



Wir initiieren Kreisläufe
für Natur + Wirtschaft in Hessen



Biogene Holzbrennstoffe

Brennholzbereitstellung



HeRo-Transfer

Zusammenfassung

Diese Broschüre soll als Ratgeber diejenigen Personen unterstützen, die für den Eigenbedarf oder im kommerziellen Betrieb Brennholz als hochwertigen Brennstoff bereitstellen wollen.

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	3
1.	Einführung	4
1.1	Gute Gründe für Holzenergie	5
1.2	Grundkenntnisse	6
1.2.1	Biogene Festbrennstoffe	6
1.2.2	Beschreibung von Brennholz	6
1.3	Entwicklung des Brennholz-Marktes – Potenziale und Trends	7
1.4	Vor- und Nachteile der Scheitholzheizung	8
1.5	Heizen mit Scheitholz – aber richtig!	8
2.	Struktur der Brennholzbereitsteller	9
2.1	Selbstwerber	9
2.2	Nachbarschaftshilfe	9
2.3	Gewerbliche Scheitholzbereitstellung	9
2.4	Energieholzhof	9
3.	Bereitstellungsverfahren	9
3.1	Arbeitsschritte und Geräte	9
3.2	Übersicht der Brennholzbereitstellungsverfahren	11
3.3	Kleinst- und Kleinmengen	12
3.4	50 – 1.000 Rm/a (Vertikalspalter und ggf. WoodPack/WoodMax)	13
3.5	1.000 – 5.000 Rm/a (Horizontalspalter und anschließende Wippkreissäge oder kleiner Schneidspalter)	14
3.6	5.000 – 10.000 Rm/a (Brennholzprozessoren mit Anschlusslogistik)	16
4.	Investitionskosten	19
5.	Exemplarische Kostenrechnung für die Scheitholzbereitstellung	19
6.	Fazit	21
7.	Brennholzbeschaffung	21

Impressum

Herausgeber:	Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (HeRo) e.V. Am Sande 20 37213 Witzenhausen Klaus Wagner, Geschäftsführer	info@hero-hessen.de www.hero-hessen.de
Verantwortlich: Redaktionelle und inhaltliche Überarbeitung:	Holger Pflüger-Grone / Referent Forstwirtschaft	
Koordination:	Monika Missalla, Referentin Presse- und Öffentlichkeitsarbeit	
Grafik:	Anja Neubauer, GrafikHaus / Kassel	
Druck:	Grafische Werkstatt von 1980 GmbH / Kassel	
Auflage:	3.000	
Erscheinungstermin:	10/07	

- Quelle: Danielle Mayer „Vom Baum zur Wärme“ – Konzepte zur Energiegewinnung aus Holz und ihre Realisierbarkeit für den „Naturpark Our“ (Luxemburg) und den „Zweckverband Knüllgebiet“ (Hessen), Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br., November 2005, Diplomarbeit betreut durch Prof. Dr. Dr. h.c. Gero Becker,
- überarbeitet und im Rahmen eines Workshops am 18. Oktober 2006 mit Akteuren aus der Praxis diskutiert von Volker Lenz (Institut für Energetik und Umwelt gGmbH) und Dr. Brigitte Buhse (Zweckverband Knüllgebiet) im Auftrag der hessenENERGIE GmbH und gefördert vom Hessischen Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz im Rahmen des Leitprojektes BIOREGIO Holz Knüll.
- Quelle Brennholztrocknung: Karl Ernst Heise und Georg Krämer im Rahmen von Abschlussarbeiten zum Staatlich geprüften Holztechniker - Schwerpunkt Holzbearbeitung - an der Holzfachschule Bad Wildungen und Institut für Brennholztrocknung, IBT-Krämer, www.IBT-Krämer.de

Vorwort

Holz war bis in das 19. Jahrhundert der wichtigste vom Menschen genutzte Energieträger. Mit der zunehmenden Nutzung fossiler Energien im Rahmen der Industrialisierung verlor Holz aber immer mehr an Bedeutung und spielt in den Industrieländern seitdem nur noch eine untergeordnete Rolle. Die Problematik des Klimawandels, die Endlichkeit und steigenden Preise fossiler Energieträger und der weltweit zunehmende Energiebedarf lassen der energetischen Holznutzung in den letzten Jahren wieder steigende Bedeutung zukommen. Dem weitgehend CO₂-neutralen und lokal verfügbaren Brennstoff Holz wird ein nicht unerheblicher Anteil bei der Bewältigung der globalen Probleme unserer Zeit zugesprochen.

Auch in dem mit 42 % Waldflächenanteil walddominantesten Bundesland Hessen hat sich die Landesregierung vor diesem Hintergrund zum Ziel gesetzt, erneuerbare Energien verstärkt zu fördern. So soll der Anteil erneuerbarer Energien bei der Energieerzeugung nach dem aktuellen Regierungsprogramm von derzeit etwa 5 % auf 15 % im Jahre 2015 deutlich gesteigert werden. Der Ausbau der Nutzung von Bio-Rohstoffen ist dabei ein erklärter Schwerpunkt der hessischen Umwelt-, Klima- und Energiepolitik. Dabei sollen gleichzeitig Einkommensalternativen für die Land- und Forstwirtschaft und neue Wirtschaftskraft und Arbeitsplätze in den ländlichen Regionen geschaffen und der Auf- und Ausbau einer nachhaltigen und dezentralen Energieversorgung unterstützt werden.

Diese Broschüre soll als Ratgeber diejenigen Personen unterstützen, die für den Eigenbedarf oder im kommerziellen Betrieb Brennholz als hochwertigen Brennstoff bereitstellen wollen.

Als Grundlage der Ausführungen diente die Diplomarbeit „Vom Baum zur Wärme“ – Konzepte zur Energiegewinnung aus Holz und ihre Realisierbarkeit für den „Naturpark Our“ (Luxemburg) und den „Zweckverband Knüllgebiet“ (Hessen) von Danielle Mayer. Die Diplomarbeit und diese Broschüre sind Bausteine des hessischen Leitprojektes „BIO-REGIO Holz Knüll“.



I. Einführung

Der traditionelle Weg der energetischen Holznutzung in Mitteleuropa ist der Einsatz von Brennholz für Heizung und Nahrungszubereitung. Mit dem Übergang auf Kohle, Heizöl und Gas hat seine Bedeutung nachgelassen und wurde zeitweise in die Bereiche der Zu- und Lustfeuerung verdrängt. Aufgrund der in den letzten Jahren stark steigenden Preise für Öl und Gas werden bestehende Holzheizungen wieder verstärkt genutzt, alte Holzheizungen reaktiviert und neue Holzheizungen installiert. Neben den modernen Holzbrennstoffen, wie Holzhackschnitzel und Holzpellets, profitiert insbesondere auch der Scheitholzabsatz stark von der gestiegenen Nachfrage nach kostengünstigen Brennstoffen.

Diese Broschüre soll über die verschiedenen Verfahren zur Brennholzbereitstellung informieren, notwendige Geräte benennen, Kostenstrukturen aufzeigen und Empfehlungen in Abhängigkeit vom Umfang der Brennholzaufbereitung und der geforderten Qualitäten geben.

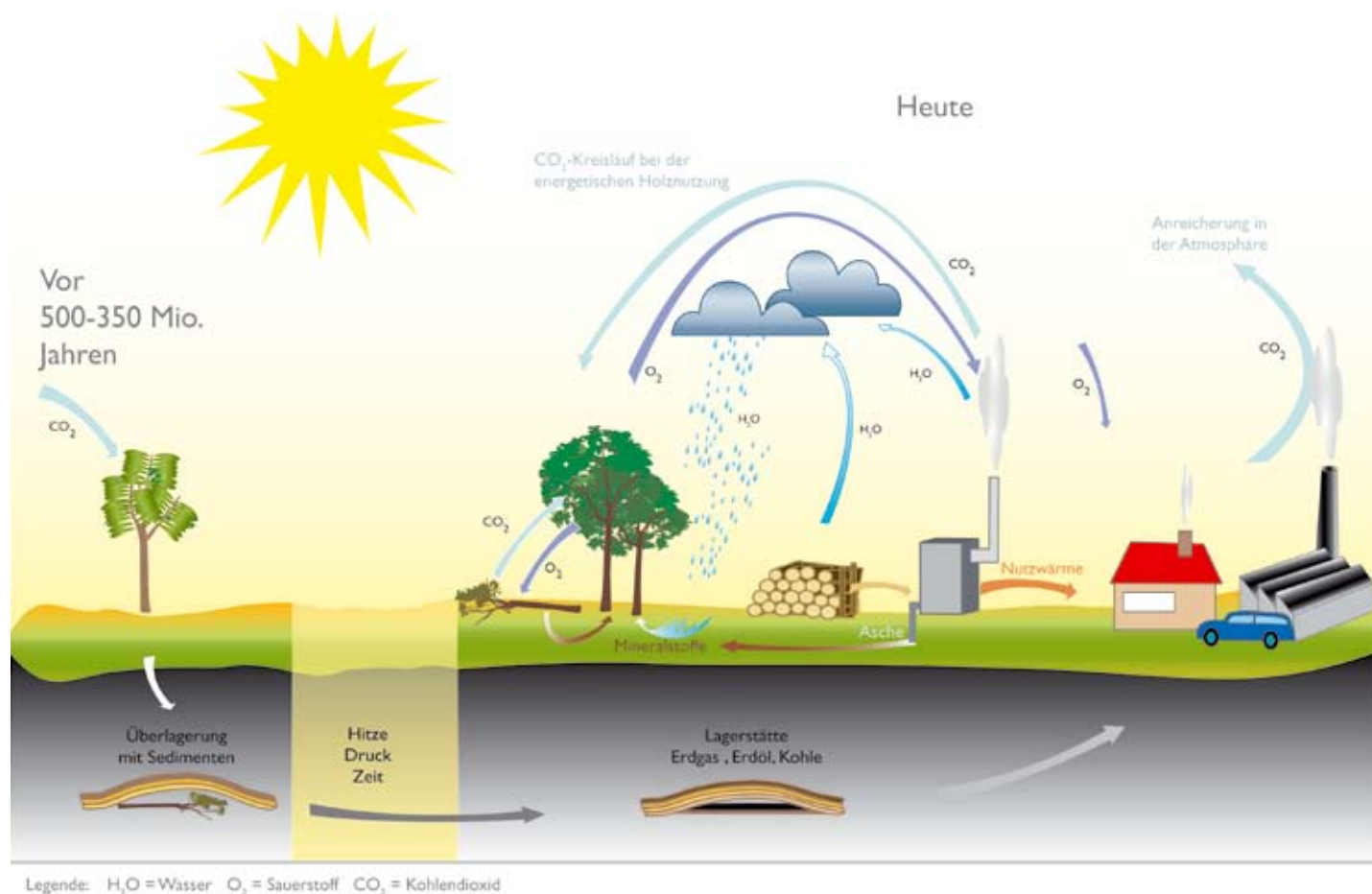


Abbildung 1: Entstehung fossiler Energieträger und die klimarelevante Schnittstelle zu dem CO₂-Kreislauf regenerativer Energieträger

