ART-Berichte

Nr. 703 | 2008

# Arbeitszeitbedarf im bäuerlichen Forst

Christoph Moriz und Dieter Goldberg, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen
E-Mail: christoph.moriz@art.admin.ch

**Holz gewinnt als Energieträger und nachwachsender Rohstoff zunehmend an Bedeutung. Dadurch ist es möglich, die Arbeit im bäuerlichen Forst angemessener zu entschädigen. Um den Lohn zu berechnen, bedarf es der Kenntnis von Berechnungsgrundlagen wie Arbeitszeitbedarf, Verfahrens-, Ausbildungs- und auch Ausrüstungskosten. Nur damit kann für den Verkauf von Scheitholz oder Hackschnitzel ein kostendeckender Preis ermittelt werden.**

**Für die Herstellung von Scheitholz bedarf es zwischen 5,0 und 2,3 Arbeitskraftstunden je Festmeter, je nach Mechanisierungsgrad und Arbeitsverfahren; berücksichtigt sind alle Arbeiten vom stehenden Baum im Wald bis und mit Transport des Scheitholzes zum Kunden. Holz zu Hackschnitzel zu verarbeiten, erfordert deutlich weniger Arbeit. Hier liegt der Zeitbedarf zwischen 2,4 und 1,1 Arbeitskraftstunden je Festmeter und hängt vom eingesetzten Hackgerät und vor allem von der Mechanisierung bei der Holzernte ab. Auch in diese Berechung fliessen sämtliche Arbeitsschritte mit ein, vom Fällen des Baums bis zur Lieferung an den Endverbraucher.**

*Abb. 1: Holz gewinnt als nachwachsender Rohstoff zunehmend an Bedeutung.*

| Inhalt | Seite |
|---|---|
| Problemstellung | 2 |
| Zielsetzung und methodisches Vorgehen | 2 |
| Arbeitsabläufe bei der Holzernte und -verarbeitung | 2 |
| Fällen, Entasten und Ablängen | 3 |
| Rücken zur Waldstrasse | 4 |
| Bereitstellungskette Scheitholz | 5 |
| Bereitstellungskette Hackschnitzen | 7 |
| Schlussfolgerungen | 7 |
| Literatur | 8 |

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
**Forschungsanstalt**
**Agroscope Reckenholz-Tänikon ART**

## Problemstellung

Bedingt durch die Trendwende am Energiemarkt steigt die Nachfrage nach alternativen Energieträgern und nachwachsenden Rohstoffen – so auch nach Holz. Das Potenzial der Holzwirtschaft und des Waldes im Energiesektor ist als hoch einzustufen, zumal der Anteil an bewaldeter Fläche in der Schweiz erheblich ist. Derzeit sind 31 % der Landesfläche der Schweiz bewaldet (Bundesamt für Umwelt 2008). In den letzten rund 100 Jahren hat diese Fläche um zirka 70 % zugenommen. Holz in Form von Scheitholz, Hackschnitzel und Holzpellets gewinnt als Brennstoff zunehmend an Bedeutung. Für die Forstwirtschaft und für Landwirtinnen und Landwirte mit Waldbesitz ist die Bereitstellung von Scheitholz und Holzhackschnitzeln von besonderem Interesse. Für die Planung und zur Abschätzung des erforderlichen Arbeitszeitbedarfs mangelt es in diesem Bereich in erster Linie an aktuellem arbeitswirtschaftlichem Datenmaterial.

## Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Ausgangspunkt für die vorliegende Studie war zunächst eine grundlegende Sichtung der vorhandenen Literatur. Mit dem Arbeitszeitbedarf für die Scheitholzproduktion beschäftigten sich Höldrich et al. (2006 und 2007). In Abhängigkeit des Mechanisierungsgrads ermittelten sie für die Bereitstellung von 33-cm-Scheitholz einen Arbeitszeitbedarf zwischen 5,7 und 0,5 Arbeitskraftstunden je Festmeter (AKh/Fm). Neben relativ gering mechanisierten Verfahren betrachteten sie auch die professionelle Scheitholzverarbeitung. Die Produktion von Holzhackschnitzel ist in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Hierzu finden sich Angaben bei Becker et al. (1986) und Corda (1999). Daten zum Arbeitszeitbedarf für die komplette Verfahrenskette vom Fällen des Baums bis zum Transport der Hackschnitzel fehlen aber weitgehend.

