

LWF

125 Jahre jung
1881 - 2006

WISSEN

53

Energieholzmarkt Bayern

Analyse der Holzpotenziale und der Nachfragestruktur

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG



Zentrum
Wald • Forst • Holz
Weihenstephan

Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Energieholzmarkt Bayern

Analyse der Holzpotenziale
und der Nachfragestruktur

Impressum

Titelseite: Brennholzbereitstellung im Privatwald (Foto: Holzabsatzfonds)

ISSN 0945 – 8131

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers. Insbesondere ist eine Einspeicherung oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Broschüre in Datensystemen ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Herausgeber und Bezugsadresse:	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Am Hochanger 11 85354 Freising Tel.: +49 (0) 81 61/71-4881 Fax: +49 (0) 81 61/71-4971
E-mail:	poststelle@lwf.bayern.de www.lwf.bayern.de
Verantwortlich:	Olaf Schmidt, Leiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Verfasser:	Jürgen Bauer, Florian Zormaier, Dr. Herbert Borchert, Frank Burger (Kapitel 4.6)
Redaktion:	Dr. Alexandra Wauer, Tobias Bosch
Layout:	Rothe Design, Wang
Druck:	Lerchl Druck, Freising
Auflage:	1.000

© Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, September 2006

Zusammenfassung

Energieholzmarkt Bayern - Analyse der Holzpotenziale und der Nachfragestruktur

Schlüsselwörter

Altholz, Bereitstellungskosten, Biomasse, Biomasse(heiz)kraftwerk, Energieholz, Energieholzmarkt, Energiewald, Forstwirtschaft, Hackschnitzel, Holzpotenzial, Holzindustrie, Holzwerkstoffindustrie, Industrieholz, Mobilisierung, Papier- und Zellstoffindustrie, Pellets, Scheitholz, Sägeindustrie, Sägenebenprodukte, Waldenergieholz

Einführung und Zielsetzung

Der Weltenergieverbrauch wird sich bis 2050 verdoppeln bis verdreifachen und zu einer Verknappung fossiler Rohstoffe führen.* Da die Energieversorgung Deutschlands und anderer Industriestaaten heute noch überwiegend auf fossilen Energieträgern beruht, ist eine verstärkte Erschließung erneuerbarer Energien zur Sicherung der künftigen Energieversorgung notwendig.

Bedingt durch steigende Preise für fossile Energieträger und die von der Politik deutlich verbesserten Rahmenbedingungen hat die Nutzung regenerativer Energieträger in den vergangenen Jahren in Deutschland bereits deutlich zugenommen, wobei Bayern hier im Bundesländervergleich an der Spitze liegt. Holz als mengenmäßig wichtigster nachwachsender Rohstoff erlebt derzeit eine Renaissance im stofflichen wie auch im energetischen Bereich.

Die Zunahme von Holzfeuerungen und Biomasseheiz(kraft)werken, aber auch die stoffliche Verwertung in der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie ließ den Holzverbrauch in den letzten Jahren stetig wachsen. Ziel dieses Projektes war es daher, die aktuelle Situation auf dem „Energieholzmarkt Bayern“ zu beschreiben sowie Aussagen zur zukünftigen Entwicklung sowohl auf der Aufkommens- als auch auf der Nachfragerseite zu treffen.

Methodik

Aufbauend auf Forschungsprojekten der LWF in den Jahren 2001 bis 2005 (z. B. Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur in Bayern, Holzaufkommensprognose für Bayern) wurde das potenzielle Energieholzaufkommen modelliert. Zur Ergänzung des bestehenden Datenmaterials, insbesondere um den Sägenebenprodukte- und Altholzmarkt darzustellen, wurden weitere Studien, wissenschaftliche Untersuchungen, Statistiken und Marktberichte ausgewertet. Außerdem wurden zusätzlich Vertreter verschiedener Verbände und Forschungseinrichtungen zur Marktbeurteilung und zukünftigen Potenzial- und Nachfrageentwicklung von Energieholz befragt.

Potenziale und Aufkommen

Die Energieholzpotenziale sowie das derzeit genutzte Aufkommen werden für die Regierungsbezirke aufgezeigt. Beim potenziellen Energieholz wird nach Waldholz (z. B. Scheitholz, Waldhackschnitzel), Nebenprodukten aus der Sägeindustrie (u. a. Sägespäne), Altholz (Gebrauchtholz meist aus Gebäudeabriss), Flurholz (hauptsächlich Landschaftspflegerestholz, Grünschnitt) und Schwemmholz (überwiegend aus Staustufen), Holz aus Energiewäldern sowie Presslingen (Pellets/Briketts) unterschieden. Daneben spielt bei der Potenzialbetrachtung Industrieholz eine wichtige Rolle, da es häufig konkurrierend zur stofflichen Nutzung energetisch verwendet wird.

* SHELL 2003: Energie-Szenarien bis 2050, Zürich

Aktuell werden jährlich 1,3 Mio. t Scheitholz, 0,3 Mio. t Waldhackschnitzel sowie 0,8 Mio. t Industrieholz in Bayern bereitgestellt - insgesamt 2,4 Mio. t/Jahr.** Das berechnete jährliche Potenzial an Waldenergieholz beläuft sich auf insgesamt 4,2 Mio. t und berücksichtigt das Nutzungsverhalten im Kleinprivatwald mit einem erhöhten Brennholzanteil sowie den Aspekt einer möglichen Mehrausbeute bei einer energetischen Verwendung. Im Jahr 2005 fielen 1,3 Mio. t Sägenebenprodukte, 0,75 Mio. t Industrierestholz sowie 0,4 Mio. t Rinde und Kappabfälle an. Der bereits begonnene Ausbau bzw. Neubau zusätzlicher Sägewerkskapazitäten wird den Sägenebenprodukteanfall bereits 2006 stark erhöhen. Hohe Wachstumsraten zeichnen den Pelletsmarkt aus. Auf Grund des Neubaus mehrerer Anlagen in Bayern wird sich die Produktionskapazität des Jahres 2005 in Höhe von 0,1 Mio. t/Jahr schon bis Ende 2006 verdoppelt haben.

Jährlich werden 0,7 Mio. t Altholz in bayerischen Entsorgungsbetrieben erfasst und in Abhängigkeit von der Qualität energetisch und stofflich verwertet. Auf Grund des gestiegenen Rohstoffbedarfs der Altholz verbrauchenden Kraftwerksanlagen sowie einer hohen Nachfrage aus dem Ausland ist der Preis in den letzten zehn Jahren kontinuierlich gestiegen.

