

Bereitstellung von Holzhackschnitzeln

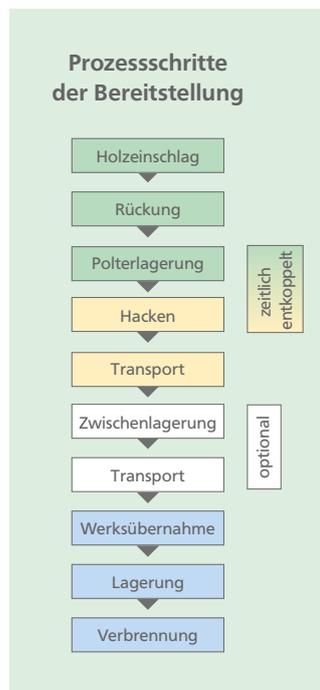
Die Bereitstellung von Holzhackschnitzeln aus dem Wald für Biomasseheiz(kraft)werke sowie der Betrieb von Hackschnitzelheizungen bieten Waldbesitzenden Absatzmöglichkeiten für anderweitig nicht verwertbare Holzsortimente. Gerade das Hacken von Fichtenkronen leistet durch den Entzug des Brutraums für Borkenkäfer einen wirksamen Beitrag für den Waldschutz. Allerdings sollten bei der Nutzung auch die Grundsätze der Nährstoffnachhaltigkeit beachtet werden.

Produktion von Holzhackschnitzeln aus dem Wald

Verfahrensschritte bei der Bereitstellung von Holzhackschnitzeln aus dem Wald

Aufgrund der Vielfalt an Maschinen und Teilverfahren sowie der unterschiedlichen Mengenleistungen der einzelnen Maschinen entstehen oft komplexe Bereitstellungsketten. Allen Bereitstellungsketten ist jedoch ein grober Ablauf gemein (s. Abb. rechts).

Nach dem Holzeinschlag werden alle Sortimente gerückt und sortimentsweise an der Waldstraße gepoltert. Sofern es die Waldschutzsituation zulässt, können die Energieholzsortimente dort zur Verbesserung der Brennstoffqualität vortrocknen. Das Hacken findet zeitlich entkoppelt mit mobilen,



kranbesetzten Hackern statt. Anschließend werden die Hackschnitzel mit landwirtschaftlichen Schleppern oder LKWs zum Heizwerk oder Lager transportiert. Als Standort des Hackers hat sich die Forststraße oder ein Lagerplatz bewährt. Bei der Auswahl der Maschinen muss die aufzuarbeitende Hackschnitzelmenge und die Zugänglichkeit für Fahrzeuge berücksichtigt und bei der Produktionsplanung richtig eingeschätzt werden.

Ausgangsmaterialien

In Bayern werden jährlich 10–15% des Holzeinschlags in Form von Hackschnitzeln aus dem Wald bereitgestellt. Sie werden überwiegend in den bay-

erischen Biomasseheiz(kraft)werken eingesetzt. Als Ausgangsmaterialien (s. Abb. unten) der Hackschnitzelproduktion kommt überwiegend sog. »Waldrestholz« der Baumart Fichte zum Einsatz. Dabei handelt es sich um ganze Baumkronen, Kronenteile und Grobäste. Diese Ausgangsmaterialien sind in der Regel nicht für eine stoffliche Nutzung in Sägewerken und durch die Holzwerkstoffindustrie geeignet oder nicht dorthin absetzbar. Zur Produktion von qualitativ hochwertigeren Holzhackschnitzeln eignet sich das sog. »Energierundholz«. Es umfasst schwache, dünne oder faule Stammabschnitte, die bei der Holzernte entastet und zu meist abgelängt werden.

Je schwächer das Material, desto höher die Bereitstellungskosten!

In der Säge- und Holzindustrie verwendbares Holz sollte in der Regel auch dort zum Einsatz kommen. Bei entsprechendem Mengenanfall und Abnahmemöglichkeiten lohnt sich die Aushaltung von Stammholz oder Industrieholz.