Ziel dieser Untersuchung ist, vorhandenes arbeitswirtschaftliches Datenmaterial für die Bereitstellung von Scheitholz und Hackschnitzel zu aktualisieren und arbeitswirtschaftliche Kennzahlen für gängige Verfahren bereitzustellen.
Eine standardisierte Methode in Form von Arbeitszeitmessungen auf ausgewählten Betrieben ermittelt die Kennzahlen. Arbeitsbeobachtungen erlauben zunächst die einzelnen Arbeitsablaufabschnitte mit ihren jeweiligen Messpunkten für jedes Arbeitsverfahren zu bestimmen. Als Arbeitsablaufabschnitte und Arbeitselemente gelten zum Beispiel beim Fällen das «Stammfuss putzen», «Fällkerbe anlegen», «Fällkerbe prüfen» oder «Fallschnitt ausführen». Die Zeiten je Arbeitsablaufabschnitt werden anschliessend mittels Pocket-PC (Dell Axim) und einer speziellen Software für die Zeiterfassung (Ortim b3) aufgenommen. Ebenso die auf die Arbeitsablaufabschnitte einwirkenden Einflussgrössen (Massen, Volumina, Anzahl, Wegstrecken).
Für die Datenerfassung standen Lohnunternehmen sowie Landwirtinnen und Landwirte in den Kantonen Thurgau, St. Gallen und Zürich zur Verfügung. Insgesamt wurden 34 Zeitmessungen durchgeführt und 125 Arbeitsablaufabschnitte in einer Datenbank abgelegt. Die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs erfolgt durch Verknüpfen der Planzeiten mit den dazugehörigen variablen Einflussgrössen. Sich ändernde Einflussgrössen erlauben Aussagen über den Arbeitszeitbedarf bei unterschiedlichen Bedingungen. Möglich ist es, beispielsweise die Entfernungen beim Holztransport oder auch verschiedene Maschinenleistungen in der Verarbeitung zu Hackschnitzel zu variieren und die Auswirkungen auf den Arbeitszeitbedarf zu berechnen.

## Arbeitsabläufe bei der Holzernte und -verarbeitung

Unabhängig davon, ob das geerntete Holz zu Scheitholz oder Hackschnitzel verarbeitet werden soll, sind die Arbeitsabläufe der Holzernte gleichermassen durchzuführen. Holzernten bedeutet fällen, entasten (Abb. 2) und aufbereiten des Holzes im Wald. Ebenfalls dazu gehört das Ablängen der Stämme und das Rücken bis zur Waldstrasse. Das Rücken kann manuell, teilmechanisiert oder mechanisiert erfolgen. Gerücktes Langholz wird in der Regel an der Waldstrasse zwischengelagert.
Manuell aus dem Wald beförderte Meterstücke können direkt aufgestapelt oder zuvor noch gespalten und gebündelt werden. Die eigentliche Verarbeitung des Holzes zu Scheitholz oder Hackschnitzeln erfolgt im Wald oder erst auf dem Hof. In aller Regel werden Hackschnitzeln auf der Waldstrasse produziert. Die Verarbeitung zu Scheitholz beinhaltet das Fräsen und Spalten. Bei der Kalkulation des Arbeitszeitbedarfs sind auch die anfallenden Transporte (Wald–Hof, Hof–Kunde) zu berücksichtigen.

*Abb. 2: Gefällt und entastet wird im bäuerlichen Wald meist noch von Hand mit der Motorsäge. Zweckmässig ist dabei eine entsprechende Schutzausrüstung. (Fotos: Isabelle Brecht, Agroscope ART)*

**Tab. 1: Auszug aus der Arbeitselementdatenbank für das Fällen eines Baumes.**

| Code | Name | Dimension | Xquer [cmin] | Inhalt |
|---|---|---|---|---|
| WALD_001 | Baum aufsuchen | Vorgang | 18.0 | Aufsuchen des nächsten Baumes nach Fällen des vorherigen |
| WALD_002 | Anzeichnen und Kluppen | Vorgang | 20.4 | Anzeichnen und Kluppen der Stämme |
| WALD_003 | Stammbereich freischneiden | Vorgang | 99.8 | Freischneiden des Stammbereiches |
| WALD_004 | Stammfluss putzen | Vorgang | 15.0 | Stammfuss für Fällung vorbereiten |
| WALD_005 | Stamm anschroten | Vorgang | 280.3 | Stamm senkrecht und waagrecht abschroten |
| WALD_006 | Fällkerbe anlegen | Vorgang | 156.1 | Fällkerbe mit der Motorsäge angelegen |
| WALD_007 | Fällkerbe prüfen | Vorgang | 67.8 | Fällkerbe prüfen |
| WALD_008 | Fällschnitt ausführen | cm | 3.5 | Ausführen des Fällschnitts |