Der jährliche Anfall an Flur- und Schwemmholz beträgt 0,15 Mio. t/Jahr und könnte bei steigenden Energieholzpreisen auf über 0,3 Mio. t/Jahr anwachsen.

Insgesamt besteht ein derzeitiges Aufkommen an Energie- und Industrieholzsortimenten von 5,7 Mio. t/Jahr (Bezugsjahre 2003-2005).

Holzverbraucher

In der Studie wird der aktuelle Energie- und Industrieholzbedarf geförderter und nicht geförderter Heiz(kraft)werke, gewerblich bzw. privat betriebener Feuerungsanlagen sowie der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie analysiert:

Die folgende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Energieholzsortimente und die jeweiligen Verbraucher.

potenzielle Energieholz-Sortimente	energetischer Verbrauch	stofflicher Verbrauch
Scheitholz	Feuerstätten, Feuerungsanlagen	
Waldhackschnitzel	Heizwerke, Feuerungsanlagen	
Industrieholz	Heizwerke, Feuerstätten	Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie
Sägenebenprodukte, Industrierestholz	Heiz(kraft)werke, Feuerungsanlagen, Feuerstätten	Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie
Altholz	Heiz(kraft)werke	Holzwerkstoffindustrie
Pellets/Presslinge	Feuerstätten, Feuerungsanlagen, Heiz(kraft)werke	

Tab. I: Energieholzsortimente und Verbraucher

In den letzten fünf Jahren stieg der Bestand an holzverbrauchenden Feuerstätten (Kaminöfen, Herde, Kamine und Öfen) in Bayern auf über 2 Mio. Stück an. Bei einem durchschnittlichen geschätzten Jahresverbrauch von zwei bis drei Raummeter Holz pro Feuerstätte werden jährlich 1,6 Mio. t Scheitholz aus dem Wald, aus der Flur und aus Gärten verbrannt.

** Die Einheit 1 Tonne wird als t absolut trocken verwendet.

In den bayerischen Schreinereien, Zimmereien und Gewerbebetrieben werden weitere 0,6 Mio. t/Jahr Industrierestholz energetisch genutzt.

Automatisch beschickte Feuerungsanlagen (z. B. Pelletsheizungen, Hackschnitzelheizanlagen) bieten einen ähnlichen Komfort bei der Brennstoffzufuhr wie Öl- und Gasheizungen und nahmen in den letzten Jahren ebenfalls stark zu. Derzeit finden sich bereits über 12.000 Hackschnitzelheizungen und 15.000 Pelletsheizungen in Bayern.

Bei den Heizwerken (Wärmeerzeugung) und Heizkraftwerken (Wärme- und Stromerzeugung) wird zwischen geförderten und nicht geförderten Anlagen unterschieden. In Bayern waren Ende 2005 ca. 170 geförderte Heiz(kraft)werke in Betrieb, die 0,5 Mio. t Waldenergieholz und Sägenebenprodukte verbrannten. Die Anzahl der Werke stieg in den letzten Jahren im Durchschnitt um 15 Anlagen/Jahr.

Die vor allem in der Holzindustrie zu findenden, nicht geförderten Heiz(kraft)werke benötigen weitere 0,8 Mio. t Sägenebenprodukte und Altholz pro Jahr.

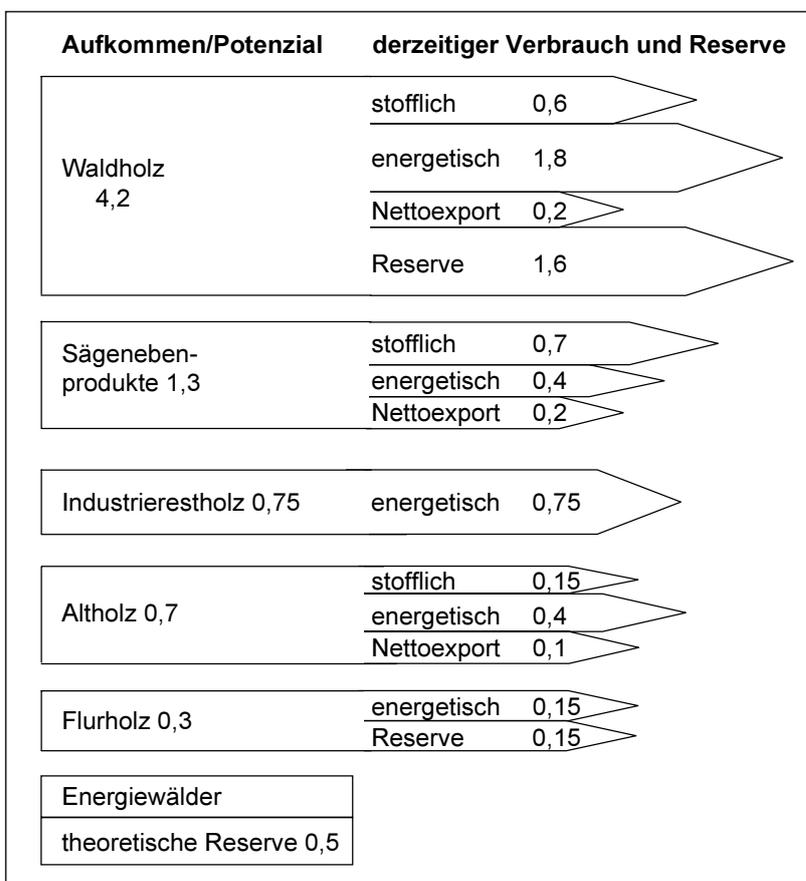
Insgesamt werden energetisch 3,7 Mio. t/a Holz verbraucht; dies entspricht einem mittleren Heizwert von 68 PJ.

Stofflicher Verbrauch

Stofflich verbraucht die Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie derzeit ca. 1,45 Mio. t/Jahr Säge-, Industrie- sowie Altholz. Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Nutzung besteht vor allem bei qualitativ niedrigen Sortimenten wie z. B. Altholz und Schwachholz. Hochwertige Hackschnitzel aus der Sägeindustrie werden dagegen nur stofflich genutzt.

Bilanz und Nutzungsreserven

Abbildung I zeigt das Aufkommen potenzieller Energieholzsortimente sowie den stofflichen bzw. energetischen Verbrauch, den Nettoexport und die Nutzungsreserve (in Mio. t/Jahr; Bezugsjahre 2003-2005).