Waldrestholz (z. B. Baumkronen, Äste)



Energierundholz (z. B. dünne oder faule Stammabschnitte, auch grob geastet)

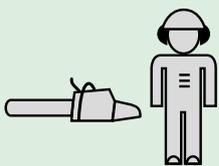
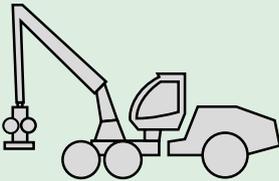
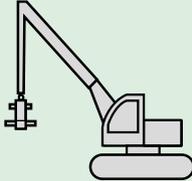
**Biomassegewinnung
Nährstoffexport**

**Leistung des Hackers
Brennstoffqualität**

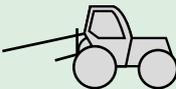
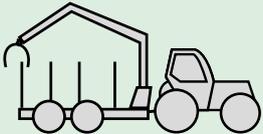
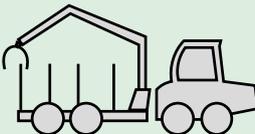
Verfahrensschritte bei der Bereitstellung von Holzhackschnitzeln aus dem Wald

Mechanisierungsgrad

Schritt 1: Ernte

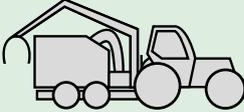
Arbeitsgerät	Motorsäge	Harvester	Maschine mit Mehrfachfällkopf
			
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • motormanuelles Fällen und Aufarbeiten von Säge-, Industrie- und Energieholz 	<ul style="list-style-type: none"> • Fällen und Aufarbeiten von Säge-, Industrie- und Energieholz • Unternehmereinsatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Bagger (auch andere Trägerfahrzeuge möglich) • Fällen und Bündeln von Energieholz (ohne Entasten) • Unternehmereinsatz
Einsatzbereich	<ul style="list-style-type: none"> • Pflegebestände • Erst- und Zweiddurchforstungen und Verjüngungsbestände im Rahmen der regulären Holzernte • Anlage von Rückegassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Pflegebestände • Erst- und Zweiddurchforstungen und Verjüngungsbestände im Rahmen der regulären Holzernte • Anlage von Rückegassen 	<ul style="list-style-type: none"> • Pflegebestände • schwache Erstdurchforstungen • Anlage von Rückegassen
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenleistung möglich • Nutzung eigener Geräte • auch bei Kleinmengen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitssicherheit hoch • bindet keine eigene Arbeitskraft • hohe Leistung bei Säge- und Industrieholz 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitssicherheit hoch • bindet keine eigene Arbeitskraft • hohe Leistung im Schwachholz
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • hohe körperliche Belastung • Arbeitssicherheit gering • geringe Leistung im Schwachholz 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Kosten im Schwachholz 	<ul style="list-style-type: none"> • Nährstoffentzug hoch • in der Regel kein Aushalten von Säge- und Industrieholz
Leistung	2–8 Srm/Stunde	5–35 Srm/MAS	5–35 Srm/MAS

Schritt 2: Rücken und Poltern des Hackholzes

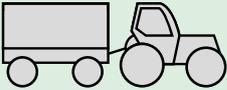
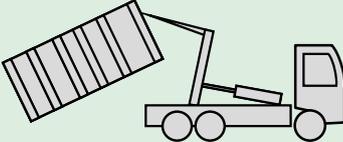
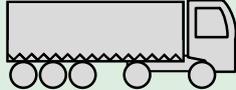
Arbeitsgerät	Seilschlepper	Schlepper mit Rückeanhänger	Forwarder
			
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Rücken aus dem Bestand und Poltern an Forststraße oder Lagerplatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Rücken aus dem Bestand und Poltern an Forststraße oder Lagerplatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Rücken aus dem Bestand und Poltern an Forststraße oder Lagerplatz • Unternehmereinsatz
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenleistung möglich • Nutzung eigener Geräte • auch bei Kleinmengen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenleistung möglich • Nutzung eigener Geräte • auch bei Kleinmengen möglich • geringe Schäden am Bestand 	<ul style="list-style-type: none"> • bindet keine eigene Arbeitskraft • geringe Schäden am Bestand
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • körperliche Belastung • Verschmutzung des Hackholzes mit Boden- und Wegematerial • geringe Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Anschaffungskosten • Auslastung im Kleinprivatwald gering 	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Leistung bei reinem Waldrestholz
Leistung	5–10 Srm/MAS	8–25 Srm/MAS	10–40 Srm/MAS