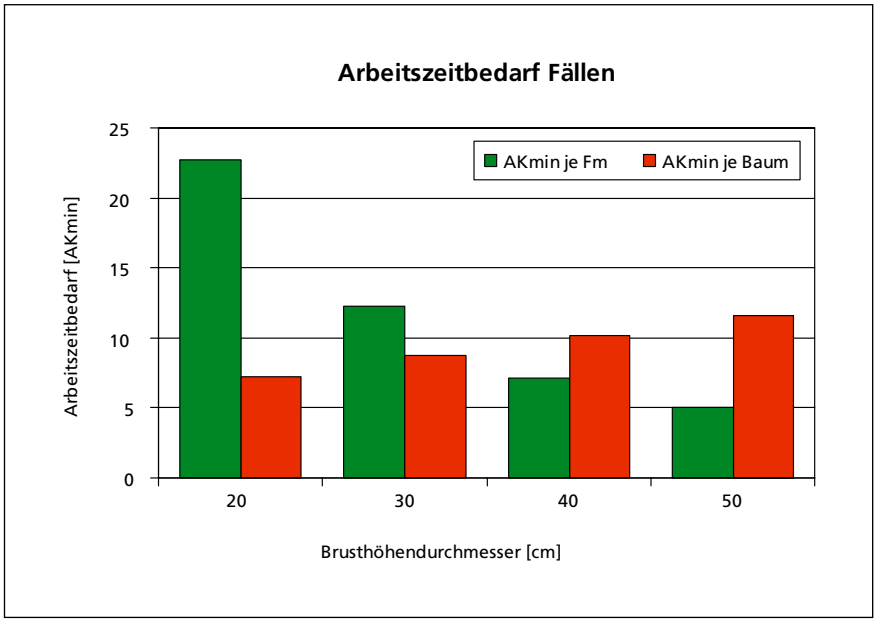


*Abb. 3: Der Arbeitszeitbedarf für das Fällen ist je Festmeter mit steigendem Brusthöhendurchmesser rückläufig.*

## Fällen, Entasten und Ablängen

Das Fällen eines Baums umfasst eine Vielzahl von Arbeitsablauf-Abschnitten. Tabelle 1 zeigt einen Ausschnitt der Arbeitselementdatenbank mit den für das Fällen eines Baumes erforderlichen Arbeitselementen. Gemessen wurde das Fällen und Entasten von Nadelholz (Fichte). Bei den weiteren Verarbeitungsschritten waren Messungen für Laub-, Nadelholz und auch für gemischte Sortimente möglich. In der Mehrzahl der Fälle kam eine Motorsäge mit einer Leistung von 3–4 kW zum Einsatz, die überwiegend für Fällarbeiten und Entasten genutzt wird. Das Fällen enthält neben der Ausführung des Fällschnitts auch das vorherige Aufsuchen und Anzeichnen des Baumes durch den Förster sowie das Schroten und das Anlegen der Fällkerbe. Ebenfalls anteilig sind das Betanken der Motorsäge sowie das Schärfen und Nachstellen der Kette enthalten. Der Einsatz von Vollerntern würde zwar grosse Zeitersparnisse bringen, blieb hier aber im Hinblick auf eine bäuerliche Forstwirtschaft unberücksichtigt.

Abbildung 3 zeigt den Arbeitszeitbedarf für das Fällen von Fichten in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser. Der Arbeitszeitbedarf ist angegeben in Arbeitskraftminuten je Festmeter (AKmin/Fm) und je Baum. Wie zu erkennen ist, sinkt der Arbeitszeitbedarf je Festmeter mit steigendem Brusthöhendurchmesser deutlich, während der Zeitbedarf je Baum leicht ansteigt. Letzteres spiegelt vor allem den höheren Zeitbedarf für Anschroten, Anlegen der Fällkerbe und das Ausführen des Fällschnittes wider. Da aber das Baumvolumen im Vergleich zum Brusthöhen-

*Abb. 4: Die Verbreitung der Seilwinde ist im bäuerlichen Forst nach wie vor sehr hoch. Teilweise kommen auch Forstanhänger mit Kran zum Einsatz.*

durchmesser überproportional anwächst, ist der Arbeitszeitbedarf je Festmeter für das Fällen von grösseren Bäumen geringer. Für die weiteren Betrachtungen wurde ein durchschnittlicher Brusthöhendurchmesser von 26 cm angenommen.

Der Arbeitszeitbedarf für das Entasten ist vor allem von der Anzahl und der Beschaffenheit der zu entfernenden Äste abhängig. Die Erhebungen zeigten grosse Unterschiede in der Praxis. Die Beschaffenheit des Baums, sein Standort und die Fähigkeiten der Arbeitsperson spielen eine Rolle. Der Wert für entastetes Nadelholz liegt etwa bei 6,4 AKmin/Fm, wenn im Mittel ein Brusthöhendurchmesser von 26 cm angenommen wird.

Scheitholz entsteht in der Regel aus in Meterstücke abgelängten Stämmen. Der Zeitpunkt des Ablängens hängt in erster Linie vom eingesetzten Rückeverfahren ab. Beim manuellen Verfahren oder beim Einsatz einfacher mechanischer Hilfsmittel (zum Beispiel mit einer Kippschaufel) ist es erforderlich, die Stämme vor Ort auf einen Meter zu zersägen. Hierfür ergibt sich ein Arbeitszeitbedarf von 8,6 AKmin/Fm.