Sowohl das größte derzeitige Aufkommen aller Energieholzsortimente als auch die größte Rohstoffreserve in Bayern besteht im Waldholz. Hieraus wird auch der größte Anteil der energetischen Nutzung gespeist.

Bei den Sägenebenprodukten dominiert die stoffliche Nutzung. Derzeitig wird das gesamte Aufkommen genutzt. Der Kapazitätsausbau der bayerischen Sägeindustrie wird das Aufkommen an Sägenebenprodukten als auch an Industrierestholz zukünftig erhöhen.

Weitere, aber geringere Nutzungsreserven finden sich beim Alt- und Flurholz.

Energiewälder existieren bisher in Bayern fast ausschließlich als Versuchsflächen. Allerdings ist bei steigenden Ölpreisen bereits in den nächsten Jahren mit einem verstärkten Anbau schnellwachsender Baumarten zu rechnen.

Abb. I: Übersicht über Aufkommen, derzeitigen Verbrauch und Holzreserven

Zusammenfassend lässt sich die Gesamtholzmenge aller energetischen Verbraucher auf 3,7 Mio. t/Jahr und diejenige der stofflichen Verbraucher auf 1,45 Mio. t/Jahr bestimmen. Die Differenz zwischen dem Aufkommen von 5,7 Mio. t und einem derzeitigen Verbrauch von knapp 5,2 Mio. t erklärt sich auf Grund des Nettoexportes aus Bayern an potenziellen Energie- und Industrieholzsortimenten sowie der Rindennutzung in der Landwirtschaft bzw. im Gartenbau.

Ableitung zukünftiger Entwicklungsmöglichkeiten

- ◆ Nutzungsreserven für einen weiteren Ausbau der stofflichen und energetischen Nutzung finden sich vor allem beim Waldholz. Der Anbau von Energiewäldern könnte mittelfristig ein weiteres Nutzungspotenzial beinhalten.
- ◆ Bei einer Mobilisierung der Nutzungsreserven könnte die Energieholzbereitstellung in Bayern annähernd verdoppelt werden, ohne die Versorgung der stofflichen Holzverbraucher zu gefährden.

Abstract

Wood energy market in Bavaria - analysis of the wood potentials and the demand

Keywords

Recycled wood, delivery costs, biomass, biomass heating/power plant, energy wood, energy wood market, short term rotation forest, forestry, chips, forest industry, wood based panel industry, mobilisation, paper and pulp industry, pellets, fire wood, saw milling industry, sawmill residues, wood energy from forests

According to forecasts the world energy demand will increase up to 2050 even more and lead to a shortage of fossil fuels. It is a German request to extend the use of wood in order to contribute to the guarantee of the energy supply in the future.

Due to a rising amount of fire places and biomass heating power stations, the energy wood demand has increased in recent years and led to a competitive situation with the wood using paper, pulp and wood based industry.

Therefore the aim of this study was to describe and analyse the current situation of the wood energy market in Bavaria and to derive statements for the future development.

On the basis of research projects carried out at the Bavarian State Institute of Forestry (LWF), the energy wood potential was modelled. In order to provide a broad data basis about the quantity of the potential of sawmill residues and recycled wood, further research and market studies were included and experts in the market were interrogated.

Concerning the wood energy assortments, material from forests (firewood, chips), sawmill residues, recycled wood, wood from landscape maintenance, wood from short rotation forests and pellets can be differentiated. Furthermore industrial wood from forests plays an important role as it is often used in the energy sector in competition to the industrial (e.g. paper industry) demand.

Recently in Bavaria 1,3 Mio. tons of firewood, 0,3 Mio. tons of chips from the forest and 0,8 Mio. tons of industrial wood were yearly provided - in total 2,4 Mio. tons (year 2005). The modelled potential amounts up to 4,2 Mio. tons per year, so that there are high reserves in the Bavarian forests. Furthermore 1,3 Mio. tons of sawmill residues, 0,7 Mio. tons of recycled wood and 0,4 Mio. tons of bark were supplied.

Potential for future development of the wood energy market Bavaria

- ◆ There are reserves which allow the expansion of the market especially in regard to forest-based energy wood. Also short rotation forests offer a high potential for the future.
- ◆ Due to an enhanced mobilisation of the reserves including all wood energy assortments, the potential could nearly be reduplicated without endangering the wood procurement of the paper, pulp and wood based panel industry.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Zusammenfassung	3
Abstract	7
Vorwort	11
1 Einleitung	12
2 Rahmenbedingungen der energetischen Holznutzung in Bayern	14
3 Material und Methoden	16
3.1 Klärung grundlegender Begriffe und Definitionen	16
3.2 Datenerhebung	18
4 Aufkommen und Potenziale von Energieholzsortimenten	19
4.1 Waldholz als Scheitholz, Waldhackschnitzel und Industrieholz	19
4.1.1 Wald und Forstwirtschaft in Bayern	19
4.1.2 Aufkommen an Waldenergieholz und Industrieholz	20
4.1.3 Waldenergieholzpotenzial	22
4.1.4 Bereitstellungskosten	24
4.1.5 Preise	25
4.2 Sägenebenprodukte und Industriorestholz	27
4.2.1 Beschreibung der Sägeindustrie als Produzent von Sägenebenprodukten und Industriorestholz	27
4.2.2 Aufkommen an Sägenebenprodukten	28
4.2.3 Aufkommen an Industriorestholz	30
4.2.4 Verwendung	30
4.2.5 Preise	30
4.3 Altholz	31
4.3.1 Aufkommen	32
4.3.2 Verwendung	32
4.3.3 Preise	32

4.4	Flur- und Schwemmholz	33
4.4.1	Aufkommen	33
4.4.2	Verwendung	34
4.4.3	Preise	34
4.5	Pellets und Holzbriketts	34
4.5.1	Aufkommen	36
4.5.2	Verwendung	37
4.5.3	Preise	37
4.6	Holz aus Energiewäldern	38
4.6.1	Aufkommen	39
4.6.2	Preise	40
5	Holzverbraucher	42
5.1	Feuerstätten	42
5.2	Biomasseheiz(kraft)werke	43
5.3	Papier-, Zellstoff-, Holzwerkstoffindustrie	46
6	Holzbilanz	50
6.1	Aktuelles Aufkommen und Holzpotenziale	50
6.2	Holzverbraucher	52
7	Sonstiges	56
7.1	Adressverzeichnis	56
7.2	Abkürzungsverzeichnis	56
7.3	Glossar	58
7.4	Quellenverzeichnis	60
7.5	Abbildungsverzeichnis	65
7.6	Tabellenverzeichnis	67

Vorwort

Der Schutz unserer Lebensräume, unsere Verantwortung für die nachfolgenden Generationen sowie globale und regionale Ziele der Umweltpolitik erfordern einen sparsameren Umgang mit den endlichen fossilen Energieträgern. Die Bayerische Staatsregierung nimmt ihre Verantwortung für die Ressourcenschonung sowie den Umwelt- und Klimaschutz sehr ernst. Es gilt zukunftsorientiert zu planen und zu handeln - für eine Welt, die auch unseren Kindern und Enkeln intakte Lebensräume und eine Umwelt bietet, die das Leben lebenswert macht.

