen verbessern oder eine möglichst hohe Arbeitsverwertung realisieren will. Diese Faktoren und die betrieblichen Voraussetzungen führen zu sehr unterschiedlichen Waldnutzungsstrategien, bei welchen die einzelnen Verfahren kombiniert werden.

In Tabelle 10 sind beispielhaft acht Varianten von Verfahrenskombinationen dargestellt.

Dabei wurden die Beispielholzerträge pro Hektare in Tabelle 10 so angenommen, wie sie etwa einem schweizerischen Landwirtschaftsbetrieb im Durchschnitt entsprechen. Wenn die Topografie und Erschliessung die kostengünstigsten Arbeitsverfahren zulassen (Variante 1, 3, 5 und 7), wird alles Holz genutzt. Sind jedoch die teuersten Verfahren notwendig (Variante 2, 4, 6 und 8), macht es ökonomisch keinen Sinn mehr, das nur für Energiezwecke nutzbare Nadelholz zu bergen und aufzuarbeiten. Damit würde sowohl der Gewinn wie die Arbeitsverwertung reduziert.

Bei der Nutzungsart «nur Scheitholz» (Variante 1 und 2) wird alles Holz zu Scheitholz aufgearbeitet. Dabei wird am meisten Arbeitszeit eingesetzt und die höchsten Zusatzeinkommen pro Hektare Wald können realisiert werden. Mit dem günstigsten Verfahren (Variante 1) erzielt der Betriebsleiter mit 28,3 Arbeitsstunden das höchste realisierbare Zusatzeinkommen mit Fr. 572.– pro Hektare Wald. Dabei nimmt er jedoch eine tiefere Arbeitsverwertung von Fr. 20.– pro Arbeitsstunde in Kauf.

Wird hingegen in der Nutzungsart «Sägereirundholz und Scheitholz» das Nadelholz als Sägereirundholz aufgearbeitet (Varianten 3 und 4), so verbessert sich die Arbeitsverwertung. Beim günstigsten Verfahren (Variante 3) steigt sie auf Fr. 26.– pro Arbeitsstunde bei einem Arbeitseinsatz von 13 Stunden pro ha. Jedoch sinkt dabei das Zusatzeinkommen auf Fr. 335.– pro Hektare Wald.

Bei der Nutzungsart «Sägereirundholz und Holzschnitzel» wird das Nadelholz als Sägereirundholz und das Laubholz als Holzschnitzel bereitgestellt (Varianten 5 und 6). Dabei kann mit den günstigsten Verfahren (Variante 5) mit 5 Arbeitsstunden die höchste Arbeitsverwertung von Fr. 32.– pro Stunde erreicht werden.

Die Resultate der Nutzungsart «nur Holzschnitzel» (Varianten 7 und 8) zeigen auf, dass sowohl die Arbeitsverwertung wie auch das Zusatzeinkommen tiefer sind, wenn das Nadelholz zu Holzschnitzel aufgearbeitet wird statt zu Sägereirundholz. Mit dem günstigsten Verfahren (Variante 7) sinkt die Arbeitsverwertung um Fr. 11.– im Vergleich zur Variante 5.

Schlussfolgerungen

Die aufgeführten Verfahrenskostenrechnungen für Sägereirund- und Energieholz zeigen eine beachtliche Streuung zwischen dem jeweils günstigsten und teuersten Verfahren. Abgesehen von den natürlichen Bedingungen, welche die Verfahrenswahl einschränken kann, besteht ein beträchtlicher Spielraum, um Verfahrenskosten einzusparen.