I.1 Gute Gründe für Holzenergie

Die Vorteile, die der Bioenergieträger Holz aufweist, sind vielfältig:

- ▶ Holz ist eine **erneuerbare, lokal und regional verfügbare** Energieressource, welche eine **nachhaltige** Energieversorgung fördert und zudem Umweltbelastungen reduziert.
- ▶ Für die **globale Klimaerwärmung** ist in erster Linie der **hohe CO₂-Ausstoß** aus der Verbrennung **fossiler Energieträger** verantwortlich. Werden fossile Energieträger hingegen durch nachwachsende Brennstoffe ersetzt, können CO₂-Emissionen eingespart werden. Holz aus **nachhaltiger Forstwirtschaft** ist nämlich **CO₂-neutral**, d.h. bei der Verbrennung wird nur soviel CO₂ freigesetzt wie der Baum während seines Wachstums aus der Atmosphäre gebunden hat. Er trägt damit zum aktiven Klimaschutz bei.
- ▶ Es kommt zu einem **verminderten Ausstoß** an **Schwefeldioxid und Kohlenwasserstoffen**.
- ▶ Da Holz lokal und regional verfügbar ist, bleibt die **Wertschöpfung in der Region** und es werden soziale Strukturen in der Region gesichert. Zudem werden **Arbeitsplätze** und zusätzliche **Einkommensmöglichkeiten** geschaffen.
- ▶ Die Energieholznutzung kann zum einen die **Waldpflege fördern** und zum anderen eine **optimale Nutzung von qualitativ geringwertigem Holz** ermöglichen.
- ▶ Beim Holz handelt es sich um einen **einheimischen** Energieträger mit **kurzen Transportwegen** sowie **minimaler „grauer Energie“** (Anteil der Energie, die notwendig ist um einen Rohstoff nutzbar zu machen). Beim Waldholz geht man von einem zur Bereitstellung notwendigen Energie-Input von 1,2 % bis 2,3 % der letzten Endes verfügbaren Energie aus; beim Heizöl sind es immerhin 12 %, beim Flüssiggas sogar 14,5 %.
- ▶ Aufbereitung, Transport, Lagerung und Verbrennung von Holz sind **risikoarm**. Unfälle und Umweltschäden (z.B. Tankerkatastrophen) werden reduziert.
- ▶ Werden nachwachsende Energieträger verwendet, kann man von **einer Streckung der fossilen Ressourcen** ausgehen.
- ▶ Moderne Holzfeuerungen sind zuverlässig, erprobt und weisen dank ausgereifter Technik einen sehr **hohen Wirkungsgrad** auf.
- ▶ Im Gegensatz zu den meisten anderen regenerativen Energieträgern ist Holz **speicherbar** und kann genau dann in der gewünschten Menge eingesetzt werden, wenn die Energie benötigt wird.



Abbildung 2: WoodPack-Holzbundle (vgl. Seite 13)

1.2 Grundkenntnisse

1.2.1 Biogene Festbrennstoffe

Biogene Festbrennstoffe, welche zur energetischen Verwertung verwendet werden, können in **halmgutartige** und **holzartige** Biomasse untergliedert werden.

Zu den halmgutartigen Festbrennstoffen zählen bspw. Getreidepflanzen, ein-/mehrjährige Gräser und Stroh.

Bei der holzartigen Biomasse unterscheidet man je nach Herkunft zwischen fünf verschiedenen Energieholz-Rohstoffen:

- Kurzumtriebsholz,
- Schnittholz und Landschaftspflegeholz,
- Waldholz,
- Sägenebenprodukte und
- Altholz.

Diese Ausgangsstoffe bilden die Basis für unterschiedliche Holz-Festbrennstoffe. Es sind dies:

- Brennholz (Meterholz / Stückholz),
- Holzhackschnitzel,
- Holzpellets,
- Holzbriketts sowie
- Holzstaub und Holzmehl.

Werden diese Brennstoffe energetisch verwertet, kann **Wärme und/oder Strom** produziert werden.

1.2.2 Beschreibung von Brennholz

Das Brenn- oder Stückholz wird aus dem Stamm oder den Kronen von Nadel- und Laubbäumen hergestellt. Der Mindestdurchmesser liegt bei 7 cm, teilweise aber auch darunter; einen Maximaldurchmesser gibt es prinzipiell nicht. Das Rohmaterial wird in der Folge händisch oder mechanisch weiter aufbereitet und auf die gewünschte Länge zugeschnitten. Stärkere Bäume (>25 cm Durchmesser) werden außerdem gespalten, ein Vorgang welcher bei schwachen Bäumen nicht unbedingt notwendig ist. Je nach Längenabmessung des Stückholzes unterscheidet man zwischen „Meterholz“ und den sog. „Holzscheiten“. Bei Meterholz handelt es sich um ein Meter lange Abschnitte von Stämmen und Ästen. Holzscheite entstehen ihrerseits durch Halbieren, Dritteln oder Vierteln von Meterholz, d.h. sie werden auf 50, 33 oder 25 cm zugeschnitten. Werden die geschnittenen Stücke aufgesetzt (geschichtet), so spricht man von Schichtholz. Die Brennraumgröße der Feuerungsanlage bestimmt, welche Länge das aufgearbeitete Sortiment aufweisen muss.

Der Verkauf von Stückholz erfolgt üblicherweise in Raummetern (Rm) bzw. in Schüttraummetern (Srm). Ein Raummeter ist ein Stapel von 1m x 1m x 1m locker aufgeschichtetem Holz und entspricht 0,7 Festmetern (Fm). Ein Schüttraummeter

(Srm) ist ein Haufen von 1m x 1m x 1m lose geschüttetem Holz mit Hohlräumen und entspricht 0,4 Festmetern (Fm) bzw. 0,6 Raummetern (Rm).

Stückholz sollte bei der Verbrennung lufttrocken sein. Dies entspricht einem Wassergehalt von ca. 15-20 %, bzw. einer Holzfeuchte von ca. 18-25%.

Von Karl Ernst Heise und Georg Krämer betreute Abschlussarbeiten zum Staatlich geprüften Holztechniker - Schwerpunkt Holzbearbeitung - an der Holzfachschule Bad Wildungen brachten wesentliche Erkenntnisse zur Brennholztrocknung: Bei der Trocknung von Holzbrennstoffen muss Wasser aus dem Holz verdunsten. Scheitholz kann an der Luft **fachgerecht** in 4 bis 12 Monaten getrocknet werden, also von einer Heizperiode zur nächsten. Sehr gut trocknet Brennholz, wenn es von Luft durchströmt werden kann. Die Luft nimmt Wasser von der Holzoberfläche auf, kühlt ab und entweicht **nach unten**. Zum besseren Abführen der feuchten Luft und zur Vermeidung von aufsteigender Bodenfeuchtigkeit sollte ein Bodenabstand von ca. 20 cm eingehalten werden.

Trockene Holzbrennstoffe erhöhen

- den Heizwert,
- den Wirkungsgrad,
- die Lebensdauer der Feuerungsanlage,
- den Immissionsschutz,
- die Innovationen von Feuerungssystemen bis hin zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK),

und sind

- lager-/ transportfähiger (leichter) als Nasse,
- handelbar als definiertes Qualitätsprodukt.



Abbildung 3: Funktionsprinzip der Brennholztrocknung

Eine wichtige Kennzahl von Festbrennstoffen ist der **Heizwert**. Unter ihm versteht man die „Wärmeenergie, die bei der Verbrennung von 1 Kilogramm Brennstoff frei wird“. Die Maßeinheit ist die Kilowattstunde (kWh) bzw. Megajoule (MJ), wobei 1 kWh 3,6 MJ entsprechen. Der Heizwert je Gewichtseinheit wird im Wesentlichen von dem Wassergehalt, nicht von der Art der Biomasse beeinflusst, was auch Abbildung 4 zeigt.