Der Nutzung des nachwachsenden Rohstoffs Holz kommt dabei im Waldland Bayern eine besondere Bedeutung zu. Mit seinem hervorragenden „ökologischen Rucksack“ bietet Holz vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Neben der traditionellen Nutzung in der Säge-, Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie findet Holz zunehmend auch wieder als Energieträger Verwendung und ersetzt damit fossile Rohstoffe.



Derzeit steigt die Nachfrage nach den verschiedensten Holzsortimenten, angefangen vom Stamm- und Industrieholz, Sägenebenprodukten bis zum Rest- und Altholz in allen Verwendungsbereichen enorm. Im vorliegenden Bericht wird für jeden Regierungsbezirk Bayerns das potenzielle Energieholzaufkommen der derzeitigen Nachfragesituation gegenübergestellt. Damit wurde eine wichtige Planungsgrundlage für Investitionsentscheidungen im Energieholzsektor und der Holzindustrie geschaffen.

Die Ergebnisse des Berichtes stimmen mich für die weitere Entwicklung der Forst- und Holzbranche positiv. In vielen Bereichen gibt es noch hohe Nutzungspotenziale. Die Beratung und Mobilisierung der Waldbesitzer zu einer nachhaltigen Waldpflege und Holznutzung ist deshalb eine der großen Herausforderungen der Forstpolitik in den nächsten Jahren.

Josef Miller

Bayerischer Staatsminister für
Landwirtschaft und Forsten

1 Einleitung

Der Weltenergieverbrauch wird bis 2030 laut Prognosen um etwa 60 % steigen.¹ Zwei Drittel des Zuwachses werden auf die Entwicklungsländer entfallen. Die Weltbevölkerung wird in diesem Zeitraum voraussichtlich von 6 auf 8 Mrd. Menschen anwachsen.

Da die Energieversorgung Deutschlands und anderer Industriestaaten heute noch überwiegend auf fossilen Energieträgern basiert, ist eine verstärkte Erschließung erneuerbarer Energien zur Sicherung der künftigen Energieversorgung notwendig.

Bedingt durch steigende Preise für fossile Energieträger und die von der Bundesregierung deutlich verbesserten Rahmenbedingungen hat die Nutzung regenerativer Energieträger in den vergangenen Jahren in Deutschland bereits deutlich zugenommen. Ihr Anteil am Primärenergieverbrauch erhöhte sich bereits von 1,3 % 1990 auf 4,6 % im Jahre 2005.²

Die Nutzungssteigerung nachwachsender Rohstoffe ist in Bayern ein zentraler Aspekt der nachhaltigen Entwicklung, insbesondere im ländlichen Raum. Holz als mengenmäßig wichtigster nachwachsender Rohstoff erlebt derzeit eine Renaissance im stofflichen wie auch im energetischen Bereich. Die energetische Holznutzung ist mittlerweile der wichtigste erneuerbare Energieträger in Bayern und wird seit den neunziger Jahren von öffentlicher Seite gefördert. Das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten unterstützte über Förderprogramme bisher ca. 3.000 Kleinf Feuerungsanlagen und über 170 größere Biomasseheiz(kraft)werke mit einer mittleren Leistung von 1 MW. Gleichzeitig hat sich die Verbrennungstechnik für Holz in den letzten Jahren entscheidend weiterentwickelt.

Für einen zukünftigen weiteren Ausbau der Holzenergie sprechen insbesondere folgende Vorteile:³

- ◆ kostengünstigere Alternative im Vergleich zu Öl und Gas
- ◆ Senkung der Abhängigkeit von fossilen Ressourcen

- ◆ hohe Flexibilität, Unabhängigkeit und Versorgungssicherheit
- ◆ nahezu geschlossener CO₂-Kreislauf
- ◆ verminderter Ausstoß an Schwefeldioxid
- ◆ sichere Lagerung und Transport (keine Öl- und Gasunfälle)
- ◆ kurze Transportwege
- ◆ Beschäftigung und Wertschöpfung im ländlichen Raum
- ◆ alternative Verwendungsmöglichkeit landwirtschaftlicher Nutzflächen, die zur Nahrungsmittelerzeugung nicht mehr benötigt werden
- ◆ hohe Nutzungspotenziale in heimischen Wäldern.

Die aktuellen Zahlen der Bundeswaldinventur belegen ein hohes, bisher ungenutztes Holzpotenzial in bayerischen Wäldern. Von ca. 33 Mio. Vfm, die pro Jahr in Bayern zuwachsen, wurden in den letzten Jahren im Durchschnitt nur ca. 20 Mio Vfm/a tatsächlich genutzt.⁴ Dies entspricht einer Ausschöpfung von 61 % des nutzbaren Potenzials. Es bestehen also hervorragende Möglichkeiten, die Holznutzung - unter Beachtung des Nachhaltigkeitsgrundsatzes - weiter zu intensivieren.

Der folgende Bericht hat zum Ziel, eine aktuelle und fundierte Übersicht über Potenziale und Nachfragestruktur von festen Bioenergieträgern zu liefern. Das Vorgehen baut sich dreistufig auf:

- ◆ Erfassen des Angebots auf dem Energieholzmarkt
- Die Potenziale für Energieholz werden nach Regierungsbezirken aufgezeigt. Der Rohstoff Holz wird dabei nach Waldholz, Sägenebenprodukten (Restholz der Sägeindustrie), Altholz (Gebrauchtholz z. B. aus Gebäudeabriss oder Sperrmüll), Flur-/Schwemmholz, Holz aus Energiewäldern sowie Presslinge (z. B. Pellets) unterschieden.