Unter der Annahme, dass pro Betrieb eine Holzmenge von 17 Fm bereitgestellt wird

Tab. 9: Vollkosten, Gewinn und Arbeitsverwertung für Waldholz je Fm

Holzart	Sägereirundholz		Scheitholz				Holzschnitzel			
	günstigstes Tab. 1	teuerstes Tab. 2	50 cm günstigstes Tab. 3		33 cm teuerstes Tab. 4		günstigstes Tab. 5		teuerstes Tab. 6	
Verfahren Details in Holzart			Laubholz	Nadelholz	Laubholz	Nadelholz	Laubholz	Nadelholz	Laubholz	Nadelholz
Verfahrenskosten	33.00 Fr./Fm	54.80 Fr./Fm	205.70 Fr./Fm		316.00 Fr./Fm		78.30 Fr./Fm		176.80 Fr./Fm	
Direkt- und Strukturkosten ¹	66.60 Fr./Fm	66.60 Fr./Fm	71.85 Fr./Fm		71.85 Fr./Fm		71.85 Fr./Fm		71.85 Fr./Fm	
Vollkosten	99.60 Fr./Fm	121.40 Fr./Fm	277.55 Fr./Fm		387.85 Fr./Fm		150.15 Fr./Fm		248.65 Fr./Fm	
Erlös Holzverkauf	99.00 Fr./Fm	99.00 Fr./Fm	284.00 Fr./Fm	235.00 Fr./Fm	293.00 Fr./Fm	244.00 Fr./Fm	157.00 Fr./Fm	120.00 Fr./Fm	157.00 Fr./Fm	120.00 Fr./Fm
Gewinn / Verlust	-0.60 Fr./Fm	-22.40 Fr./Fm	6.45 Fr./Fm	-42.55 Fr./Fm	-94.85 Fr./Fm	-143.85 Fr./Fm	6.85 Fr./Fm	-30.15 Fr./Fm	-91.65 Fr./Fm	-128.65 Fr./Fm
			4.60 Fr./Ster	-30.40 Fr./Ster	-67.80 Fr./Ster	-102.80 Fr./Ster	2.40 Fr./Sm ³	-10.80 Fr./Sm ³	-32.70 Fr./Sm ³	-45.90 Fr./Sm ³
Arbeitsbedarf	0.53 AKh/Fm	0.69 AKh/Fm	4.16 AKh/Fm		5.04 AKh/Fm		1.06 AKh/Fm		2.71 AKh/Fm	
Arbeitsverwertung	25.90 Fr./AKh	-5.50 Fr./AKh	28.60 Fr./AKh	16.80 Fr./AKh	8.20 Fr./AKh	-1.50 Fr./AKh	33.50 Fr./AKh	-1.40 Fr./AKh	-6.80 Fr./AKh	-20.50 Fr./AKh

¹ Beim Sägereirundholz sind die Direkt- und Strukturkosten tiefer, da dieses Holz nicht getrocknet werden muss und somit keine Direktkosten für Abdeckmaterial und Zinsanspruch entstehen.