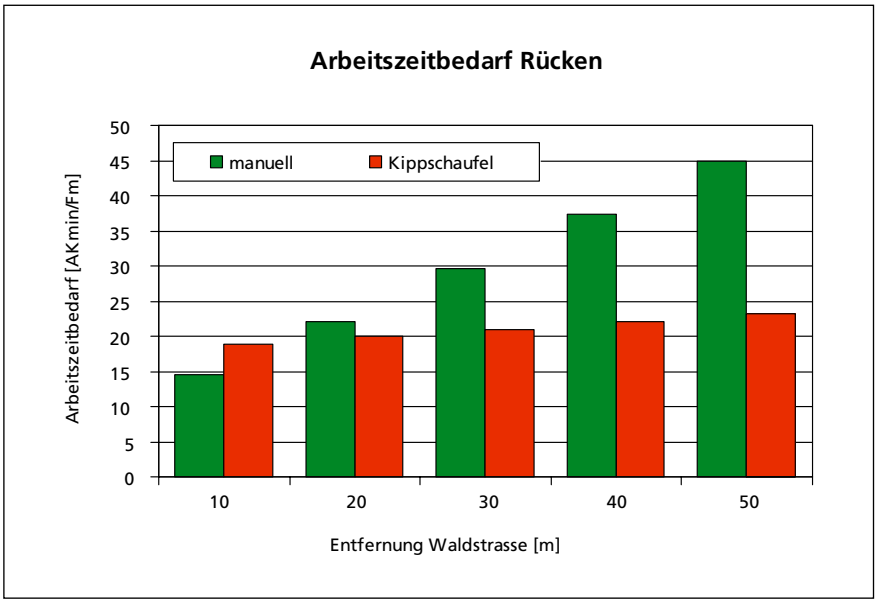


*Abb. 5: Beim Rücken von Meterstücken hat die Entfernung einen massgeblichen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf.*

## Rücken zur Waldstrasse

Es lässt sich das Rücken von Langholz und der Transport von Meterstücken aus dem Wald unterscheiden. Meterstücke werden zum Teil manuell aus dem Wald getragen oder mittels einer Kippschaufel aus dem Wald gefahren. Für Langholz eignet sich der Einsatz einer Seilwinde oder einer angebauten Rückezange. In grössere Einheiten aufgeteilte Stämme (zum Beispiel 4-m-Stämme) lassen sich auch mit dem Forstanhänger mit Kran rücken (Abb. 4).

Neben dem gewählten Rückeverfahren hat vor allem die Entfernung der Waldstrasse einen massgeblichen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf. Abbildung 5 stellt den Arbeitszeitbedarf für Rücken von Meterstücken (manuell und teilmechanisiert) in Abhängigkeit von der zurückzulegenden Entfernung dar. Das Gelände bei den Zeitmessungen war eben bis leicht geneigt. Aufgrund der relativ trockenen Witterung während der Zeiterfassung waren die Waldstrassen in einem guten Zustand und die Waldbestände entsprechend gut zu erreichen. Aus der Abbildung geht deutlich hervor, welch hohen Einfluss die Entfernung der Strasse beim manuellen Transport der Meterstücke hat. Dagegen spielt bei der teilmechanisierten Variante mit der Kippschaufel die Wegstrecke eine geringere Rolle. Bei sehr kurzen Entfernungen benötigt das manuelle Verfahren sogar weniger Zeit. Aufgrund der Gefahr von Bodenverdichtungen und Zerstörungen des nachwachsenden Bestandes sollte jedoch auf das flächige Befahren des Waldes verzichtet werden.

Einen deutlich geringeren Zeitbedarf verursacht das Rücken von Langholz mit der Seilwinde oder mit einer Rückezange. Bei einer Entfernung von 50 m zur Waldstrasse sind beim Verfahren mit der Seilwinde 13,5 AKmin/Fm einzuplanen. Der Einsatz einer Funk-Seilwinde würde den Zeitbedarf weiter reduzieren. Das Verfahren Rückezange ergibt einen Wert von 9,8 AKmin/Fm für die gleiche Distanz. Üblicherweise werden diese Verfahren aber auch für grössere Entfernungen eingesetzt.

*Abb. 6: Eine Aufarbeitung zu 1-m-Scheiten erfolgt in vielen Fällen bereits im Wald. Diese können lose gelagert oder zu Bündel weiter verarbeitet werden.*

*Abb. 7: Die Bündel können einzeln oder mit einem Anhänger zur Weiterverarbeitung auf den Hof transportiert werden.*

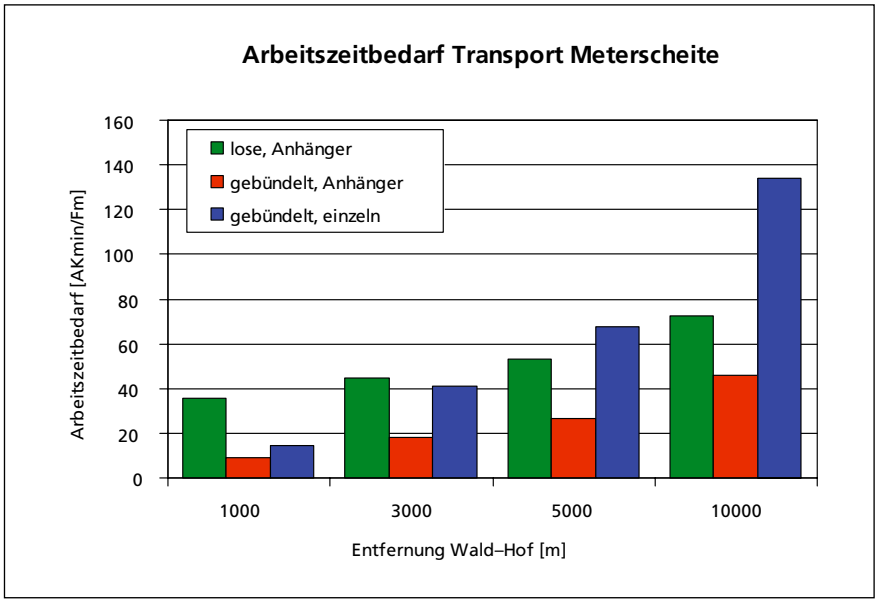


*Abb. 8: Unterschiedliche Transportverfahren bedingen einen unterschiedlichen Arbeitszeitbedarf. Auch die Wald–Hof-Entfernung hat einen deutlichen Einfluss.*