¹ BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT (2005)

² BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2006)

³ LEUCHTWEIS, C. (2005)

⁴ SCHNELL, A.; BAUER, A. (2005)

- ◆ Erfassen der Nachfrage nach Energieholz bzw. Industrieholzsortimenten

In der Studie wird der aktuelle Energieholzbedarf geförderter und nicht geförderter Heiz(kraft)werke sowie gewerblich bzw. privat betriebener Kleinanlagen berücksichtigt. Des Weiteren werden die holzverbrauchenden Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrien dargestellt.

- ◆ Bilanzierung und Ableitung wichtiger Energie-Kenngrößen

Aus der Gegenüberstellung der Holzpotenziale mit der derzeitigen Nachfrage sollen wichtige Energiekennzahlen abgeleitet und Entwicklungsmöglichkeiten diskutiert werden.

2 Rahmenbedingungen der energetischen Holznutzung in Bayern

Die Bundesregierung sowie die einzelnen Länder setzen verschiedene Lenkungsinstrumente ein, um den Anteil erneuerbarer Energieträger zu erhöhen. Dazu zählen das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sowie verschiedene Förderprogramme.

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Das EEG trägt entscheidend zur Förderung des Ausbaus von Bioenergie bei. Die Bundesregierung will mit Hilfe dieses Gesetzes den Anteil erneuerbarer Energien an der Deckung des Stromverbrauchs von derzeit etwa 8 % bis zum Jahr 2012 auf 12,5 % und 2020 auf 20 % anheben. Die Mindestvergütungssätze für Strom aus erneuerbaren Energien wurden 2004 im neuem EEG im Vergleich mit dem „alten“ EEG aus dem Jahre 2000 angepasst. Dabei wurde insbesondere die Energieerzeugung aus Biomasse in kleinen und mittleren Biomasseanlagen gefördert. Das EEG verpflichtet Netzbetreiber, den aus erneuerbarer Energien erzeugten Strom auf festgelegte Mindestvergütungssätze (zwanzig Jahre) abzunehmen. Die Aufteilung der Vergütungssätze

in Abhängigkeit von der produzierten elektrischen Leistung beinhaltet Tabelle 1.

Die Grundvergütung ist gestaffelt nach Anlagengröße und sinkt für Anlagen, die nach 2004 in Betrieb gehen, jährlich um 1,5 % bezogen auf den Wert des Vorjahres. Verschiedene Sondervergütungen ergänzen diese Grundvergütung. Die Betreiber von Biomassekraftwerken erhalten einen „Nawaro“-Bonus⁶ von bis zu 6,0 Cent, sobald sie ausschließlich nachwachsende Rohstoffe verwenden. Dazu zählen Pflanzen oder Pflanzenbestandteile, die in landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieben oder im Rahmen der Landschaftspflege anfallen. Die Biomasseverordnung definiert, welche Stoffe zur Biomasse zählen.⁷

Förderprogramme des Bundes und des Landes Bayern

Zur Steigerung des aus Holz gewonnenen Energieanteils des Primärenergiebedarfs existieren folgende Förderprogramme:

Vergütung	Elektrische Leistung			
	bis 150 kW [Cent/kWh]	bis 500 kW [Cent/kWh]	bis 5 MW [Cent/kWh]	bis 20 MW [Cent/kWh]
Grundvergütung bei Inbetriebnahme 2004	11,5	9,9	8,9	8,4
Nawaro-Bonus bei Verbrennung	6,0	6,0	2,5	-
Nawaro-Bonus bei sonstigen Konversions-Verfahren	6,0	6,0	4,0	-
Bonus für Kraftwärmekopplung (kWK)	2,0	2,0	2,0	2,0
Technikbonus (nur in Verbindung mit kWK)	2,0	2,0	2,0	-
Maximale mögliche Vergütung	21,5	19,9	16,9	10,4

Tab. 1: Vergütungssätze für Betreiber von Biomasseheizkraftwerken⁵

⁵ BAUDISCH, C.; WITTKOPF, S. (2004)

⁶ Nawaro steht für nachwachsende Rohstoffe.

⁷ BAUDISCH, C.; WITTKOPF, S. (2004) sowie HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2005)

Die Bundesregierung bezuschusst Holzzentralheizungen wie Hackschnitzel- und Pelletsheizungen sowie Scheitholzkessel über die „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien“.⁸

Automatisch beschickte Hackschnitzel- und Pelletsheizungen von 8 bis zu 100 kW werden einmalig pro kW mit 48 € bezuschusst. Ab einem Kesselwirkungsgrad von 90 % beträgt die Mindestförderung 1.360 €. Handbeschickte Scheitholzkessel mit entsprechendem Pufferspeicher sind mit 40 € pro kW förderfähig. Übersteigt ihr Wirkungsgrad 90 %, beträgt die Mindestförderung 1.200 €.

Automatisch beschickte Kessel mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 100 kW werden mit Darlehen der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert. Auf das Darlehen wird ein Teilschulderlass gewährt in Höhe von 60 € je kW, maximal aber 275.000 € je Einzelanlage. Für Heizwerke mit Nahwärmenetz gelten bei entsprechender Auslastung zusätzliche Schulderlassregelungen.⁹

Über das Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe werden Neuinvestitionen zur Errichtung von Biomasseheizwerken aus Mitteln des Landes Bayern gefördert. Wichtigste Fördervoraussetzung ist ein nachgewiesener Mindest-Energiebedarf von 500 MWh pro Jahr. Während der Zweckbindungsfrist von 12 Jahren müssen mindestens 25 % der eingesetzten Brennstoffe aus Wäldern oder Energieholzplantagen kommen. Die Förderung besteht in nicht zurückzuzahlenden Zuschüssen von 40 € je MWh Jahresenergiebedarf (bezogen auf Abnehmer) sowie zusätzlich 25 € je Meter neu errichteter Wärmetrasse zwischen freistehenden Gebäuden.¹⁰

⁸ Dieses Marktanreizprogramm läuft bis 31.12.2006. Die ausführlichen Richtlinien und die Anträge sowie Auskünfte zur aktuellen Verfügbarkeit der Fördermittel sind erhältlich beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), (Adresse siehe Anhang).

⁹ Weitere Informationen zum Darlehen: KfW Bankengruppe (Adresse siehe Anhang)

¹⁰ Informationsmaterial und Antragsunterlagen können beim Technologie- und Förderzentrum angefordert werden (Adresse siehe Anhang).