Srm = Schüttraummeter, 1 m³ Hackschnitzel, lose geschüttet mit Hohlräumen, 1 Festmeter entspricht rund 2,5 Srm, siehe LWF-Merkblatt Nr. 12.
 MAS = Maschinenarbeitsstunde, produktive Zeiten im Sinne des Arbeitsauftrages, inkl. Unterbrechungen bis zu 15 Minuten, nach REFA-Fachausschuss Forstwirtschaft (REFA = Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung).
 Schwachholz = Bäume mit BHD bis 20 cm; Industrieholz = Holz, das in der weiteren Verarbeitung mechanisch zerkleinert oder chemisch aufgeschlossen wird.
 Quellen für die Verfahrensleistung: AFFENZELLER et al. (2007), CREMER (2009), EBERHARDINGER (2010), KANZIAN et al. (2006), KRICHBAUM (2003), KÜHMAIER (2007), KUPTZ et al. (2015), WITTKOPF (2005) und Erhebungen der LWF. Ausführliche Quellennachweise auf Anfrage bei den Verfassern.

Schritt 3: Hacken

Arbeitsgerät	Hacker am Schlepper	Anhängehacker an leistungsstarkem Schlepper oder Hacker aufgebaut auf Lkw	
			
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Hacken mit kranbeschicktem Anbauhacker 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacken mit kranbeschicktem Anhängehacker oder Aufbauhacker • Unternehmereinsatz • beide Maschinentypen an der Forststraße oder am Lagerplatz einsetzbar 	
Einsatzort	<ul style="list-style-type: none"> • Forststraße oder Lagerplatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz an der Forststraße 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz am Lagerplatz
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung eigener Geräte möglich • geringer Organisationsaufwand 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Leistung 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Leistung • geringe Umsetzzeiten
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • relativ geringe Leistung • hohe Anschaffungskosten 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Anforderungen an die Logistik 	<ul style="list-style-type: none"> • größere Rückentfernung zum Lagerplatz
Leistung	15–30 Srm/MAS	40–100 Srm/MAS	80–120 Srm/MAS
	Die theoretisch mögliche Hackerleistung wird selten erreicht. In der Praxis geht man von einer durch Stand-, Umsetz- und Wartezeiten bedingten Auslastung des Hackers von 2/3 der gesamten Arbeitszeit aus.		

Schritt 4: Transport der Hackschnitzel

Arbeitsgerät	Schlepper mit landwirtschaftlichem Anhänger	Container-Lkw	Schubboden-Lkw
			
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> • Transport mit Schlepper und einem oder zwei landwirtschaftlichen Anhänger(n) 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport mit Container-Lkw mit oder ohne Anhänger • Unternehmereinsatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport mit Schubboden-Lkw • Unternehmereinsatz
Ladevolumen	12–20 (–40) Srm je Anhänger	36–40 Srm je Container	80–90 Srm
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung eigener Geräte möglich • geringer Organisationsaufwand • geringere Ansprüche an Wegebreite und Wendemöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Leistung • für Ferntransport geeignet • bei Einsatz mehrerer Container verringerte Standzeiten des Hackers 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Leistung • für Ferntransport geeignet
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • nicht für Ferntransport geeignet • häufiger Anhängerwechsel erhöht Standzeiten des Hackers 	<ul style="list-style-type: none"> • hoher Organisationsaufwand bei Shuttlevverkehr (Containerwechsel) 	<ul style="list-style-type: none"> • klassisches Straßenfahrzeug • hoher Organisationsaufwand bei Shuttlevverkehr (Umladen) • viel Platz zum Rangieren notwendig
Leistung	Auf die Angabe von Transportleistungen wurde verzichtet, da sie stark abhängen von der Ladekapazität, der Transportentfernung, der Wegebeschaffenheit (Waldweg, asphaltierte Straße, Bundesstraße, Autobahn), den Verkehrsverhältnissen und eventuellen Wartezeiten bei der Anlieferung am Heiz(kraft)werk.		