*Abb. 9: Neben dem losen Transport bieten sich für Scheitholz auch Polyestersäcke oder Gitterboxen an.*

## Bereitstellungskette Scheitholz

Die Bereitstellungskette für Scheitholz ist in diesem Bericht in drei Arbeitsschritte gegliedert. Zunächst erfolgt eine weitere Aufarbeitung der Meterstücke am Waldrand oder an der Waldstrasse. Diese umfasst spalten, schichten oder bündeln der Holzscheiter (Abb. 6). Endgültig wird das Scheitholz zu Längen von 33 cm und 50 cm auf dem Hof verarbeitet. Zusätzlich sind in der Bereitstellungskette noch die Transporte vom Wald auf den Hof und vom Hof zum Kunden zu berücksichtigen. Das Spalten der Meterstücke mit einem Senkrechtspalter mit einer Spaltkraft von rund 15 Tonnen erfordert 26,4 AKmin/Fm. Darin sind die Vorbereitung des Spaltgeräts, das Aufnehmen des Holzes und der eigentliche Spaltvorgang enthalten. Gespaltene Meterstücke ablegen gehört bereits zum nächsten Arbeitsgang, nämlich dem Aufschichten oder dem Bündeln. Zwischen diesen beiden Varianten waren nur geringe Unterschiede festzustellen. Das Bündeln ist vor allem dann von Vorteil, wenn die Holzbündel mehrfach umgesetzt und transportiert werden müssen. Das Holz kann einfach mit einem Heckstapler oder Frontlader bewegt und muss nicht von Hand manövriert werden. Das Aufschichten bedingt 13,7 AKmin und das Bündeln 9,6 AKmin/Fm. Der höhere Zeitbedarf für das Aufschichten lässt sich in erster Linie mit den etwas längeren Wegstrecken beim Ablegen der Holzscheite erklären. Dagegen hat die Art der Lagerung (lose oder gebündelt) einen sehr hohen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf für den Transport zum Hof. Werden Scheiter einzeln aufgeladen, sind Bündel maschinell einzeln oder mit einem Anhänger transportierbar (Abb. 7).

Neben der Organisation des Transports hat auch die Entfernung vom Wald zum Hof einen massgeblichen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf (Abb. 8). Die Berechnung geht von einer durchschnittlichen Transportgeschwindigkeit von 15 km/h aus. Ebenfalls wurde die Annahme getroffen, dass beim Transport mit dem Anhänger (lose oder gebündelt) jeweils drei Raummeter beziehungsweise drei Bündel miteinander zum Hof gebracht werden. Der Transport von Holzbündel mit dem Anhänger benötigt bei allen gewählten Entfernungen am wenigsten Zeit. Der Einfluss der Distanz ist beim Einzeltransport der Holzbündel am grössten, da hier der Zeitanteil für die

Wegstrecken am höchsten ist. Aufgrund des hohen Zeitbedarfs für das Aufladen der losen Meterscheite ist bei dieser Variante der Einfluss der Entfernung am geringsten.
Bei der Weiterverarbeitung auf dem Hof werden die Meterscheite zunächst zu 50-cm-Stücken halbiert oder zu 33-cm-Stücken gedrittelt. Anschliessend erfolgt ein weiterer Spaltvorgang mit einem hydraulischen Kleinholzspalter. Diese Vorgänge können auch kombiniert mit einem Schneidspalter erfolgen. Das Scheitholz gelangt lose auf einem Anhänger oder in geeignete Behältnisse abgepackt zum Kunden (Abb. 9).
Abbildung 10 zeigt den Arbeitszeitbedarf für die Verarbeitung zu 33-cm- und 50-cm-Scheitholz. Die Vorteile eines Schneidspalters gegenüber den einzelnen Arbeitsschritten Sägen und Spalten sind gut erkennbar. Beim Transport zum Kunden hat wiederum die Entfernung einen deutlichen Einfluss auf den Zeitbedarf, der mit wachsender Distanz stark ansteigt. Der Unterschied zwischen losem Transport und beispielsweise jenem in Gitterboxen ist gering und mit zunehmender Entfernung von untergeordneter Bedeutung.
Abbildung 11 zeigt beispielhaft den Arbeitszeitbedarf für die gesamte Bereitstellungskette von 33-cm-Scheitholz bei unterschiedlichen Mechanisierungsstufen. Nur geringe Differenzen sind bei der Holzernte, dem Holzrücken und der ersten Aufarbeitung im Wald zu verzeichnen. Bei allen Varianten erfolgt die Ernte manuell mit der Motorsäge. Die Unterschiede ergeben sich durch die gewählten Rückeverfahren (manuell, Kippschaufel und Seilwinde) und durch abweichende Verfahren der Erstaufarbeitung im Wald (manuell aufschichten, Bündelgerät).
Grosse Effekte zeigen sich dann vor allem bei der Verarbeitung zu Scheitholz. Es ist deutlich zu erkennen, wie positiv sich der Einsatz eines Schneidspalters bei mittlerem und hohem Mechanisierungsgrad auswirkt. Die unterschiedlichen Zeiten für den Transport ergeben sich ausschliesslich aus der Verfrachtung des Holzes vom Wald auf den Hof (Wald-Hof-Entfernung 3000 m). Ob die Holzbündeln einzeln (mittlere Mechanisierung) oder lose (niedrige Mechanisierung) transportiert werden, spielt zeitlich kaum eine Rolle. Hingegen sind die Effekte des Transports mehrerer Bündel mit einem Anhänger (hohe Mechanisierung) deutlich.