3 Material und Methoden

3.1 Klärung grundlegender Begriffe und Definitionen

Arten und Herkünfte von Energieholz

In Mitteleuropa stehen Holz, Biogas, Biodiesel/ Pflanzenöl, pflanzliche Öle/Fette sowie Abfälle, z. B. aus der Landwirtschaft, und sonstige biogene Abfallprodukte (beispielsweise Halmgut) als potenzielle Biomassen für die Energieerzeugung zur Verfügung.¹¹ In der folgenden Studie wird ausschließlich Holz als mengenmäßig bedeutendster Rohstoff behandelt. Das Energieholz wird entsprechend seiner Herkunft differenziert (Abb. 1).

Die im Hinblick auf das Mengenaufkommen wichtigsten Energieholzarten sind Waldenergieholz (Scheitholz, Waldhackschnitzel), Sägenebenprodukte bzw. Industrierestholz (z. B. Säge- und Hobel-späne) sowie Altholz (vor allem Abbruchholz aus alten Gebäuden). Daneben spielt bei der Potenzialbetrachtung Industrieholz eine wichtige Rolle, da es häufig konkurrierend zur stofflichen Nutzung energetisch verwendet wird.

Weitere, aber im Rahmen der Gesamtmengen geringere Biomassepotenziale finden sich beim Flur- (insbesondere Landschaftspflegereholz,

Obstbaum- und Grünschnitt) und Schwemmholz (das in der Regel an Staustufen oder Flusswehren anfällt). Holz aus Energiewäldern (Schnellwuchsplantagen) hat bisher nur eine geringe Flächenbe-deutung, bietet aber zukünftig ein hohes Potenzial. Weiterhin hat die Verbreitung von Pellets als ver-edeltes und normiertes Energieholzprodukt in den letzten Jahren stark zugenommen.

Im Jahr 2005 ist die Klassifizierungsnorm „Feste Biobrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und Brennstoffklassen (prCEN/TS 14961)“ als Vornorm in Kraft getreten. Sie legt die Messparameter für die Festbrennstoffe fest. Mit ihrer Hilfe lassen sich in Zukunft Qualitätsanforderungen detailliert bestimmen und kontrollieren.¹² Neben der Vor-norm existieren bereits für einzelne Brennstoff-gruppen Normen wie beispielsweise die ÖNORM M 7133 für Holzhackgut oder die DIN 51731 für Pellets (siehe Kapitel 4.5).

Erläuterung der Potenzialbezeich-nungen

WAGNER und WITTKOPF (2001) definieren die unterschiedlichen Potenzialarten.¹³

- ◆ Das theoretische Potenzial umfasst das gesamte Angebot der unterschiedlichen Holzsorten.

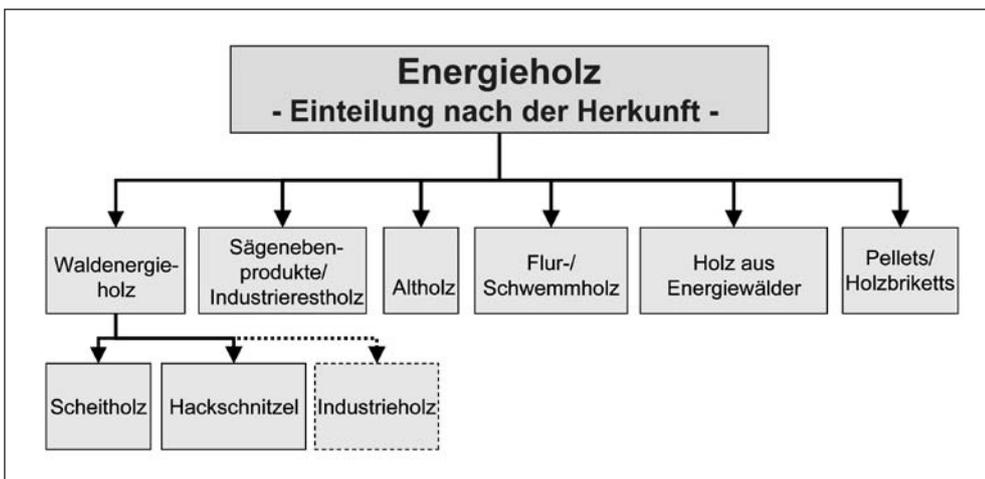


Abb. 1: Arten von Energieholz

¹¹ MARUTZKY, R. (2004) S.2

¹² HARTMANN, H. (2005): Normen für Biomasse-Festbrennstoffe: Erste Vornorm verfügbar. Forstmaschinenprofi S.24 - 27

¹³ WAGNER, K.; WITTKOPF, S. (2001)

- ◆ Das technische Potenzial beschreibt die Holzmenge, die unter Berücksichtigung von technischen und ökologischen Restriktoren (z. B. Hangneigung) genutzt werden kann.
- ◆ Unter dem wirtschaftlichen Potenzial versteht man denjenigen Anteil des technischen Potenzials, das unter Beachtung wirtschaftlicher Restriktoren genutzt werden kann.

In der vorliegenden Studie wird unter Berücksichtigung des potentiellen Rohholzaufkommens, das auf der Datengrundlage der zweiten Bundeswaldinventur basiert, das jährliche Potenzial an Waldenergieholz in Bayern geschätzt. Dieses beinhaltet sowohl technische (Hangneigung u.ä.) als auch wirtschaftliche Aspekte (Aushalten bestimmter Sortimente). Außerdem werden nur die produktiven Wälder einbezogen. Auch wurden Flächen mit Nutzungsverboten, beispielsweise in Nationalparks, ausgeschlossen. Für das Alt- und Flurholz wird ein wirtschaftliches, für schnellwachsende Baumarten ein theoretisches Potenzial abgeleitet.

Zur Problematik der Bezugseinheit für Holzmengenangaben

Die in der Forstwirtschaft verwendeten Bezugseinheiten Festmeter (Fm), Raummeter (Rm) und Schüttraummeter (Srm)¹⁴ eignen sich nicht zur Darstellung der Energieholzpotenziale, da beim Holz kein direkter Zusammenhang zwischen Raummaß und Energieinhalt besteht. Als Bezugsbasis wird im Bereich der Potenzialermittlungen der Energieholzsortimente die Masse verwendet. Da sich Gewicht und Energieinhalt des Holzes bei unter-

schiedlichem Wassergehalt¹⁵ ändern, ist grundsätzlich dessen Angabe notwendig. In dieser Studie wird die Bezeichnung t atro (= absolut trocken) verwendet (Wassergehalt 0 %). Als Umrechnungsfaktoren vom Gewichts- zum Volumenmaß (t atro in Fm) wurden für Fichte 2,64, für Kiefer 2,32, für Buche (Laubholz) 1,79 und für Eiche 1,75 verwendet. Gegebenenfalls wurde ein nach den Mengen der Baumartengruppen gewichtetes Mittel gebildet.