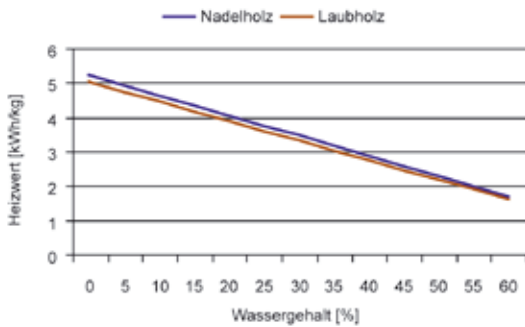


Abbildung 4: Heizwert je Gewichtseinheit von Holz in Abhängigkeit vom Wassergehalt

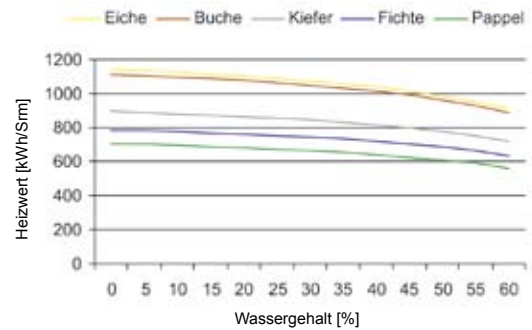


Abbildung 5: Heizwert je Volumeneinheit von Holz in Abhängigkeit vom Wassergehalt

Der Heizwert je Volumeneinheit unterliegt neben dem Einfluss des Wassergehaltes auf Grund unterschiedlicher Dichten auch dem Einfluss der Baumarten (Abbildung 5).

Bei der Verbrennung von Holz verdampft zunächst immer das in den Holzzellen enthaltene Wasser. Die dabei benötigte Energie (Verdampfungswärme) geht verloren. Der Heizwert ergibt sich also aus der in der verbleibenden Trockenmasse enthaltenen Energie abzüglich der Verdampfungswärme.

1.3 Entwicklung des Brennholz-Marktes – Potenziale und Trends

Die Nachfrage nach Brennholz wird auf unterschiedlichen Wegen befriedigt; Kleinprivatwaldbesitzer nutzen ihre Waldstücke intensiver, die Nachfrage nach Selbstwerbeholz bei den Forstämtern ist drastisch gestiegen, vermehrt wird Stammholz eingekauft und gerade im städtischen Umfeld gewinnt der Bezug von fertigem Brennholz in Form von Scheitholz an Bedeutung, wie Abbildung 6 veranschaulicht.

Der wachsenden Nachfrage stehen die in der Biomassepotenzialstudie des Hessischen Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz erhobenen Potenziale gegenüber. Die Abbildungen 7-9 geben die Biomassepotenziale für die Landkreise Hersfeld-Rotenburg und Schwalm-Eder sowie die drei Regierungsbezirke wieder.

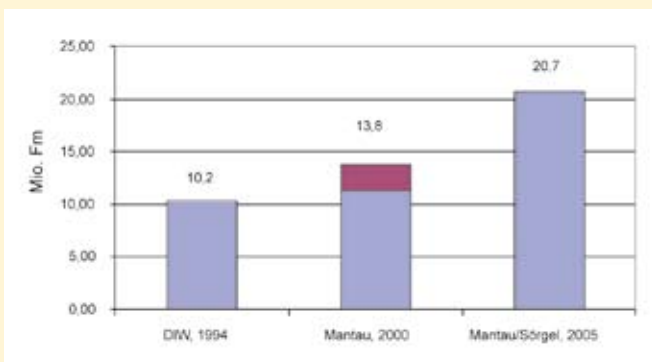


Abbildung 6: Brennholznutzung BRD nach DIW, Mantau und Mantau/Sörgel, (Fm = Festmeter = Kubikmeter)

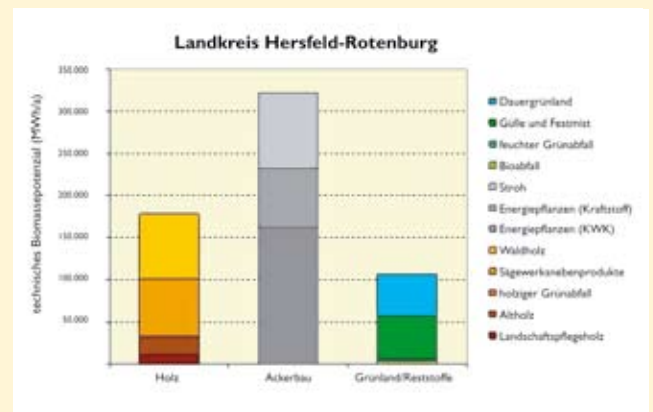


Abbildung 7: Biomassepotenziale

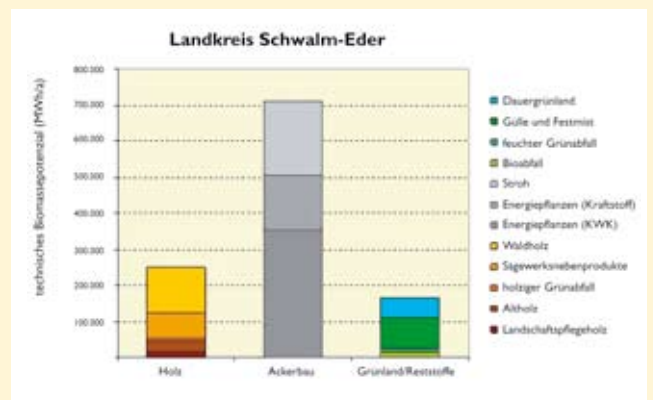


Abbildung 8: Biomassepotenziale

Insgesamt wurde 2005 in den etwa 60.000 installierten Holzfeuerungen bereits rund die Hälfte des Scheitholzpotezial der beiden genannten Kreise genutzt – Tendenz steigend. Für ganz Hessen wird ein Energieholzpotenzial von etwa 1,5 Mio. m³/a angenommen. Die Nutzung von Holzbrennstoffen betrug, ermittelt über die Rauchschnsteine, für 2003 etwa 950.000 m³/a.

Derzeit ist der Brennholzmarkt, wie der gesamte Holzmarkt, von einer deutlichen Überhitzung des Marktgeschehens geprägt. Neue Konkurrenzen zwischen der traditionellen stofflichen Nutzung und zahlungskräftigen Energiekunden beflügeln die Preisvorstellungen der Waldbesitzer. Bei weiter hohen Öl- und Gaspreisen ist kurzfristig keine Entspannung zu erwarten, mittel- bis langfristig können zu hohe Holzpreise eine nachhaltige Schädigung beider Absatzbereiche bewirken – durch Abwanderung der einen und Attraktivitätsverlust der Holzfeuerung bei den anderen. Langfristig muss von einer zunehmenden Nutzungskonkurrenz um kostengünstige Waldholzsortimente ausgegangen werden. Die vorhandenen technisch nutzbaren Potenziale müssen zeitnah durch innovative Techniken und Erntekonzepte erschlossen werden.

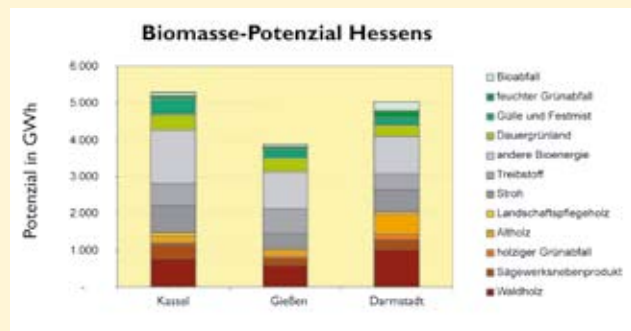


Abbildung 9: Biomassepotenziale

Autor: AG Bio-Rohstoffe Witzenhausen

Quelle: www.biomasse-hessen.de

1.4 Vor- und Nachteile der Scheitholzheizung

Neben den Vorteilen, die für alle erneuerbaren Energien einschließlich dem Heizen mit Holz gelten, wie zum Beispiel Klimaneutralität, Erneuerbarkeit und in der Regel Regionalität, besitzt das Heizen mit Scheitholz besondere Vor- aber auch Nachteile. Diese sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Vorteile Heizen mit Scheitholz	Nachteile Heizen mit Scheitholz
Kostengünstigster Holzbrennstoff	Hohe Arbeitsintensität
Eigenwerbung und Eigenaufbereitung möglich – hohe Versorgungssicherheit	Erhöhtes Unfallrisiko bei Eigenwerbung
Waldpflege und Brandschutz durch Beräumung auch kleinerer Holzpartien	Zunehmende Konkurrenz zur stofflichen Nutzung und zu Kraftwerken
Gute Lagerfähigkeit (auch über mehrere Jahre)	Transportradien begrenzt (niedrige Energiedichte)
Robuste Kesseltechnik	Feinstaub-Problematik bei Bedienungsfehlern

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der Scheitholzheizung

1.5 Heizen mit Scheitholz – aber richtig!

Scheitholzfeuerungen können eine ökologisch und ökonomisch vorteilhafte Variante zur Bereitstellung von Raumwärme sein. Dazu müssen jedoch einige Bedingungen erfüllt sein:

- ▶ Gut getrocknete, nicht zu große oder zu kleine, aber saubere Naturholzscheite einsetzen (Holzfeuerungen sind keine Müllverbrennungsanlagen).
- ▶ Kessel und Öfen immer nahe Vollast betreiben (kein Drosselbetrieb mit Verschmelzung des Holzes, kein Gluterhalt!).
- ▶ Möglichst wenig Anfahrprozesse auslösen und diese möglichst kurz halten (Anzünder).
- ▶ Beim Nachfüllen nicht überladen.
- ▶ Zugbegrenzer für den Schornstein einbauen.
- ▶ Holzkessel immer mit ausreichend großem Pufferspeicher betreiben.
- ▶ Automatische Luftregelung beim Kessel vorsehen.

2. Struktur der Brennholzbereitsteller

Die Bereitstellung von Brennholz erfolgt in unterschiedlichen Strukturen. Diese hängen insbesondere von den bereitgestellten Mengen und der Frage der Eigen- oder Fremdversorgung ab. Insbesondere die „Grauzone“ der Nachbarschaftshilfe, die mit einem finanziellen „Obolus“ belohnt wird, führt zu verständlichen Verstimmungen bei den kommerziellen Anbietern, die mit diesen Strukturen nicht konkurrieren können.