Verfahrensketten

Die gängigen Arbeitsgeräte und -verfahren sind in der Übersichtstabelle zusammengestellt. Je nach Einsatzzweck, Bestand, Sortiment, Arbeitskapazität und Eigenmechanisierung der Waldbesitzenden sind unterschiedliche Verfahrensketten von Vorteil. Eine Kombination von Varianten mit einem höheren Mechanisierungsgrad beim jeweils nachfolgenden Verfahrensschritt (z. B. Ernte mit Motorsäge und Rücken mit Forwarder) ist möglich. Je höher mechanisiert ein Verfahren ist, desto stärker schlagen die Kosten beim Umsetzen, Wartezeiten oder Ausfallzeiten zu Buche. Auch der allgemeine Organisationsaufwand und die Anforderungen an

die Walderschließung steigen. Deshalb sind höher mechanisierte Verfahren erst mit zunehmender Flächengröße und Mengenanfall rentabel anwendbar. Niedrig mechanisierte Bereitstellungsverfahren haben allerdings eine deutlich geringere Leistung. Der mögliche Erlös hängt auch von der Qualität der produzierten Hackschnitzel ab. Hochwertige Hackschnitzel haben einen hohen Holzanteil und einen niedrigen Wassergehalt. Bei größeren Heiz(kraft)werken wird meist entsprechend der gelieferten Qualität abgerechnet. In kleineren Anlagen kommen in der Regel nur vorgetrocknete Hackschnitzel mit hohem Holzanteil zum Einsatz.

Schätzung der Hackschnitzelmenge

Die erwartete Hackschnitzelmenge abzuschätzen ist wichtig für die Planung von Hackereinsätzen und der benötigten Transportkapazitäten. Außerdem dienen die Schätzmengen als Kontrollmaß und als Größenordnung für die Vertriebsplanung. Möglich ist die Mengenschätzung anhand

- des Volumens der zu hackenden Polter,
- der gesamten im vorangegangenen Hieb angefallenen Holzmenge oder
- der Durchmesser und Anzahl der zu hackenden Kronen (bei geringer Stückzahl).

Die Schätzung an den aufgesetzten Poltern hat den Vorteil, dass keine genauen Vorkenntnisse zum durchgeführten Hieb notwendig sind und nur das tatsächlich an die Forststraße gerückte Holz vermessen wird. Im **ersten Schritt** wird das Poltervolumen in Raummetern ermittelt. Im **zweiten Schritt** wird dieses Volumen mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren in die zu erwartende Hackschnitzelmenge in Schüttraummetern (S_{rm}) umgerechnet. Hackholzpolter sind sehr unterschiedlich aufgebaut. Deshalb können Schätzverfahren nie genau treffen. Außerdem sollten sie mit lokalen Erfahrungen weiterentwickelt werden. Für eine gute Schätzung ist ein sauber gesetzter Polter notwendig. Auch die Produktivität des Hackers ist dann höher. Beim Poltern lohnt sich Sorgfalt also doppelt.

Schritt 1:

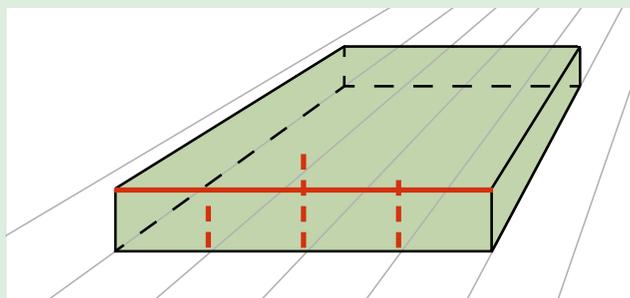
Ermittlung des Poltervolumens in Raummetern (R_m)

Das Poltervolumen soll relativ verlässlich mit möglichst geringem Messaufwand ermittelt werden. Polter aus **Waldrestholz** sind oft sehr unregelmäßig, was eine genaue Messung aufwändig macht. Wegen der vergleichsweise geringen Wertschöpfung empfiehlt sich ein einfaches Verfahren nach der Zylinderformel. Dabei ist neben Länge und Tiefe nur eine Messung für die Polterhöhe notwendig.