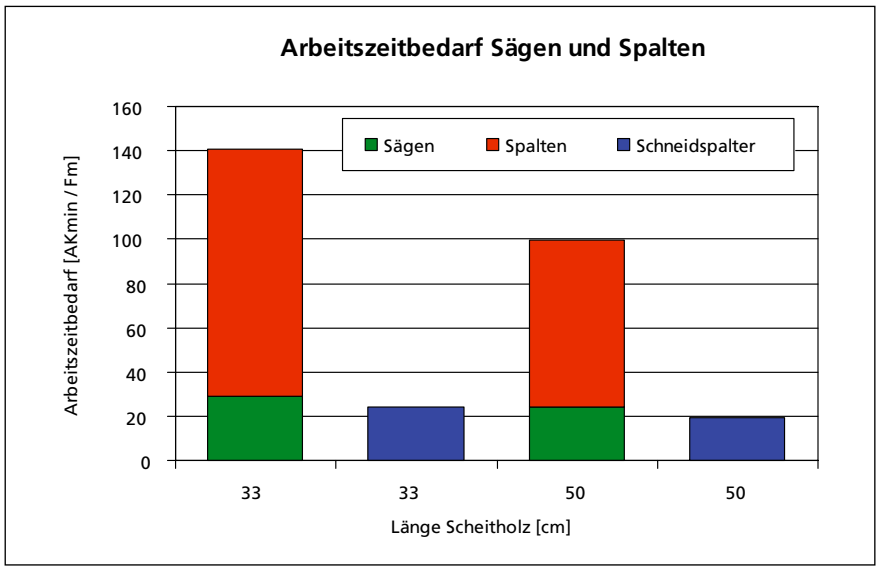


*Abb. 10: Bei der Verarbeitung zu Scheitholz zeigen kombinierte Verfahren (Schneidspalter) deutliche Vorteile im Hinblick auf den Arbeitszeitbedarf.*

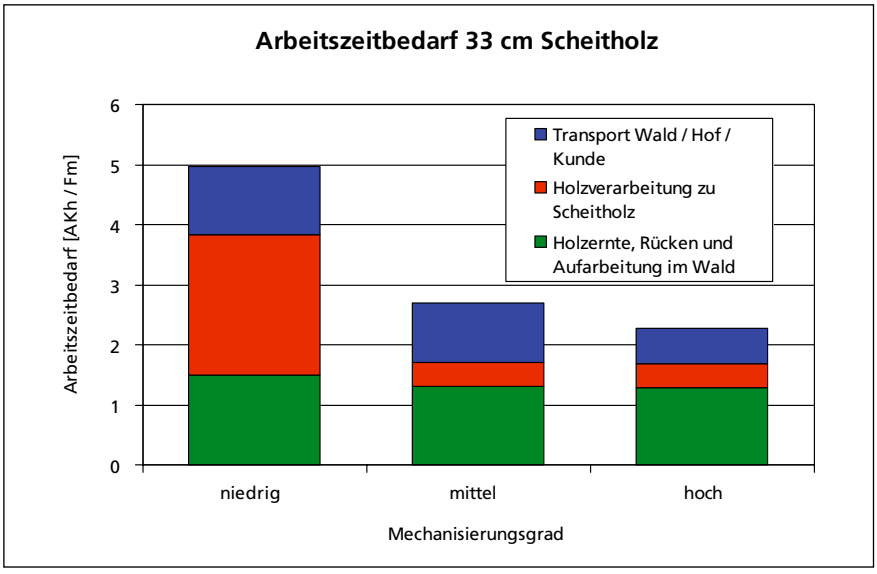


*Abb. 11: Arbeitszeitbedarf für die Bereitstellung von 33-cm-Scheitholz bei unterschiedlichen Mechanisierungsstufen.*

*Abb. 12: Zapfwellenbetriebene Anbau- oder Anhängehacker eignen sich für den Einsatz im bäuerlichen Forst. Aufgebaute Grosshacker werden in der Regel überbetrieblich eingesetzt.*