2.1 Selbstwerber

Der Selbstwerber im eigenen Wald oder auf den durch Förster zugewiesenen Flächen gewinnt seinen Eigenbedarf an Holz direkt aus dem Wald. Dort arbeitet er in der Regel Schlagabraum von kommerziellen Baumfällungen auf. Aufgrund begrenzter Ausstattung und zum Teil minderwertiger Holzangebote gestaltet sich die Holzgewinnung sehr arbeitsintensiv. Dafür sind die Preise entsprechend niedrig: 10–20 Euro/Rm je nach Güte des Materials und Baumart. Da es zur Zeit einen sehr großen Andrang auf die Wälder gibt, steigen die Preise und das Unfallrisiko. Daher verlangen die Forstämter mittlerweile eine Bescheinigung über die Einweisung zum richtigen Umgang mit einer Kettensäge und eine vorschriftsmäßige Schutzbekleidung. Grundsätzlich sollte nie allein im Wald gearbeitet werden.

2.2 Nachbarschaftshilfe

Aus sicherheitstechnischen Gründen verlangen die meisten Waldbesitzer und Forstämter, dass Selbstwerber nicht allein im Wald arbeiten dürfen. Außerdem lassen sich bestimmte Rückarbeiten zu zweit deutlich leichter durchführen. Deshalb liegt es nahe, dass sich zwei oder mehr Personen zu einer gemeinschaftlichen Brennholzbereitstellung zusammen finden. Solange alle Teilnehmer entsprechend ihrem eigenen Zeitaufwand Anteile an der Gesamtbereitstellung erhalten und eine adäquate Kostenaufteilung für das Rohholz erfolgt, kann von Nachbarschaftshilfe gesprochen werden. Die „Grauzone“ beginnt jedoch bereits an dem Punkt, an dem der Nachbar hilft ohne eigene Brennholzkontingente zu benötigen und dafür zum Essen eingeladen wird. Diese „Grauzone“ ist spätestens dann eindeutig in Richtung „Schwarzarbeit“ verlassen, wenn ein „Nachbar“ ohne Gewerbeanmeldung für Dritte Brennholz aufbereitet und dieses gegen (unversteuerte) Bezahlung an seine „Nachbarn“ abgibt und dazu womöglich noch einen der „Nachbarn“ für seine Hilfe beispielsweise beim Transportieren „unter der Hand“ bezahlt.

2.3 Gewerbliche Scheitholzbereitstellung

Vielerorts entstehen durch die steigende Nachfrage nach Brennholz Klein- und Kleinstunternehmen, die sich auf die Bereitstellung von Scheitholz konzentriert haben. Vielfach handelt es sich dabei um Ein- bis Zweimannunternehmen

oder Landwirte, die im Nebenerwerb Brennholz außerhalb der landwirtschaftlichen Stoßzeiten bereitstellen und ausliefern. Gerade letztere Berufsgruppe ist durch vorhandene Transport- und Umschlaglogistik bevorteilt. Die gewerbliche Scheitholzbereitstellung ist vor allem durch die Anmeldung eines entsprechenden Gewerbes und die Gewinnerzielungsabsicht gekennzeichnet. Weitere Unterstützung bietet auch der Bundesverband Brennholz & Brennholzproduktion unter www.bundesverband-brennholz.de.

2.4 Energieholzhof

Ab einer gewissen Umschlagsmenge an Holz nimmt der Verwaltungs- und der Akquiseaufwand derart zu, dass eigenes Personal für die Abwicklung der organisatorischen Arbeiten eingestellt werden muss. In der Regel sind dann bereits zwei bis drei Mitarbeiter in der Brennholzbereitstellung beschäftigt. Spätestens an diesem Punkt muss überlegt werden, ob die Angebotspalette über das Scheitholz hinaus vervollständigt wird, in dem auch Holzbriketts, Holzhackschnitzel und Holz-Pellets angeboten werden – dann spricht man im üblichen Sinne von einem Energieholzhof. Ein Energieholzhof ist in der Regel zu den üblichen Geschäftszeiten durchgehend besetzt, so dass Selbstaholder ohne vorherige Terminabsprache Energieholzprodukte erwerben und sofort mitnehmen können. Vorteilhaft für den Endkunden sind sicherlich auch zusätzliche Informationsangebote zum Heizen mit Holz wie Empfehlungen zum richtigen Heizen mit Scheitholz, zur richtigen Kesselauswahl usw.

3. Bereitstellungsverfahren

3.1 Arbeitsschritte und Geräte

Die wesentlichen Schritte bei der Scheitholzgewinnung* sind:

- Anbau / Aufwuchs des Holzes,**
- Fällen des Baums,
- Verfügbarmachen des Nutzholzes an der Waldstraße,
- Schneiden auf Länge,
- Spalten des Holzes,
- Lagerung,
- Trocknung,
- Transporte und Auslieferung.

Diese Arbeitsschritte werden je nach Bereitstellungsverfahren in unterschiedlicher Reihenfolge und mit unterschiedlichen Maschinen und Geräten abgearbeitet:

- Fällen: Motorsäge, Handsäge, Beil, Vollerntemaschine,
- Schneiden (Ablängen): Motorsäge, Vollerntemaschine, Kreissäge, Bandsäge,
- Spalten: Spaltbeil, Spaltkeil und Hammer, Spaltkeilgerät,
- Schneiden und Spalten: Schneidspalter, Brennholzmaschine, Brennholzautomat.

* Die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften (bspw. UVV Forsten - <http://regelwerk.unfallkassen.de>) sind zu beachten.

** Auf diesen Arbeitsschritt soll in dieser Broschüre nicht näher eingegangen werden.

Spaltkeilgeräte sind in horizontaler und vertikaler Ausführung mit und ohne Seilwinde und/oder hydraulischem Hebearm erhältlich (Abbildung 10 und 11). Alle automatischen Geräte sind als Drei-Punkt-Anbaugeräte an Schlepper für den mobilen Einsatz oder mit eigenem Motor – primär für den stationären Einsatz – erhältlich.

Die Stundenleistung der Geräte und damit die spezifischen Arbeitsschrittkosten hängen stark von folgenden Faktoren ab:

- Art und Leistung des Geräts (Spalkraft, maximale Holzlängen und Holzdurchmesser; Vor- und Rücklaufgeschwindigkeit des Hubzylinders),
- Art und Zustand des Holzes,
- Zahl, Motivation und Geschicklichkeit des Bedienpersonals.

In Verbindung mit den Kosten je Arbeitsstunde und je Maschinenarbeitsstunde (MAS) ergeben sich die spezifischen Kosten je Rm Holz für die einzelnen Arbeitsschritte.*

* Es ist zu beachten, dass die in diesem Merkblatt aufgeführten Kosten nur als grobe Richtwerte zu betrachten sind. Sie sind im Einzelnen unter ganz speziellen Randbedingungen ermittelt worden und können sich durch Abweichungen von diesen Randbedingungen deutlich ändern.



Abbildung 10: Horizontalspalter mit hydraulischem Hubarm



Abbildung 11: Vertikalspalter mit Seilwinde

3.2 Übersicht der Brennholzbereitstellungsverfahren

Die Kombination der verschiedenen Arbeitsschritte in Verbindung mit unterschiedlichen Motorisierungsgraden führt zu den unterschiedlichen Brennholzbereitstellungsverfahren.

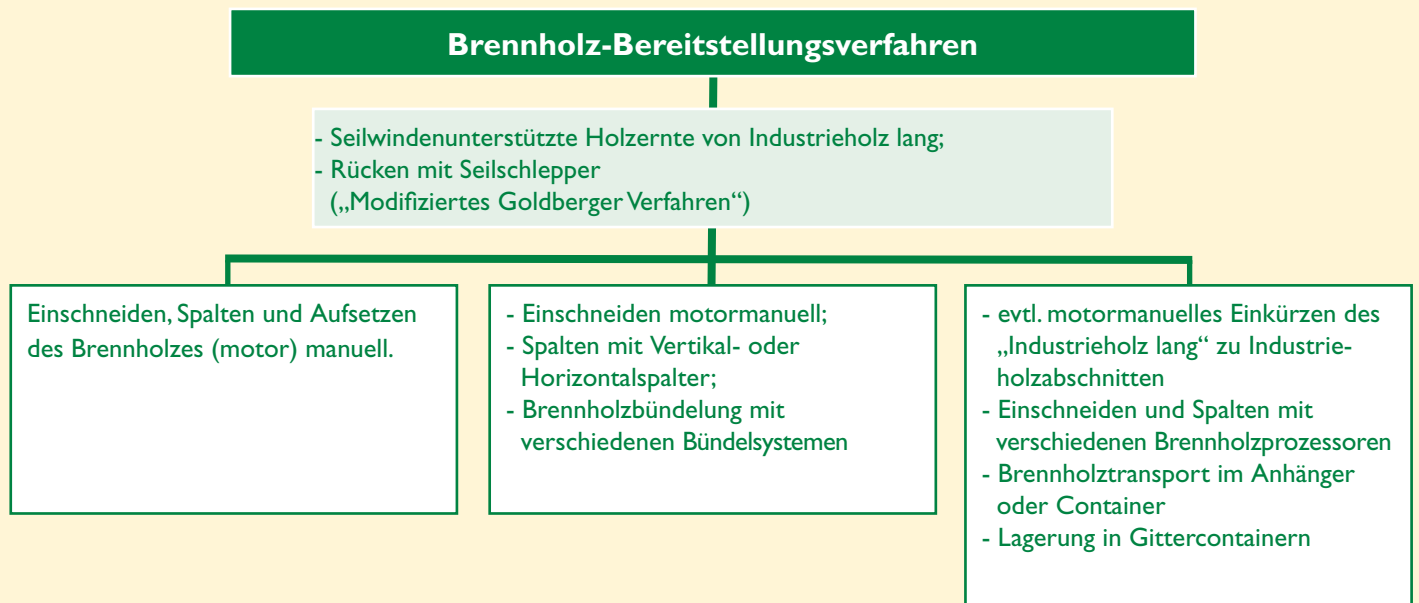


Abbildung 12: Mögliche Verfahren zur Bereitstellung von Brennholz

Im Folgenden werden für unterschiedliche Bereitstellungsmengen die entstehenden Kosten aufgeführt.