Der Energieinhalt von Holz stellt sich im Vergleich zu anderen Energieträgern gemäß Tabelle 2 dar.

1 Liter Heizöl hat einen Heizwert von 10 kWh. 1 Fm lufttrockenes Fichtenholz (Wassergehalt 20 %) besitzt demnach den Heizwert von 190 Litern Heizöl, ein Ster ersetzt 135 Liter. 1 t atro Holz (Fichte) entspricht damit über 550 Litern Heizöl.

Der mittlere Heizwert von Fichte (Nadelholz) beläuft sich auf 18,7 MJ/kg Trockenmasse bzw. von Buche (Laubholz) auf 18,4 MJ/kg. Im vorliegenden Bericht konnte bei den Verbrauchszahlen nicht eindeutig nach Laub- und Nadelholz differenziert werden, weshalb als mittlerer Heizwert 18,5 MJ/kg zugrunde gelegt wurden.¹⁷

3.2 Datenerhebung

Der vorliegende Bericht basiert zum großen Teil auf Forschungsprojekten, die an der LWF in den Jahren 2001 bis 2005 durchgeführt wurden:

- ◆ Zweite Bundeswaldinventur 2002 (SCHNELL, A.; BAUER, A. 2005)

Energieträger	Holz		Heizöl	Erdgas
Konsistenz	fest Scheitholz 	fest Hackschnitzel 	flüssig 	gasförmig 
Energieinhalt [kWh]	10	10	10	10
Gewicht [kg]	2,5 (lufttrocken)		0,860	0,840
Volumen [Liter] [m³]	5	12,5	1	1.000
	0,005	0,0125	0,001	1

Tab. 2: Energieinhalt von Holz im Vergleich zu anderen Energieträgern¹⁶

¹⁴ Folgende Umrechnungsfaktoren wurden angesetzt: 1 fm = 1,43 rm = 2,43 Srm.

¹⁵ Der Wassergehalt ist definiert als das Gewicht des Wassers, geteilt durch das Gewicht des feuchten Holzes. Der Wert wird in Prozent angegeben.

¹⁶ LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2003): Merkblatt Nr.12

¹⁷ KALTSCHMITT, M; REINHARDT, G. (1997)

- ◆ Holzaufkommensprognose für Bayern (BORCHERT, H. 2005)
- ◆ Der Energieholzmarkt Bayern (WAGNER, K.; WITTKOPF, S. 2001)
- ◆ Privatwalderhebungen (PERSCHL, H. et al. 2003; PERSCHL, H. et al. 2004; BECK, R.; PERSCHL, H. 2006)
- ◆ Anbau von Energiewäldern (BURGER, F. 2005)
- ◆ Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln (WITTKOPF, S. et al. 2003)
- ◆ Bereitstellung von Hackgut zur thermischen Verwertung durch Forstbetriebe in Bayern (WITTKOPF, S. 2005)
- ◆ Umfrage bei bayerischen Biomasseheizkraftwerken - Material und Kosten (NEUGEBAUER, G. et al. 2005)

Zur Ergänzung des bestehenden Datenmaterials wurden weitere Studien, wissenschaftliche Untersuchungen, Statistiken und Marktberichte ausgewertet.

Aufbauend auf den genannten Quellen wurden zusätzlich Vertreter von Verbänden und Forschungseinrichtungen zur Marktbeurteilung sowie zukünftigen Potenzial- und Nachfrageentwicklung von Energieholz befragt. Abschließend wurden die Ergebnisse mit Branchenexperten und Praktikern diskutiert, um die Aussagen der Studie zu verifizieren und zukünftige Entwicklungen abzuschätzen.

4 Aufkommen und Potenziale von Energieholzsortimenten

Im folgenden Kapitel werden die Aufkommen und Potenziale der verschiedenen Energieholzsortimente Waldholz, Sägenebenprodukte und Industrierestholz, Altholz, Flur- und Schwemholz sowie Presslinge und Holz aus Energiewäldern dargestellt.

4.1 Waldholz als Scheitholz, Waldhackschnitzel und Industrieholz

Waldenergieholz setzt sich zusammen aus Holz, das im Rahmen der konventionellen Ernte von Nutzholz mit aufgearbeitet wird (Brennholz und Schwachholz) sowie Restholz, das bei der traditionellen Nutzholzaufarbeitung im Bestand bleibt. Es wird derzeit vorwiegend als Scheitholz oder Hackschnitzel auf dem Markt angeboten. Weiterhin wird das Sortiment Industrieholz betrachtet, da es häufig konkurrierend zur stofflichen Nutzung energetisch verwendet wird.

4.1.1 Wald und Forstwirtschaft in Bayern

Die Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur 2002 verdeutlichen die günstigen Voraussetzungen für die Forst- und Holzwirtschaft in Bayern.¹⁸ Rund 2,6 Mio. ha sind in Bayern mit Wald bedeckt, das

entspricht einem Anteil von 36 %. Der Gesamtvorrat der bayerischen Wälder beträgt 980 Mio. Vfm, bzw. 403 Vfm/ha. Über 50 % des ermittelten Vorrats entfällt auf Fichte, gefolgt von Kiefer mit 18 % und Buche (12 %). Der Holzvorrat erhöhte sich im Vergleich zur ersten Bundeswaldinventur um 23 %. Jährlich wuchsen in den vergangenen Jahren in Bayern im Durchschnitt 12,9 Vfm/ha bzw. 10,3 Efm/ha zu.

Über die Hälfte der bayerischen Wälder befindet sich im Eigentum von ca. 700.000 Privatwaldbesitzern. Den Privatwald prägt eine kleinflächige und zersplitterte Besitzstruktur. Fast zwei Drittel der Privatwaldfläche bewirtschaften Kleinbetriebe mit einer Größe bis 20 ha.

Durchschnittlich wurden bayernweit in den vergangenen 15 Jahren 8,2 Vfm bzw. 6.6 Efm je Hektar und Jahr genutzt, das entspricht etwa zwei Dritteln der zugewachsenen Holzmenge. Im Privatwald wurde zwischen 1987 und 2002 etwas mehr als die Hälfte des Zuwachses (55 %) genutzt. Dabei unterscheidet sich das Nutzungsverhalten des Großprivatwaldes erheblich vom Kleinprivatwald. Dort wird im Durchschnitt weniger als die Hälfte des Zuwachses eingeschlagen.