## Bereitstellungskette Hackschnitzel

Die Bereitstellungskette Hackschnitzel beinhaltet zum einen den eigentlichen Hackvorgang und zum anderen den Transport zum Hof oder zum Kunden. Das Hacken erfolgt in der Regel im Wald, wobei Geräte unterschiedlicher Leistung zum Einsatz kommen. Diese können sowohl maschinell mit Langholz als auch manuell mit Meterscheiter beschickt werden (Abb. 12). Unterschiede im Arbeitszeitbedarf resultieren aber in erster Linie aus der Leistung der Hacker. Arbeitet man mit zapfwellenbetriebenen Geräten und handbeschickten Anhängehackern (Antriebsleistung 90 PS) ergibt sich ein Arbeitszeitbedarf von rund 26 AKmin/Fm. Beim Einsatz eines auf einen LKW-Anhänger aufgebauten und kranbeschickten Grosshackers mit einer Leistung von 440 PS reduzierte sich der Zeitbedarf auf 9,9 AKmin/Fm. Das Hackgut wird in aller Regel direkt auf einen Anhänger geblasen.

Der Transport kann direkt zum Kunden oder in ein Zwischenlager erfolgen. Abbildung 13 zeigt den Arbeitszeitbedarf für den Transport der Hackschnitzel und das Abladen beim Kunden. Die Hackschnitzel können beim Kunden direkt in einen ebenerdig angelegten Bunker oder eine Grube gekippt oder alternativ in einen Silo befördert werden (Abb. 14). Die Berechnungen gehen von der Annahme aus, dass jeweils drei Festmeter beziehungsweise 7,5 Schüttraummeter zum Kunden gebracht werden. Die Transportgeschwindigkeit ist mit 20 km/h festgesetzt. Während die Hackschnitzel in die Grube direkt abgekippt werden, sind sie bei einem ebenerdigen Lager noch mit einem Frontlader und einer Schaufel zu befördern. Die Befüllung des Silos erfolgt mit einem Förderband. Mit zunehmender Entfernung geht der Einfluss des Abladevorgangs zurück, da die zurückgelegte Wegstrecke an Bedeutung gewinnt. Das Abkippen in eine Grube und auch das ebenerdige Abladen in einen Bunker zeigen deutliche Vorteile gegenüber der Befüllung eines Silos.

## Schlussfolgerungen

Die Kenntnis von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen ist für die Arbeitsplanung, vor allem aber für die Kostenkalkulation bei der Bereitstellung von Scheitholz und Holzhackschnitzel von zentraler Bedeutung. In

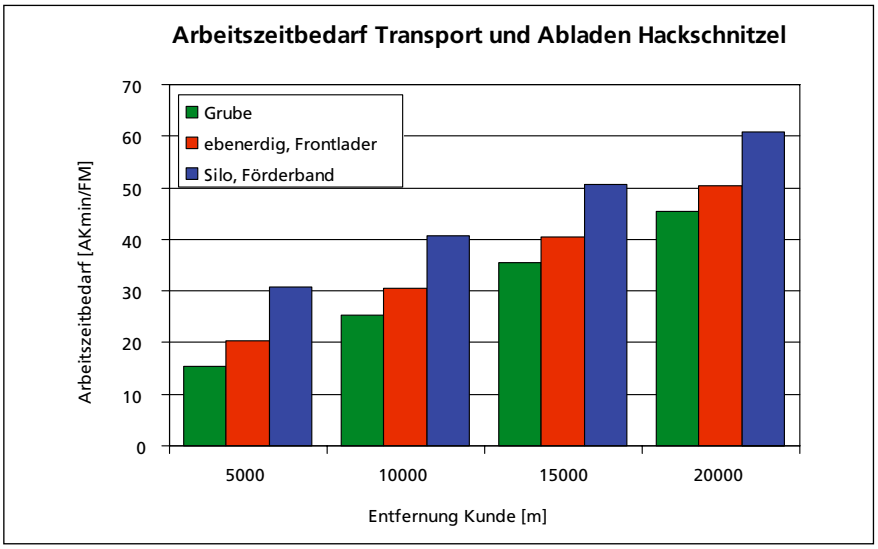


*Abb. 13: Ausser der Entfernung hat auch die Form des Hackschnitzellagers Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf bei der Anlieferung.*

*Abb. 14: Das Abladen der Hackschnitzel in einen unterirdischen Bunker bietet gegenüber dem Förderband arbeitswirtschaftliche Vorteile.*