3.3 Kleinst- und Kleinmengen

Die Bereitstellung von Kleinst- und Kleinmengen bis maximal 50 Rm/a erfolgt meist als Selbstwerbholz direkt im Forst, über Gelegenheitsfällungen bzw. das Einsammeln von Resthölzern, die Bewirtschaftung von Kleinstprivatwaldflächen oder den Einkauf von Industrieholz. Die einfachste Form der Aufbereitung erfolgt über die gegebenenfalls notwendige Vorkonfektionierung der benötigten Holzmenge mit der Handkettensäge.

Das aufbereitete und gesammelte Holz wird in der Regel im Wald oder auf dem eigenen Hof mit dem Spaltkeil oder dem Spalthammer in Ausnahmefällen auch mit einem Hydraulikspalter gespalten und dann für ein bis zwei Jahre zur Trocknung auf den Stapel gesetzt. Sobald es lufttrocken ist, kann eine Weiterverarbeitung mittels Tischkreissäge in entsprechende Stücklängen erfolgen. Zum früher üblichen Verfahren zur Ablagerung und Trocknung der Meter-Spaltlinge im Forst kann nicht mehr geraten werden, da der Diebstahl von Holz mittlerweile nennenswerte Größenordnungen angenommen hat. Über die Bereitstellungskosten von Laubschichtholz informiert Tabelle 2, wobei die Kosten für Einschneiden und Aufsetzen nur geschätzt wurden (siehe Tabelle 3).



Abbildung 13: Spalten von Meterholz mit Spalthammer

Arbeitsabschnitt	Mittleres Stückvolumen (Fm)					
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
Fällen und Rücken (€/Rm)	31,01	25,49	18,50	15,71	13,49	11,47
Einschneiden und Aufsetzen (€/Rm)	14,82	12,60	12,00	11,45	10,50	10,08
Gesamt (€/Rm)	45,83	38,09	30,50	27,16	23,99	21,55

Rm = Raummeter = Scheitholz mit Luftzwischenräumen in einem m³ aufgesetzt, rd. 0,7 Fm

Tabelle 2: Kosten für die Bereitstellung von Laubschichtholz an der Waldstraße

Stückmasse (Fm)	Leistung (Rm/MAS)	Kosten (€/Rm)
0,10	1,7	14,82
0,15	2,0	12,60
0,20	2,1	12,00
0,25	2,2	11,45
0,30	2,4	10,50
0,40	2,5	10,08

Tabelle 3: Geschätzte Kosten für das Einschneiden und Aufsetzen von Schichtholz am Waldweg

Unterstellt wird ein Stundenlohn von 25,20 € inkl. Lohnnebenkosten. Leistungsdaten nach EST-Standardverfahren.

3.4 50 – 1.000 Rm/a (Vertikalspalter und ggf. WoodPack/WoodMax)

Die eigentliche Holzbereitstellung erfolgt entweder durch den motormanuellen Einschnitt von Bäumen im Bestand und anschließendem Manipulieren (i.d.R. Rücken mittels Schlepper) zur Waldstraße oder durch den Einkauf von Industrieholz frei Waldstraße oder frei Hof. Die Aufarbeitung erfolgt durch ein Ablängen der üblicherweise 2-5 m langen Industrieholzstämmen auf 1-m-Stücke mit der Kettensäge.

Die Meterstücke werden zunächst zum Spalter getragen oder mit einer Seilwinde herangezogen. Der Spalter sollte dabei immer so positioniert sein, dass die Laufwege möglichst kurz sind. Die Meterabschnitte werden dann senkrecht unter den Spaltkeil gestellt und je nach Durchmesser zu zwei oder mehreren Spaltstücken verarbeitet (durch hydraulisches Herunterfahren des Spaltkeils). Grundsätzlich sollten die Schnittflächen des Holzes möglichst rechtwinklig sein. Dadurch wird zum einen die Standsicherheit erhöht und zum anderen verringert sich die Abgleitgefahr, sodass der Keil sauber ins Holz eindringen kann.

Die Meterware wird zum Schluss entweder per Hand aufgesetzt oder zum Beispiel mit dem System WoodPack gebündelt, ehe der Frontlader eines landwirtschaftlichen Schleppers mehrere Brennholzbündel auf einen Anhänger verlädt und schließlich abtransportiert. Ist das Holz nach ein- bis zwei jähriger Lagerung auf unter 20 % Wassergehalt getrocknet, können die gespaltenen Meterstücke bei Bedarf noch weiter zerkleinert werden. Mit zum Beispiel dem System WoodPack bzw. WoodMax hergestellte Sterbündel können so mit der Motorsäge zu 33 oder 50 cm Stückholz zersägt werden. Während beim WoodPack-System die Bündel waagrecht gelagert werden, ermöglicht das WoodMax-System eine stehende Lagerung (Abbildung 15) auf Paletten.

Dieses Verfahren ist für alle Baumarten mit einem Stammdurchmesser zwischen 15 und 60 cm geeignet. Weist frisches Buchen- oder Eichenholz jedoch einen mehr als 20 cm großen Durchmesser auf, so wird der ergonomische Grenzwert von 30 kg Gewicht überschritten. Das Tragen und Heben des Holzes sollte dann lieber unterbleiben. Für solche Fälle kann der Vertikalspalter mit einer Stammhebevorrüstung ausgestattet werden (z.B. das Holz mit dem Sappi zum Spalter ziehen und mit einem Hehebügel aufstellen).

Der Einsatz von Bündelsystemen steigert die Produktivität dieses Verfahrens erheblich und erleichtert zudem die Arbeit. Eine erste Abschätzung der Kosten gibt Tabelle 4 wieder (abhängig von eingesetzten Geräten und Leistung der Arbeiter).



Abbildung 14: WoodPack



Abbildung 15: WoodMax

Arbeitsschritt	Systemkosten (€/MAS)	Systemleistung (Rm/MAS)	Stückkosten	
			(€/Rm)	(€/Srm Scheitholz)
Holzeinkauf			17,86	10,51
Spalten	38,47	4,0	9,61	5,65
Bündeln	25,91	4,0	6,48	3,81
Transport	49,79	6,7	7,43	4,37
Zinskosten			2,92	1,72
Einschneiden	28,24	2,0	14,12	8,31
Gesamt			58,42	34,37

Tabelle 4:

Leistungsdaten und Bereitstellungskosten für getrocknetes Scheitholz; Srm = Schüttraummeter = Scheitholz, Hackschnitzel oder Pellets mit Zwischenräumen in einen Kubikmeter aufgeschüttet, rd. 0,4 Fm

Ausrüstung: Motorsäge, landwirtschaftlicher Schlepper mit Frontlader, Vertikalspalter z.B. Hydro Combi 15t-V2 der Firma Posch, Bündelsystem z.B. WoodPack/WoodMax, landwirtschaftlicher Anhänger.

Bemerkung: Die Zinskosten für das während der Lagerung gebundene Kapital werden mit 8 % angesetzt.

3.5 1.000 – 5.000 Rm/a (Horizontalspalter und anschließende Wippkreissäge oder kleiner Schneidspalter)

Das bereitgestellte Industrieholz wird mit der Kreissäge auf Meterstücke abgelängt. Die Meterabschnitte werden per Hand oder mit dem Sappi zum möglichst nah am Polter positionierten Schlepper gezogen, an dessen Dreipunkt-Hydraulik ein Horizontalspalter montiert ist. Idealerweise ist ein Horizontalspalter mit einer hydraulischen Hebevorrichtung (bodennahe Plattform) ausgestattet, die die Meterstücke in eine Trägerwanne hievt. Hier wird das Holz mit einem hydraulischen Stempel gegen das Spaltkreuz gedrückt. Hinter dem Spaltkreuz schließt sich ein kleiner Lagertisch an, auf den das gespaltene Holz fällt (siehe Abb. 10 Binderberger Horizontalspalter). Die Spaltlinge können entweder aufgeschichtet, gebündelt oder weiterverarbeitet werden. Im letzten Fall werden die Spaltlinge gleich anschließend zu Stückholz weiterverarbeitet. Ein in unmittelbarer Nähe stehender zweiter landwirtschaftlicher Schlepper treibt eine Wippkreissäge an. Die Meterware wird auf einen Zuführtisch gelegt und dort auf 20, 25, 30, 33 oder 50 cm Länge eingekürzt. Die Holzstücke werden über ein Förderband in einen landwirtschaftlichen Hänger befördert. Volle Anhänger werden laufend abgeholt bzw. durch leere ersetzt. Das Holz wird entweder zu einem Lagerplatz oder gleich zum Kunden gefahren. Setzt man beispielsweise die Wippkreissäge CutMaster 700 der Firma Posch ein (Abbildung 16), so kann eine Produktionsleistung von maximal etwa 6 Rm pro Stunde erreicht werden. In diesem Fall müssen zwei Kipper à je 15 m³ Fassungsvermögen eingesetzt werden. Die Firma Posch gibt in ihren Werbematerialien Leistungszahlen von 7 bis 10 Rm pro Stunde an. Diese Werte werden jedoch nur unter stationärem Einsatz erreicht.



Abbildung 16:
Beispiel: Wippkreissäge CutMaster 700

Auch bei diesem Verfahren ist eine Wirtschaftlichkeitskalkulation wie in Tabelle 5 mit erheblichen Unsicherheiten behaftet.

Diese Zahlen können nicht mit denen in Tabelle 4 verglichen werden, da im vorliegenden Verfahren waldfrisches Scheitholz produziert wird, während beim vorhergehenden ofentrockenes bereitgestellt wurde.