Beim **Energierundholz** wird im Sektionsverfahren die mittlere Höhe berechnet.

Beide Messverfahren berücksichtigen nicht, ob der Polter nach hinten höher bzw. niedriger oder breiter bzw. schmaler wird. Mit etwas Erfahrung kann man das berechnete Volumen je nachdem mit $\pm 10\%$ korrigieren.

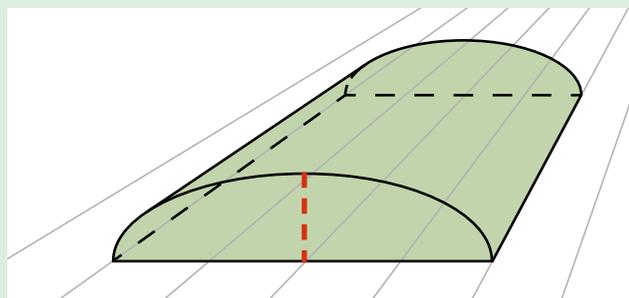
Waldrestholz



Die Länge an der Stirnseite des Polters, die maximale Höhe in der Mitte der Stirnseite und die mittlere Tiefe (gemittelt aus der Tiefe auf der linken und der rechten Seite) werden gemessen und die drei Werte miteinander multipliziert. Das Ergebnis wird dann mit dem Faktor 0,8 korrigiert (vereinfachte Zylinderformel).

$$\text{Poltervolumen} = \text{Länge} \times \text{Tiefe} \times \text{Höhe} \times 0,8$$

Energierundholz



Neben der Länge an der Stirnseite des Polters und der mittleren Tiefe wird die Höhe im Sektionsverfahren ermittelt. Die Stirnseite wird in gleich lange Abschnitte unterteilt und für jeden Abschnitt (je nach Größe der Holzpolter z. B. 1 m) die Höhe gemessen. Die Messwerte werden dann gemittelt.

$$\text{Poltervolumen} = \text{Länge} \times \text{Tiefe} \times \text{mittlere Höhe}$$

Schritt 2:

Ermittlung der Hackschnitzelmenge in Schüttraummeter (Srm)

Der Faktor zur Umrechnung des Poltervolumens (Rm) in die zu erwartende Hackschnitzelmenge (Srm) schwankt sehr stark. Dabei wirkt sich der Durchmesser der einzelnen Hölzer weniger aus als der tatsächliche Holzanteil im Polter. Dieser Holzanteil ist bei Waldrestholz deutlich geringer als bei entasteten Stammteilen. Bei **Waldrestholz** sind durchschnittlich **0,4 Schüttraummeter Hackschnitzel je Raummeter Poltervolumen** zu erwarten. Bei **Energierundholz** sind es im Mittel **1,5 Schüttraummeter je Raummeter Poltervolumen**.

Je nachdem wie dicht die Hölzer im Polter liegen, beträgt der passende Umrechnungsfaktor für Waldrestholz zwischen 0,3 und 0,5 und für Energierundholz zwischen 1,2 und 1,8. Bei der Einschätzung helfen die unten gezeigten Beispiele. Umrechnungsfaktoren für Material aus Ersteingriffen (z.B. nach dem Einsatz eines Fäller-Bündler-Aggregats) und für grob entastete Kronenspindeln liegen leicht über denen für Waldrestholz.



Waldrestholz: Umrechnungsfaktor 0,4 (0,3 bis 0,5)

Beispiel: Polter mit 50 Rm ergibt \approx 20 Srm [15–25 Srm] Hackschnitzel



Energierundholz: Umrechnungsfaktor 1,5 (1,2 bis 1,8)

Beispiel: Polter mit 50 Rm ergibt \approx 75 Srm [60–90 Srm] Hackschnitzel

Poltervolumen (in Raummeter) \times Umrechnungsfaktor
=
zu erwartende Hackschnitzelmenge (in Schüttraummeter)

Hackereinsätze im Wald

Hackschnitzel sind inzwischen ein wichtiger Energieträger. Professionelle Unternehmen mit ausgereifter Technik bieten flächendeckend die Dienstleistung »Hackschnitzelerzeugung« an.