Tab. 10: Verfahrenskombinationen

Nutzungsart	Nur Scheitholz		Sägereirundholz + Scheitholz		Sägereirundholz + Holzschnitzel		Nur Holzschnitzel		
	günstigste Variante 1	teuerste Variante 2	günstigste Variante 3	teuerste Variante 4	günstigste Variante 5	teuerste Variante 6	günstigste Variante 7	teuerste Variante 8	
Mögliche Verfahren									
Holznutzung pro ha und Jahr									
Nadelholz	Sägereirundholz	4.2 Fm	4.2 Fm	4.2 Fm	4.2 Fm	4.2 Fm	4.2 Fm	4.2 Fm	4.2 Fm
	Energieholz	0.6 Fm		0.6 Fm		0.6 Fm		0.6 Fm	
Laubholz	Sägereirundholz	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm
	Energieholz	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm	1.0 Fm
Vollkosten Sägereirundholz									
Verkaufte Menge Sägereirundholz				4.2 Fm	4.2 Fm	4.2 Fm	4.2 Fm		
Verkaufserlös 99 Fr./Fm				415.80 Fr.	415.80 Fr.	415.80 Fr.	415.80 Fr.		
Vollkosten gemäss Verfahren				418.30 Fr.	509.90 Fr.	418.30 Fr.	509.90 Fr.		
Gewinn / Verlust				-2.50 Fr.	-94.10 Fr.	-2.50 Fr.	-94.10 Fr.		
Arbeitsbedarf Sägereirundholz gemäss Verfahren				2.2 AKh	2.9 AKh	2.2 AKh	2.9 AKh		
Vollkosten Scheitholz (50 cm)									
Verkaufte Menge Nadelholz		4.8 Fm	4.2 Fm	0.6 Fm					
Verkaufte Menge Laubholz		2.0 Fm	2.0 Fm	2.0 Fm	2.0 Fm				
Verkaufserlös Nadelholz gemäss Verfahren		1128.00 Fr.	1024.80 Fr.	141.00 Fr.					
Verkaufserlös Laubholz gemäss Verfahren		568.00 Fr.	586.00 Fr.	568.00 Fr.	586.00 Fr.				
Vollkosten gemäss Verfahren		1887.30 Fr.	2404.70 Fr.	721.60 Fr.	775.70 Fr.				
Gewinn / Verlust		-191.30 Fr.	-793.90 Fr.	-12.60 Fr.	-189.70 Fr.				
Arbeitsbedarf Scheitholz gemäss Verfahren		28.3 AKh	31.2 AKh	10.8 AKh	10.1 AKh				
Vollkosten Hackschnitzel									
Verkaufte Menge Nadelholz						0.6 Fm			4.2 Fm
Verkaufte Menge Laubholz						2.0 Fm	2.0 Fm	2.0 Fm	2.0 Fm
Verkaufserlös Nadelholz 120 Fr./Fm						72.00 Fr.		0.00 Fr.	504.00 Fr.
Verkaufserlös Laubholz 157 Fr./Fm						314.00 Fr.	314.00 Fr.	314.00 Fr.	314.00 Fr.
Vollkosten gemäss Verfahren						357.50 Fr.	497.30 Fr.	275.00 Fr.	1463.20 Fr.
Gewinn / Verlust						28.50 Fr.	-183.30 Fr.	39.00 Fr.	-645.20 Fr.
Arbeitsbedarf hackschnitzel gemäss Verfahren						2.8 AKh	5.4 AKh	2.1 AKh	16.8 AKh
Total Gewinn / Verlust pro ha		-191.30 Fr.	-793.90 Fr.	-15.10 Fr.	-283.80 Fr.	26.00 Fr.	-277.40 Fr.	39.00 Fr.	-645.20 Fr.
Totaler Arbeitsbedarf pro ha		28.3 AKh	31.2 AKh	13.0 AKh	13.0 AKh	5.0 AKh	8.3 AKh	2.1 AKh	16.8 AKh
Arbeitsverwertung		20.20 Fr./AKh	1.60 Fr./AKh	25.80 Fr./AKh	5.20 Fr./AKh	32.20 Fr./AKh	-6.40 Fr./AKh	45.60 Fr./AKh	-11.40 Fr./AKh
Zusätzliches Einkommen pro ha		571.70 Fr.	49.90 Fr.	335.40 Fr.	67.60 Fr.	161.00 Fr.	-53.10 Fr.	95.80 Fr.	-191.50 Fr.

(2,61 Hektare Wald pro Betrieb sowie 6,5 Fm pro Hektare Wald) bewegen sich die Direkt- und Strukturkosten (Tab. 7) zwischen 67.– bis Fr. 72.– pro Festmeter (Fm). Damit machen sie zwischen 25 und 67 % der Selbst- beziehungsweise Vollkosten aus. Von entscheidender Bedeutung ist, dass die Direkt- und Strukturkosten auf möglichst viel geerntetes Holz aufgeteilt und somit die Selbst- beziehungsweise Produktionskosten gesenkt werden können.

Weiteres Potenzial zur Kostensenkung besteht darin, dass sich die Energieholzproduzenten überbetrieblich organisieren und so wiederum ihre Strukturkosten senken können, zum Beispiel über eine Maschinen-gemeinschaft oder einen Maschinenring. Dabei kann eine noch bessere Maschinen-auslastung erreicht werden. Wird der Verkauf und die Administration zentral geführt, sinken die Administrationskosten, und zum Teil sind durch die Bündelung des Angebots bessere Verkaufspreise realisierbar.

Mit dem Bereitstellen von reinem Energieholz einerseits und einer Kombination von Sägereirundholz und Energieholz andererseits stehen den Landwirtschaftsbetrieben ganz unterschiedliche Nutzungsarten zur Verfügung. Die Verfahren unterscheiden sich vor allem hinsichtlich des Arbeitsvolumens und des Einkommens. Die Wahl der Nutzungsart hängt typischerweise von der verfügbaren Arbeitskapazität ab. Wenn das Aufarbeiten von Waldholz ein möglichst hohes zusätzliches Einkommen generieren soll, so kann dieses Einkommen mit einem Einsatz von 28 Arbeitsstunden bis zu 572 Franken pro Hektare Wald betragen, wenn alles Holz zu Scheitholz verarbeitet wird. Bei einer Kombination von Sägereirundholz und Holzschnitzel hingegen ist im besten Fall bei einem Arbeitseinsatz von fünf Stunden pro Hektare ein Arbeitsverdienst (realisierbarer Stundenlohn) von 32 Franken möglich. So kann die Bereitstellung von Holz bei kostengünstigen Verfahren und den angenommenen Preisen ein attraktiver

Betriebszweig darstellen, verglichen mit anderen landwirtschaftlichen Produktionsrichtungen.