Arbeitsschritt	Systemkosten (€/MAS)	Systemleistung (Rm/MAS)	Stückkosten	
			(€/Rm)	(€/Srm Scheitholz)
Holzeinkauf			17,86	10,51
Spalten	38,78	6,0	6,46	3,80
Einschneiden	37,65	6,0	6,28	3,69
Transport	35,71	6,0	5,95	3,50
Gesamt			36,55	21,50

Tabelle 5:

Leistungsdaten und Bereitstellungskosten für waldfrisches Scheitholz

Ausrüstung: Motorsäge, zwei landwirtschaftliche Schlepper, Horizontalspalter z.B. Split-Master 24t der Firma Posch, Wippkreissäge z.B. CutMaster 700 der Firma Posch; zwei landwirtschaftliche Anhänger.

3.6 5.000 – 10.000 Rm/a (Brennholzprozessoren mit Anschlusslogistik)

Im Vergleich zu den vorher aufgeführten Verfahren, ist das folgende höher mechanisiert. Es kommen sogenannte Brennholzprozessoren zum Einsatz. Dies sind Maschinen, die mindestens die zwei Teilarbeiten Einschneiden und Spalten ausführen können. Sie werden entweder mobil oder stationär eingesetzt. Es gibt eine Fülle an unterschiedlichen Brennholzprozessor-Modellen. In der Folge sollen nun drei davon näher betrachtet werden. Es handelt sich dabei um im Wald (also mobil) einsetzbare Prozessor-Typen. Es sind dies:

- ▶ ein Anbau-Brennholzprozessor,
- ▶ ein Frontlader-Brennholzprozessor sowie
- ▶ ein Anhäng-Brennholzprozessor.

Arbeitsort / Ablaufabschnitt	Bestand	Rückegasse	Waldstraße	Lager/ Umschlag
Fällen Aufarbeiten Rücken				
Einschneiden (Vorpoltern) Magazinieren Spalten Beladen				
Transport				
Entladen/ Übergabe				

Abbildung 17: Ablaufabschnitte Anbau-Brennholzprozessor



Abbildung 18: Schneidspalter Spaltfix 3100

A) Anbau-Brennholzprozessor

Die notwendige Maschinenausrüstung für ein solches Verfahren besteht aus:

- zwei landwirtschaftlichen Schleppern,
- einem Anbauprozessor,
- einer Motorsäge zum Einschneiden des Rundholzes,
- zwei landwirtschaftlichen Anhängern.

An der Waldstraße vorkonzentriertes Industrieholz lang wird von einer Arbeitskraft motormanuell auf Abschnitte von maximal 4 m Länge eingeschnitten und mit dem Frontlader eines Schleppers auf das Rundholzmagazin des Brennholzprozessors abgelegt. Von dort führt eine zweite Arbeitsperson das liegende Rundholz über den hydraulischen Holzvorschub um jeweils eine Scheitholzlänge zur Säge zu. Mit einer Kreis- oder Ketten-säge wird das Holz auf 20 bis 50 cm kurze Stücke eingekürzt. Das gekappte Rundholz fällt in eine Spaltmulde, wo es durch einen Hydraulik-Stempel gegen ein Spaltkreuz gedrückt wird und von diesem in Abhängigkeit vom Holzdurchmesser in zwei, vier, sechs oder acht Teile gespalten wird. Die Spaltlinge fallen auf ein Förderband und werden auf einen landwirtschaftlichen Anhänger befördert.

Das Arbeitsverfahren ist dabei idealerweise so organisiert, dass die erste Arbeitskraft den vollen Anhänger zu einem Lagerplatz fährt. Da Hin- und Rückfahrt sowie Abladen einige Zeit in Anspruch nehmen, muss das Rundholzmagazin des Prozessors vor der Fahrt mit einer ausreichenden Holzmenge aufgefüllt werden. Die mittlere Arbeitsleistung des Prozessors liegt bei etwa 7,5 Srm Scheitholz pro Stunde. Für den Einsatz von Anbauprozessoren wird v.a. Industrieholz und schwaches Stammholz aus Laubholzdurchforstungen empfohlen. Das Laubindustrieholz sollte möglichst gerade sein, rindeneben geastet sein und soll keinen „Waldbart“ bzw. Wurzelanläufe aufweisen, um Maschinenstörungen zu verhindern. Bei starken Krümmungen müssen die Abschnitte die dem Prozessor zugeführt werden entsprechend kürzer sein. Tabelle 6 zeigt die Bereitstellungskosten und Leistungsdaten für waldfisches Buchen-Scheitholz. Auch mit kleinen Schneidspaltern sind Leistungen von bis zu fünf Raummeter pro Stunde zu erreichen.

Arbeitsschritt	Systemkosten (€/MAS)	Systemleistung		Stückkosten	
		(Rm/MAS)	(Srm Scheitholz/MAS)	(€/Rm)	(€/Srm Scheitholz)
Holzeinkauf				21,43	12,61
Aufarbeiten	68,67	4,4	7,5	15,57	9,16
Transport	19,71	4,4	7,5	4,45	2,62
Gesamt				41,45	24,38

Tabelle 6:

Leistungsdaten und Bereitstellungskosten für waldfisches Scheitholz mit z.B. dem Brennholzprozessor K 320 Z der Firma Posch

B) Frontlader-Brennholzprozessor

Die notwendige Maschinenausrüstung besteht aus:

- landwirtschaftlichem Schlepper mit Frontlader,
- Frontladerprozessor,
- Hydraulikaggregat,
- Kleincontainern und
- landwirtschaftlichem Anhänger.

Ein „mittelstarker“ Frontladerprozessor kann Stammabschnitte bis maximal 5 m Länge und 30 cm Durchmesser verarbeiten. Da der Prozessor im Einmannverfahren eingesetzt wird, müssen die entsprechend dimensionierten Holzabschnitte vorkonzentriert an der Waldstraße liegen. Die besondere Arbeitsweise des Prozessors erfordert dabei, dass die Abschnitte nicht zu dicht und in möglichst kreuzweise aufeinander liegenden Lagen gepoltert sind. Der Fahrer des Schleppers führt den Frontladerprozessor an den Polter heran und schiebt den Aufnahmetrichter des Prozessors über einen Stammabschnitt. Der Prozessor wird dann hydraulisch aufgerichtet. Der Stamm fällt durch sein Eigengewicht gegen den Anschlag der Aufnahme, so dass das Holz gewissermaßen im Prozessor steht (Abbildung 19). Nachdem ein Transportbehälter (z.B. Gittercontainer, Anhänger...) vom Schlepper angesteuert wurde, wird der Stammabschnitt über diesem Transportbehälter geschnitten und gespalten. Dabei kappt ein horizontal arbeitendes Messer das nachrutschende Holz wahlweise in die gewünschte Länge. Diese Holzstücke werden dann anschließend durch vertikal angeordnete Messer von der Seite her gespalten, ehe sie zum Schluss nach unten aus dem Prozessor in den Transportbehälter fallen.

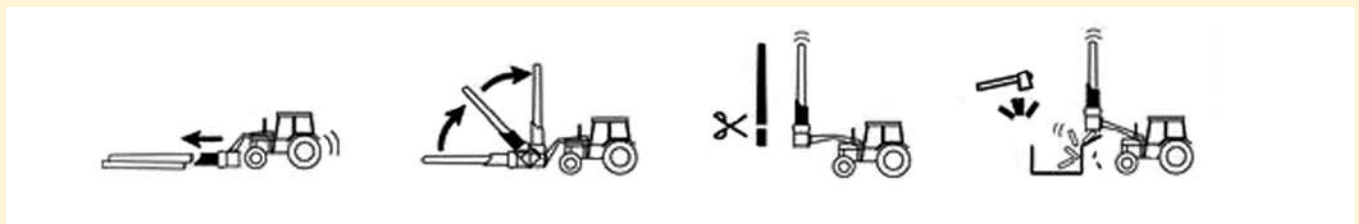


Abbildung 19: Arbeitsschritte beim Frontlader-Brennholzprozessor

Positiv an diesem Verfahren ist, dass der gesamte Arbeitsablauf im Einmannbetrieb und ohne händische Arbeit erfolgt. Die Schwingungen, die jedoch beim Nachrutschen des Holzes nach jedem Spaltakt auftreten, können im Dauereinsatz ziemlich unangenehm werden. Ist das Holz nicht für den Eigenverbrauch, sondern für den Verkauf gedacht, so kann der ästhetische Aspekt vielleicht auch zum Nachteil werden. Da das Holz mit einem Messer gekappt wird, weist es keine glatten Schnittflächen und zahlreiche Risse auf. Optisch ist das Holz daher nicht unbedingt ansprechend und viele gehen davon aus, dass der Kunde weniger für solches Holz zahlt als für „normal“ aussehendes. Frontladerprozessor-Hersteller behaupten jedoch, dass die raue Holzoberfläche eine beschleunigte Trocknung ermöglicht.

Abschließend soll Tabelle 7 einen Überblick über die Bereitstellungskosten und Leistungsdaten dieses Verfahrens geben:

Arbeitsschritt	Systemkosten (€/MAS)	Systemleistung		Stückkosten	
		(Rm/MAS)	(Srm Scheitholz/MAS)	(€/Rm)	(€/Srm Scheitholz)
Holzeinkauf				21,43	12,61
Aufarbeiten	68,36	5,0	8,5	13,91	8,18
Transport	60,90	7,1	12,0	8,64	5,08
Lagerung				15,17	8,92
Zinskosten				4,71	2,77
Gesamt				63,61	37,42

Tabelle 7:

Leistungsdaten und Bereitstellungskosten für getrocknetes Scheitholz mit z.B. dem Frontladerprozessor WP 3000 der Firma Igländ

Bemerkung: Die Kalkulation beinhaltet sowohl den Transport als auch eine einjährige Lagerung des Holzes. Die Kleincontainer schlagen dabei mit einem Stückkostensatz von 8,92 € pro m³ Scheitholz zu Buche. Sonstige Lagerkosten (wie Gebäude etc.) werden nicht berücksichtigt. Die Zinskosten für das während der Lagerung gebundene Kapital werden mit 8 % angesetzt.