Maschinenaufstellung bei ausreichender Wegebreite

Geeignete Unternehmer in Ihrer Nähe finden Sie in der Datenbank Forstlicher Unternehmen der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (www.udb.bayern.de) oder über Ihren forstlichen Zusammenschluss.



Maschinenaufstellung bei geringer Wegebreite

Hackereinsatz optimal vorbereiten

- Hackholz bereits bei der Ernte auf max. 6 m ablängen, um das Rücken zu erleichtern.
- Mindestmenge pro Hackholzpolter entsprechend dem Ladevolumen des eingesetzten Transportmittels
- Hackholz rechtwinklig zur Forststraße poltern. Die meisten Hacker haben den Materialeinzug in Fahrtrichtung rechts.
- Polter an ganzjährig Lkw-befahrenen, durchgängigen Forststraßen
- ausreichend Abstand zwischen Hackholzpolter und Straße für den Einzugstisch (ca. 2 bis 4 m)
- Auf ausreichende Wendemöglichkeiten achten. Ein Wechsel der Abfuhrgespanne sollte ohne Standortwechsel des Hackers möglich sein, ansonsten drohen Produktivitätsverluste.

Nährstoffnachhaltigkeit

Die Verwendung von Ast- und Gipfelmateriale für die Bereitstellung von Holzackschnitzeln aus dem Wald sollte in Abhängigkeit von den Standortverhältnissen erfolgen. Auf nährstoffarmen Standorten sollte auf die Produktion von Hackschnitzeln aus benadeltem bzw. belaubtem Reisig verzichtet werden. Der Nährstoffentzug kann durch Entasten und Zopfen des Hackholzes reduziert werden, sofern die Waldschutzsituation dies erlaubt. Dadurch bleiben Nährstoffe im Ökosystem und die Wuchskraft wird erhalten. Auch eine teilweise Entastung (sog. »gestreifte Gipfel« bzw. »grob entastetes Energierundholz«) kann von Vorteil sein, da gerade Nadeln und Feinreisig – bezogen auf das Volumen – überproportional viele Nährstoffe enthalten. Zusätzlich

steigt die Qualität der Hackschnitzel, was bessere Erlöse, eine emissionsärmere Verbrennung und weniger Asche zur Folge hat.



Nähere Informationen erhalten Sie auch bei Ihrem zuständigen Beratungsförster der Bayerischen Forstverwaltung. Diesen finden Sie unter: www.waldbesitzer-portal.bayern.de

Impressum

Herausgeber und Bezugsadresse:

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising
Telefon: +49-(0)8161-4591-0
E-Mail: redaktion@lwf.bayern.de, Internet: www.lwf.bayern.de

Verantwortlich: Dr. Peter Pröbstle, Präsident der LWF

Redaktion: Florian Stahl

Autor: Markus Riebler

Bildnachweis: Seite 1: K. Hüttl; Seite 2 u. 3: Piktogramme nach KWF e.V., teilweise bearbeitet; Seite 4: F. Schulmeyer; Seite 5: F. Schulmeyer (oben li., oben

Mitte, unten li.), K. Hüttl (oben re., unten Mitte, unten re.); Seite 6: K. Hüttl (oben li., oben re.) Ch. Magiera (BaySF) (unten re.)

Druck: Ortmaier Druck GmbH, Frontenhausen

Auflage: 5.000 Stück

Layout: Petra Winkelmeier / Freie Kreatur, Ebersberg, Andrea Nißl

Weitere Informationen finden Sie auf www.holzenergieonline.de

Vervielfältigung, Verbreitung und Bearbeitung bzw. jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts, insbesondere außerhalb des privaten Gebrauchs, ist nur nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers erlaubt.