**Tab. 2: Arbeitszeitbedarf in AKmin/Fm ausgewählter Verfahren zur Bereitstellung von Scheitholz und Hackschnitzel.**

| | Scheitholz 33 cm | Scheitholz 50 cm | Hackschnitzel Anbauhacker | Hackschnitzel Grosshacker |
|---|---|---|---|---|
| Fällen, Ausasten und Aufarbeiten mit Motorsäge | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 18.9 |
| Rücken manuell, 1-m-Stücke | 22.1 | 22.1 | 22.1 | |
| Rücken mit Seilwinde, Langholz | | | | 13.5 |
| Spalten zu 1-m-Scheiten | 26.4 | 26.4 | 26.4 | |
| Aufschichten manuell | 13.7 | | 13.7 | |
| Bündeln mit Gerät | | 9.6 | | |
| Transport zum Hof, lose | 44.4 | | | |
| Transport zum Hof, Bündel | | 12.6 | | |
| Sägen zu 33-cm-Scheitholz | 28.9 | | | |
| Sägen zu 50-cm-Scheitholz | | 24.0 | | |
| Spalten mit Kleinholzspalter | 111.8 | 75.9 | | |
| Hacken mit Anbauhacker | | | 26.0 | |
| Hacken mit Grosshacker | | | | 9.9 |
| Transport zum Kunden, inklusive abladen | 23.7 | 23.7 | 25.4 | 25.4 |
| **Summe AKmin / Fm** | **298.5** | **221.6** | **141.1** | **67.7** |
| **Summe AKh / Fm** | **5** | **3.7** | **2.4** | **1.1** |
| **Summe AKh / Rm** | **3.5** | **2.6** | | |
| **Summe AKh / Srm** | | | **0.9** | **0.5** |

Tabelle 2 ist der Arbeitszeitbedarf für unterschiedliche Bereitstellungsketten für Scheitholz und Hackschnitzel zusammenfassend dargestellt.

Um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, ist der Arbeitszeitbedarf jeweils in Arbeitskraftminuten je Festmeter (AKmin/Fm) angegeben. Eine Umrechnung auf die üblichen Einheiten (Raummeter bei Scheitholz und Schüttraummeter bei Hackschnitzel) erfolgt am Ende der Tabelle. Bezogen auf einen Festmeter liegt dieser zwischen 4,97 und 1,13 Arbeitskraftstunden. Die Unterschiede erklären sich durch Abweichungen im Produkt (33-cm-, 50-cm-Scheitholz und Hackschnitzel) sowie durch verschieden gewählte Mechanisierungsgrade bei den einzelnen Arbeitsabschnitten.

Die Verarbeitung von Holz zu Hackschnitzeln erfordert in der Regel einen niedrigeren Zeitbedarf als die Herstellung von Scheitholz. Dabei sind aufgebaute Grosshacker den zapfwellenbetriebenen Geräten deutlich überlegen, haben aber auch ein deutlich höheres Investitionsvolumen. In der Produktion von Scheitholz ergeben sich merkliche Zeitvorteile beim Einsatz eines Schneidspalters. Auch in diesem Fall wird der Faktor Arbeit durch den Faktor Kapital ersetzt. Die vier in der Tabelle vorgestellten Varianten passen natürlich nicht auf jeden Betrieb. Durch die Angabe der Arbeitszeiten für einzelne Arbeitsabschnitte ergeben sich jedoch eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten, die betriebsindividuell angepasst werden können.

**Tab. 3: Begriffsdefinitionen und Umrechnungsfaktoren für Holz**

| | Festmeter | Raummeter, Ster | Schüttraummeter |
|---|---|---|---|
| **Abkürzung** | Fm | Rm | SRm |
| **Definition** | 1 m³ Holz ohne Zwischenräume | 1 m³ geschichtetes Holz mit Zwischenräumen | 1 m³ Holzhackschitzel geschüttet |
| **Umrechnung** | 1 Fm | 0,7 Fm | 0,4 Fm |
| **Spezifisches Gewicht / m³** | Nadelholz: 550 kg Buchenholz: 750 kg | Nadelholz: 390 kg Buchenholz: 530 kg | Nadelholz: 220 kg Buchenholz: 300 kg |
| **Energiegehalt** | Nadelholz: 2000 kWh Buchenholz: 2800 kWh | Nadelholz: 1400 kWh Buchenholz: 1960 kWh | Nadelholz: 800 kWh Buchenholz: 1100 kWh |

## Literatur


Becker et al. 1986: Nutzung forstlicher Biomasse durch Hackung – Aufkommen, Bereitstellung und Qualität von Waldhackschnitzeln. Abschlussbericht zum EG-Projekt BOS/002/D(B), Freiburg.

Bundesamt für Umwelt 2008: Wald und Holz, Wald, Waldfläche. Zugang: http://www.bafu.admin.ch/wald/01198/01201/index.html?lang=de [14.02.2008].

Corda 1999: Leistungs- und Kostenermittlung bei der Bereitstellung von Waldhackschnitzeln im Kleinprivatwald. Diplomarbeit Ludwig-Maximilians Universität München.

Höldrich A., Hartmann H. und Schardt M. 2007: Arbeitszeitbedarf bei der Scheitholzproduktion. Landtechnik (62), 1/2007, S. 50–51.

Höldrich A., Hartmann H., Decker T., Reisinger K., Schardt M., Sommer W., Wittkopf S. und Ohrner G. 2006: Rationelle Scheitholzbereitstellungsverfahren. Berichte aus dem TFZ, Nr. 11, Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Selbstverlag, Straubing, 274 S.



**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 «Rapports ART» erhältlich.
ISSN 1661-7568.
Die ART-Berichte sind im Volltext im Internet (www.art.admin.ch)