C) Anhänge-Brennholzprozessor

Die notwendige Maschinenausrüstung für dieses Verfahren besteht aus:

- landwirtschaftlichem Schlepper als Antriebsaggregat,
- Anhängprozessor,
- Schlepper mit Frontlader und Poltergabel zum Beschicken des Prozessors,
- LKW-Wechselcontainer und
- LKW.

Die Arbeit mit dem Anhängprozessor erfordert zwei Arbeitskräfte. Da der Prozessor relativ groß ist, soll er wenn möglich an einem Holzlagerplatz im Wald oder an einer Waldwegekreuzung eingesetzt werden. Ein „mittelstarker“ Prozessor verarbeitet Stammabschnitte bis 6 m Länge und 60 cm Durchmesser. Diese Abschnitte sollen bereits eingekürzt und vorkonzentriert an der Kreuzung, Lagerplatz o.ä. liegen. Die erste Arbeitskraft legt die gepolterten Stammabschnitte mit dem Frontlader eines Schleppers auf den Kettenförderer des Prozessors. Der Prozessor seinerseits wird von einem zweiten Arbeiter an einem zentralen Schaltpult bedient. Das auf dem Kettenförderer liegende Holz wird vorgeschoben, gelangt in die Reichweite eines Greifers und dann zu einer Kettensäge, welche das Holz wahlweise auf 25, 33, 40, 50 oder 100 cm ablängt. Die gekappten Rundholzstücke fallen über eine Wippe in den Spaltkanal und werden dort von

einem Stempel durch das Spaltmesser gedrückt. Das Spaltkreuz kann jeweils auf die Rundholzmitte ausgerichtet werden und kann je nach Holzdurchmesser ausgewählt werden. Das Spaltgut fällt schließlich auf ein Förderband und gelangt letztendlich in einen LKW-Container. Die Produktivität eines Anhäng-Brennholzprozessors hängt vom Modell ab. Beim SPK 500 der Firma Posch liegt sie laut Hersteller bei 14,5 Srm/MAS, was einer Tagesleistung von ca. 120 Srm Scheitholz entspricht. In diesem Falle wären vier Wechselcontainer mit je 30 m³ Fassungsvermögen notwendig. Der Kalkulation in Tabelle 8 liegt zugrunde, dass der LKW morgens und mittags je zwei Transportzyklen ausführt.

Will man das Verfahren beurteilen, so ergeben sich zwei Aspekte: zum einen ist diese Prozesskette bei ausreichender Auslastung sehr leistungsfähig und kostengünstig. Zum anderen kann aber genau diese „ausreichende Auslastung“ der wunde Punkt sein. Um einen Anhängprozessor genügend auszulasten (ca. 800 MAS), werden bspw. beim Modell SPK

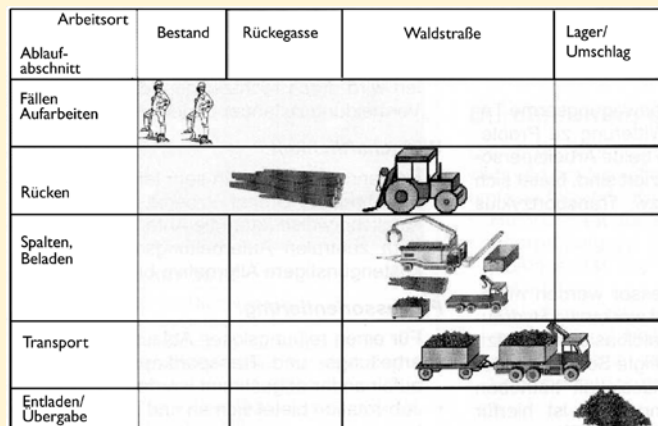


Abbildung 20: Ablaufabschnitte beim Anhäng-Brennholzprozessor

500 ca. 6.800 Rm Rundholz pro Jahr benötigt, die aus dem regionalen Forst bereitgestellt und danach auch regional abgesetzt werden müssen (bei durchschnittlich 5 Rm je Kunde, müssten jährlich 1.360 Kunden frisches Brennholz abnehmen). Ergänzung: Empfehlenswert ist auch der Einsatz eines Anhäng-Prozessors mit eigenem Kran. Hier kann die erste Arbeitskraft die Holzabschnitte mit Hilfe des prozessor-eigenen Krans auf den Kettenförderer hieven. Der Schlepper mit Frontlader wird also überflüssig. Als Beispiel sei der D 650 der Firma S&Ü Hydraulik und Maschinenbau (Abbildung 21) genannt.

Arbeitsschritt	Systemkosten (€/MAS)	Systemleistung		Stückkosten	
		(Rm/MAS)	(Srm Scheitholz/MAS)	(€/Rm)	(€/Srm Scheitholz)
Holzeinkauf				21,43	12,61
Aufarbeiten	131,91	8,5	14,5	13,40	7,86
Container Standzeit				0,17	0,10
Transport	81,93	26,5	45,0	3,09	1,82
Gesamt				38,09	22,39

Tabelle 8:

Leistungsdaten und Bereitstellungskosten für waldfrisches Scheitholz mit z.B. dem Anhängprozessor SPK 500 der Firma Posch

Bemerkung: Jährliche Einsatzdauer von 800 MAS. Es wird vorausgesetzt, dass das Rundholz bedarfsgerecht in 6 m langen Abschnitten frei Waldstraße zu einem Preis von 30 €/Fm eingekauft wurde. Eine Transportentfernung von 15 km wird unterstellt. Die Containerkosten wurden bei den Arbeitsschritten Aufarbeiten und Transport berücksichtigt. Die durchschnittliche Standzeit eines Containers beträgt 2,65 Stunden. Bei Systemkosten von 1,09 € pro Stunde fallen für die Standzeiten der Container 2,91 € an, welche auf 30 m³ umzuliegen wären.



Abbildung 21: Mobiler Brennholzprozessor

4. Investitionskosten

Je nach Verfahren ist eine unterschiedliche Ausstattung mit Werkzeugen und Maschinen notwendig. Die Anschaffungskosten für die einzelnen Gerätschaften variieren zum einen in Abhängigkeit der Leistung und zum anderen in Abhängigkeit der Hersteller. Tabelle 9 gibt typische Werte an.

Die Lebensdauer der Geräte hängt stark von der Qualität der Produkte, der Ausnutzung im Jahr und der Pflege und Wartung ab, so dass sich hier deutliche Schwankungen ergeben können. Die Investitionskosten sind entsprechend der Lebensdauer auf die einzelnen Jahre zu verteilen. Mögliche Fördermittel aus Investitionsförderprogrammen oder anderen Töpfen sind mit Auszahlung abzuziehen. Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind die Zinskosten sowohl für die Investivgüter als auch für die Brennholzbevorratung einzurechnen.

5. Exemplarische Kostenrechnung für die Scheitholzbereitstellung

Im Folgenden wird ein Kalkulationsschema entworfen, mit dem eine Kostenermittlung für die Brennholzbereitstellung erfolgen kann. An einem beispielhaften Scheitholzproduzenten mit 3.500 Rm/a mit Vertikalspalter, Wippkreissäge und WoodPack im Zweimann-Betrieb wird das Berechnungsschema erläutert. Je nach den speziellen Randbedingungen kann das Ergebnis erheblich variieren. Zu beachten ist, dass es sich bis auf die letzte Zeile um eine Nettokalkulation (ohne Umsatzsteuer) handelt. Bevor die eigentliche Kalkulation erfolgen kann, sind zwei Vorüberlegungen wichtig. Als erstes sind die nötigen Gerätschaften und Liegenschaften zu erfassen und der notwendige Kapitaldienst aus Abschreibung und Zinsen zu bestimmen. Dazu kann man sich an folgender Tabelle 10 orientieren. Zu beachten ist, dass hier ein vereinfachtes Verfahren zu Grunde gelegt ist. Für die Zinsaufwendungen wird die Hälfte der Investition für die Abschreibungsdauer mit dem festgelegten Zinssatz berücksichtigt (Investition geteilt durch zwei mal Zinssatz mal Abschreibungsdauer); dabei wurde angenommen, dass die Gerätschaften für die komplette Abschreibungsdauer genutzt werden und dann keinen Restwert mehr haben sollen. Außerdem wurde angenommen, dass die Dauer der Finanzierung gleich der Abschreibungsdauer ist.

Anzumerken ist, dass obige Zahlen eine reine Beispielrechnung darstellen. Insbesondere bei der Kalkulation von Gebäuden und Grundstücken können erhebliche Unterschiede auftreten. Bei der Kostenberechnung in Tabelle 12 sind zusätzlich zu den Kapitalkosten, die bei den einzelnen Geräten anfallenden Energiekosten und Wartungs- und Instandhaltungskosten je Maschinenarbeitsstunde (MAS) anzusetzen. Außerdem sind Verbrauchsmaterialien wie Bündelbänder einzurechnen. Als zweites sind die Lohnkosten je Stunde produktiver Arbeitszeit abzuschätzen. Eine erste Kalkulationsgrundlage kann Tabelle 11 bieten.