Literatur

- Agrigate, 2009: Brennholz: Preisempfehlung für den Direktverkauf. Schweizerischer Bauernverband (SBV) und AGRIDEA. <http://www.agrigate.ch/de/marktpreise/preise-direktverkauf/brennholz/> [Mai 2009]
- Albisser G., Ammann H., Gazzarin Ch., 2008: Maschinenkosten 2009. ART-Bericht Nr. 702, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- BAFU, 2008: Jahrbuch Wald und Holz 2007, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern.
- BUL, 2009: Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft (BUL). http://www.bul.ch/d/shop/b24_D_09_low.pdf [März 2009]
- Burri R., 2008: Unveröffentlichte Berechnungen aus den Erhebungen für die Forststatistik, Waldwirtschaft Schweiz (WVS), 28. August 2008.
- Hausheer Schnider J. u. Roesch A., 2008: Hauptbericht 2007 der zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- Kaufmann U., 2007: Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien, Ausgabe 2006. Dr. Eicher + Pauli AG im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE. BFE, Bern.
- Landi, 2009: Angebote im Landi-Laden. <http://www.landich.ch> [Dez. 2008]
- Moriz Ch. u. Goldberg D., 2008: Arbeitsbedarf im bäuerlichen Forst. ART-Bericht Nr. 703, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Nationalbank, 2009: Renditen von Obligationen der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Schweizerische Nationalbank. http://www.nationalbank.ch/ext/stats/statmon/pdf/defr/E3_Kassazinssaetze_von_Obligationen.pdf [März 2009]
- SHF, 2009: Selbsthilfefonds der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft. http://www.wvs.ch/m/mandanten/159/download/06_shf.pdf [März 2009]
- WVS, 2008a: Holzmarkt: Zu Beginn der Holzmarktkampagne 2008/2009. Waldwirtschaft Schweiz (WVS), Wald und Holz 11(08)
- WVS, 2008b: Kursangebot, WVS Kurse Holzernte. Waldwirtschaft Schweiz (WVS) http://www.wvs.ch/m/mandanten/159/download/08_6KursangebotWaldwirtschaft_low.pdf [März 2009]
- WVS, 2009: Holzmarkt: Die Erosion hat eingesetzt. Waldwirtschaft Schweiz (WVS), Wald und Holz 4(09)

Tab. 11: Ausgewählte Maschinen und ihre Kosten während der Waldarbeit

Bezeichnung der Maschine	Motoren- oder Arbeits- leistung	Anschaf- fungs- preis	Zugrunde gelegte Auslas- tung pro Jahr	Fixe Kosten total	Variable Kosten Total	Entschädigungs- ansatz für die betreffende Maschine ohne Mehrwertsteuer	
		Fr.	AE	Fr./Jahr	Fr./AE	Fr./h	Fr./AE
Traktor, 4-Rad-Antrieb 45–54 kW (61–73 PS)	50 kW	69 000	600 h	9 126	19.56/h	38.00	
Traktor, 4-Rad-Antrieb 65–74 kW (88–101 PS)	70 kW	90 000	600 h	11 572	26.38/h	50.00	
Frontlader, schwer, ohne Anbaugerät, über 66 kW (90 PS)		17 000	160 h	2 027	4.75/h	19.00	
Erdschaufel zu Frontlader, 1,9 bis 2,5 m		1 600	140 h	266	1.67/h	3.90	
Klemmzange für Grossballen zu Frontlader		4 200	50 h	543	1.17/h	13.00	
Kippschaufel, Dreipunktbau		2 400	50 h	299	0.87/h	7.50	
Holzschleppzange, Rückebock		4 800	50 h	494	1.74/h	13.00	
Anbauseilwinde, 6000 daN (kp) Zugkraft		19 000	175 h	2 154	3.61/h	17.50	
Funkgerät zu Einfachwinde		5 700	175 h	630	1.11/h	5.20	
Pneuwagen, 1-achsig, 7 t, hydraulisch kippbar		18 000	80 h	2 046	4.95/h	34.00	
Forstanhänger mit Kran		69 000	200 h	6 863	7.80/h	46.00	
Kettensäge, Schwert 0,5 m, Benzin, 4 kW (5 PS)	4 kW	1 700	60 h	221	11.21/h	16.50	
Bündelgerät für Holz, 1 m ³		4 300	400 Ster	540	4.45/m ³	6.40/Ster	
Kreissäge mit Elektromotor		2 700	50 h	299	3.60/h	10.50	
Kleinholzspalter mit hydraulischem Spaltkeil	1 Ster/h	3 200	50 h	406	2.42/h	11.50	11.50/Ster
Holzspaltmaschine für Spalten, hydraulisch, Zapfwellenantrieb	3 Ster/h	8 300	80 h	1 026	5.47/h	20.00	6.70/Ster
Schneidspalter	3 Ster/h	22 000	120 h	2 531	7.68/h	32.00	10.50/Ster
Transportband zu Schneidspalter	3 Ster/h	5 700	120 h	700	2.44/h	9.10	3.00/Ster
Holzhacker für Schnitzelholz ab 5 mm		35 000	120 h	3 995	14.37/h	52.00	
Förderband, 10 m, Elektromotor, 2 kW (3 PS)	2 kW	14 000	70 h	2 026	8.67/h	42.00	
Zubringer zu Förderband und Kettenförderer		3 500	70 h	488	3.34/h	11.50	
Paloxe, 1 m ³		90		17		19.00/Jahr	