Ausrüstung/Maschine	Preis (€/netto)	Lebensdauer
Schutzbekleidung (Jacke, Hose) mit Helm, Handschuhen und Sicherheitsschuhen	350 – 500	2 Jahre
Kettensäge	400 - 1.000	5 Jahre
Spalthammer	50	5 Jahre
Spaltaxt	50	5 Jahre
Keile	20	1 Jahr
Vertikalspalter mit Winde	3.000	8 Jahre
Anbaseilwinde	6.000	8 Jahre
Horizontalspalter mit Hebebühne	5.000	8 Jahre
Kreissäge	200 - 1.000	5 Jahre
Säge- und Spalautomat	6.000 – 10.000	8 Jahre
Scheitholzprozessor für Stämme	20.000 – 150.000	8 Jahre
Gitterboxpaletten	50	20 Jahre
Holzbündler manuell	1.200 – 1.300	8 Jahre

Tabelle 9: Investitionskosten und anzunehmende Lebensdauer (Beispiel)

Gerätschaft und Liegenschaft	Abschreibungsdauer	Zinssatz	Kapitaldienst
zwei Motorsägen	5 Jahre	8 %	480 €/Jahr
zwei Schutzbekleidungssätze	2 Jahre	8 %	540 €/Jahr
Vertikalspalter mit Seilwinde	8 Jahre	8 %	495 €/Jahr
Kreissäge	5 Jahre	8 %	240 €/Jahr
Lagerhalle mit kleinem Bürotrakt	30 Jahre	4 %	2.670 €/Jahr
Grundstück 1 ha	50 Jahre	4 %	2.000 €/Jahr
Summe			6.425 €/Jahr
spezifisch			1,8 €/Rm

Tabelle 10: Abschätzung Kapitaldienst für Gerätschaften und Liegenschaften (Beispiel)

Position	Kosten	Leerfeld für eigene Kalkulation	Anmerkungen
Brutto-Monatslohn nach Arbeitsvertrag	1.700 €/Monat		
Sonderleistungen	1.200 €/Jahr		Einmalleistungen wie Urlaubs- und Weihnachtsgeld
Brutto-Jahresgehalt	21.600 €/Jahr		12 mal Brutto-Monatslohn und Sonderleistungen
Arbeitgeberanteile an gesetzlichen Versicherungen	4.320 €/Jahr		derzeit rund 20 % vom Brutto-Jahresgehalt
Jahresarbeitskosten für Arbeitgeber	25.920 €/Jahr		Brutto-Jahresgehalt plus Arbeitgeberanteile
Urlaubstage	26 Tage/Jahr		
Krank und Weiterbildung	10 Tage/Jahr		
Nettoarbeitstage	225 Tage/Jahr		260 bis 262 minus Urlaubstage, Krankheit und Weiterbildung
Tagesarbeitsstunden	8 Stunden/Tag		Über Arbeitszeitkonten kann eine Verschiebung der Arbeitsstunden erfolgen
Rüstzeiten pro Tag	1 Stunde/Tag		
Arbeitszeitunterbrechungen	1 Stunde/Tag		Arbeitsschutz (nicht Mittagspause)
Nettoarbeitsstunden	6 Stunden/Tag		Tagesarbeitsstunden minus Rüstzeiten und minus Arbeitszeitunterbrechung
Nettoarbeitsstunden im Jahr	1.350 Stunden/Jahr		Nettoarbeitsstunden mal Nettoarbeitstage = produktive Arbeitsstunden pro Jahr
Stundenkosten je produktiver Arbeitsstunde	19,20 €/produktive Arbeitsstunde		Jahresarbeitskosten geteilt durch die Nettoarbeitsstunden pro Jahr

Tabelle 11: Abschätzung Lohnkosten je produktiver Arbeitsstunde ohne Arbeitsplatzkosten

Dieser Stundensatz ist immer dann anzusetzen, wenn bestimmte manuelle Arbeitsaufwendungen anfallen. Bei unterschiedlich bezahlten Mitarbeitern sollte diese Stundensatzermittlung jeweils separat durchgeführt werden. Alternativ kann auch eine Mischpreiskalkulation über alle Mitarbeiter erfolgen.

Position	Preis in €/Rm	Leerfeld für eigene Kalkulation	Anmerkungen
Holzbeschaffung	35,00 €/Rm		frei Waldstraße; Industrieholz Buche/Eiche 3 m
Transport zum Hof	4,00 €/Rm		LKW mit Anhänger; 50 Rm, bis zu 50 km
Ablängen auf Meterstücke und Spalten	10,00 €/Rm		Kettensäge und Vertikalspalter
Aufstapeln und lufttrocknen	1,50 €/Rm		Stapeln und Verzinsung; gut durchlüftet Frühjahr bis Herbst
Ablängen 33 cm	5,00 €/Rm		Wippkreissäge
Rundbündel	2,50 €/Rm		Direkt nach Ablängen; Transport mit Kran oder Radlader
Auslieferung	6,00 €/Rm		25 km, Vollaustattung mit LKW mit Kran
Kapitalkosten	1,80 €/Rm		Abschreibung und Verzinsung von Geräten usw.
Strom, Versicherung, Steuern (außer MWSt.)	1,00 €/Rm		insbesondere der Steueranteil kann sehr unterschiedlich ausfallen, es wurde ein typischer Wert gewählt
Unternehmergewinn	7,00 €/Rm		hier z.B. 10 % vom Umsatz (eigene Arbeiten separat zu üblichen Stundensätzen vergütet)
Summe netto	73,80 €/Rm		
MWSt. von 7 %	5,17 €/Rm		
Summe brutto	rund 79,00 €/Rm		

1 Fm = 1,4 Rm

Tabelle 12: Kalkulation der Scheitholzbereitstellung

Gemäß obiger Kalkulation müsste das Scheitholz mindestens 79 €/Rm im Verkauf kosten. Dieser Wert kann je nach Rahmenbedingungen deutlich unter- und überschritten werden. Deshalb sollte jeder Interessierte eine eigene Kalkulation aufstellen und sich insbesondere über mögliche Kostenreduktionspotenziale klar werden.

Weitere Informationen zu dem Energieträger Holz können dem HeRo-Transfer „Energieträger Holz“ (www.hero-hessen.de), Kostenkalkulationen zur Bereitstellung von Scheitholz können dem Bericht II „Rationelle Scheitholzbereitungsverfahren“ des Technologie- und Förderzentrums im bayerischen Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (www.tfz.bayern.de) entnommen und Hinweise zur fachgerechten Trockentechnik sowie eine Richtlinie zur Feuchtebestimmung können beim Institut für Brennholztrocknung, IBT-Krämer ([www.IBT-Krämer.de](http://www.IBT-Kraemer.de)) erfragt werden.

6. Fazit

Bei weiterhin hohen Energiekosten für Heizöl und Erdgas wird auch die hohe Nachfrage nach Scheitholz anhalten. Tendenziell ist insbesondere bei einer Verbesserung der Arbeitsplatzsituation in Deutschland davon auszugehen, dass der Anteil an fertig eingekauftem Scheitholz allmählich ansteigen wird. Insofern eröffnet sich ein altes Betätigungsfeld neu. Für eine erfolgreiche Unternehmenskonzeption ist eine genaue Analyse der eigenen Möglichkeiten und Kosten erforderlich. Insbesondere die Einschätzung der eigenen Absatzmöglichkeiten bestimmt die anzuschaffende Technik und die damit verbundenen Investitionskosten. Für eine erfolgreiche Vermarktung sollte ein Zusatzangebot zum Beispiel in Form des Ratgebers „Heizen mit Holz“ des Umweltbundesamtes (www.umweltbundesamt.de), eines HeRo-Transfers zu biogenen Festbrennstoffen (www.hero-hessen.de) oder einer anderweitigen Information zum „Heizen mit Scheitholz“ gehören. Das Institut für Brennholztrocknung, IBT-Krämer, Bad Wildungen betreibt angewandte Forschung & Entwicklung und bietet Beratung, Seminare und Informationen zu Trocknungsverfahren, Feuchtebestimmung und Qualitätssicherung von Brennholz an.

7. Brennholzbeschaffung

Brennholz-Händler in Ihrer Nähe finden Sie bspw. auf folgenden Internetseiten:

Waldbesitzerverbände:	www.waldbesitzerverbaende.de
Landesbetrieb Hessen-Forst:	www.hessen-forst.de
Kompetenzzentrum HessenRohstoffe:	www.holzpellets-hessen.de und www.hero-hessen.de
BioRegio Holz Knüll:	www.bioregio-holz-knuell.de
hessenENERGIE:	www.hessenenergie.de
Datenbank Bioenergie:	www.bio-energie.de
Bundesverband Brennholz und Brennholzproduktion:	www.bundesverband-brennholz.de
Gesamtverband Deutscher Holzhandel	www.bdholz.de

Weitere Anschriften finden Sie auch unter entsprechenden Suchbegriffen im Internet oder in Ihrem örtlichen Telefon-/Branchenbuch.

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
a	Jahr
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlendioxid
Fm ²	Festmeter (1 Fm = 1 m ³)
kg	Kilogramm
kWh	Kilowattstunde

m	Meter
m ³	Kubikmeter
MAS	Maschinenarbeitsstunde
MJ	Megajoule
Rm	Raummeter
Ster	Bezeichnung für Raummeter in Süddeutschland
Srm, Sm ³	Schüttraummeter, Schüttkubikmeter
t	Tonne



Bildnachweis

Titel	Holger Pflüger-Grone
Seite 4	Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (HeRo) e.V.
Seite 5	Holger Pflüger-Grone (links, Mitte), DIGITALstock (rechts)
Seite 6	Georg Krämer
Seite 10	Binderberger Maschinenbau GmbH, A - St. Georgen, www.binderberger.com
Seite 12	Claude Merges
Seite 13	Woodmax Weiß, CH - Bühler, www.woodmax.ch
Seite 14	POSCH GmbH, A - Leibnitz; www.posch.com
Seite 16	POSCH GmbH, A - Leibnitz; www.posch.com
Seite 18	S&Ü Hydraulik- und Maschinenbau GmbH, Marienmünster/Löwendorf; www.s-und-ue.de)
Seite 22	Holger Pflüger-Grone

Gefördert durch:

HESEN



Hessisches Ministerium
für Umwelt, ländlichen Raum
und Verbraucherschutz