Quelle: Albisser et al. 2008

Anfragen über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten.
Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen angefordert werden,
Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@art.admin.ch, Internet: www.art.admin.ch

ZH	Mayer Gerd, Strickhof, 8315 Lindau, Telefon 052 354 99 16 Blum Walter, Strickhof, 8315 Lindau, Telefon 052 354 98 24	SO	Ziörjen Fritz, Landw. Bildungszentrum Wallierhof, 4533 Riedholz, Telefon 061 552 21 21
BE	Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof, Zollikofen, Telefon 031 910 52 10 Hofmann Hans Ueli, Inforama Rütli und Waldhof, 3052 Zollikofen, Telefon 031 910 51 54	BL	Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain, 4450 Sissach, Telefon 061 552 21 21
LU	Moser Anton, LBBZ Schüpfheim, 6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00 Widmer Norbert, LBBZ, Sennweidstrasse, 6276 Hohenrain, Telefon 041 914 30 77	SH	Hauser Peter, LBZ Charlottenfels, 8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
UR	Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44, 6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66	AI	Landw. Beratungsdienst AI, Gaiserstrasse 8, 9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
SZ	Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon, 8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22	AR	Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR, 9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
OW	Müller Erwin, BWZ Obwalden, 6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16 Landwirtschaftsamt, St.Antonistr. 4, 6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 17	SG	Lehmann Ueli, Landw. Zentrum SG, 9465 Salez, Telefon 081 758 13 19 Steiner Gallus, Landw. Zentrum SG, 9230 Flawil, Telefon 071 394 53 94
NW	Scheuber Roland, Landwirtschaftsamt, Kreuzstr. 2, 6371 Stans, Telefon 041 618 40 01	GR	Merk Konrad, LBBZ Plantahof, 7302 Landquart, Telefon 081 307 45 35
GL	Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29, 8750 Glarus, Telefon 055 646 66 40	AG	Astrid Böll, LBBZ Liebegg, 5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
ZG	Gut Willi, LBBZ Schluechthof, 6330 Cham, Telefon 041 784 50 54 Villiger Albert, LBBZ Schluechthof, 6330 Cham, Telefon 041 784 50 59	TG	Baumgartner Christof, Fachstelle Beratung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50, 8570 Weinfelden, Telefon 071 663 33 06
FR	Kilchherr Hansruedi, Landw. Schule Grangeneuve, 1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50	TI	Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola, 6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53
		AGRIDEA	Abteilung Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 00

Impressum

Herausgeber: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART,
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Die ART-Berichte erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement
Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: ART, Bibliothek,
CH-8356 Ettenhausen. Telefon +41 (0)52 368 31 31, Fax +41 (0)52 365 11 90,
doku@art.admin.ch, <http://www.art.admin.ch>

Die ART-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapport ART» erhältlich.
ISSN 1661-7568.

Die ART-Berichte sind im Volltext im Internet (www.art.admin.ch)