Auf der Datengrundlage der zweiten Bundeswaldinventur prognostizierte BORCHERT für Bayern das potenzielle Rohholzaufkommen und stellte fest,

Waldbesitzart	Bisherige Nutzungen 1987-2002 Mio. Efm	Potenzielles Rohholzaufkommen 2002-2032 Mio. Efm	Prozentuale Veränderung
Privatwald	8,4	12,7	+51%
Körperschaftswald	2,2	2,3	+6%
Staatswald (Land)	5,0	5,4	+8%
Staatswald (Bund)	0,2	0,2	+22%
Gesamt	15,7	20,7	+31%

Tab. 3: Das potenzielle jährliche Rohholzaufkommen in Bayern im Vergleich zu den bisherigen Nutzungen getrennt nach den Waldbesitzarten; Quelle: BORCHERT, H. (2005)

¹⁸ Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur in Bayern bieten SCHNELL, A.; BAUER, A. (2005).

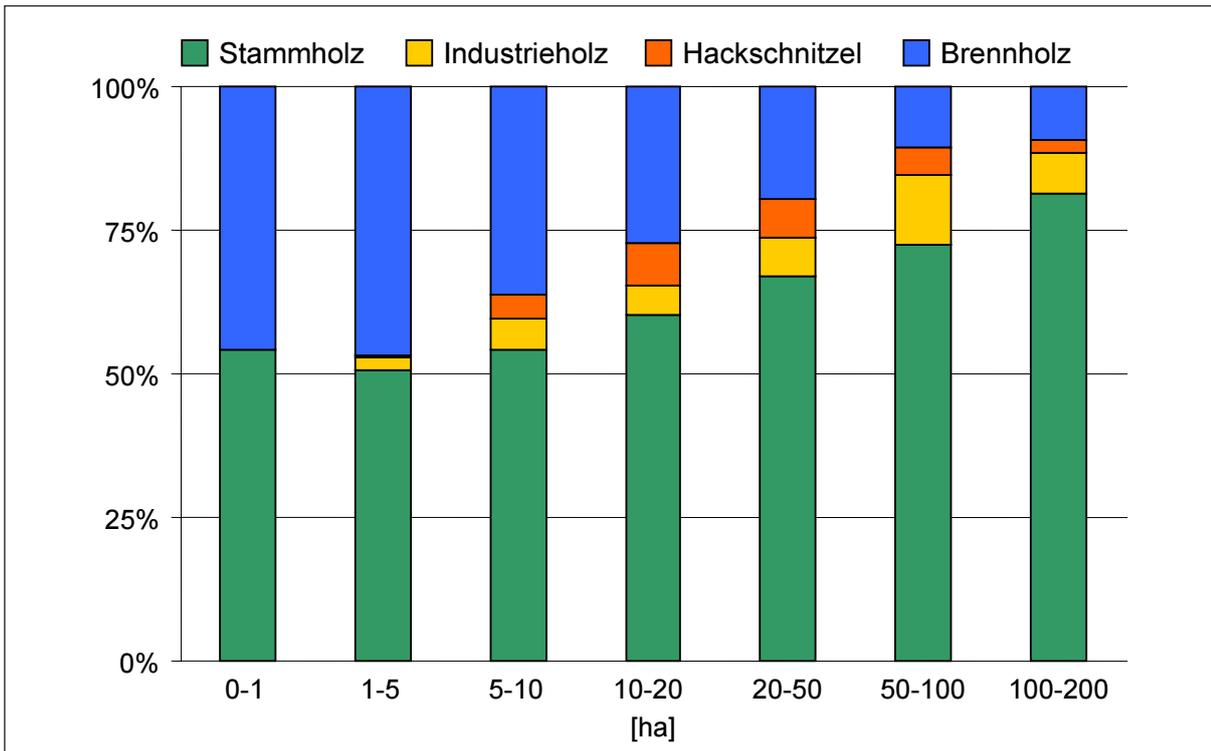


Abb. 2: Sortimentsaushaltung im Privatwald bis 200 ha nach Besitzgrößen; Quelle: BECK, R.; PERSCHL, H. (2006)

dass die Holznutzung langfristig um etwa 5 Mio. Erntefestmeter pro Jahr auf etwas über 20 Mio. erhöht werden könnte.¹⁹ Die größte mengenmäßige Zunahme im potenziellen Rohholzaufkommen ist bei der Fichte möglich. Dabei müssten verstärkt Bäume mit größerem Durchmesser geerntet werden. Ein erhebliches zusätzliches Nutzungspotenzial besteht bei den Laubbäumen. Da im Körperschafts- und Staatswald das Nutzungspotenzial bereits weitgehend ausgeschöpft wird, müsste überwiegend der Privatwald, insbesondere der Kleinprivatwald, die Steigerung erbringen (Tabelle 3).

Dies kann erreicht werden, wenn künftig auf einem größeren Anteil der Waldfläche Holz genutzt sowie die Eingriffsstärke im Kleinprivatwald gesteigert wird.²⁰

4.1.2 Aufkommen an Waldenergieholz und Industrieholz

Waldenergieholz

Die derzeit eingeschlagene Menge an Scheitholz (Brennholz) und zu Hackschnitzeln verarbeiteten Holz wird nicht explizit für alle Waldbesitzer

arten erhoben. Auf Grund des unterschiedlichen Verhaltens beim Einschlag und bei der Sortimentsaushaltung wurde das Aufkommen getrennt nach Privatwald bis 200 ha und den anderen Waldbesitzarten (Privatwald größer 200 ha, Körperschafts- und Staatswald) berechnet.

Methodisches Vorgehen beim Privatwald bis 200 ha

BECK und PERSCHL analysierten das Holzaufkommen des Jahres 2004 im Privatwald bis 200 ha.²¹ Die unterschiedlichen Sortimentsaushaltungen nach den Besitzgrößenklassen zeigt Abbildung 2.

Je kleiner die Betriebsgröße, desto größer ist der Anteil des Brennholzes und desto geringer der des Stammholzes am Gesamteinschlag. Der Grund dafür ist sicher nicht in der schlechteren Holzqualität in kleineren Betrieben zu suchen, die seltener die Aushaltung von Stammholz zulassen würde. Viel wahrscheinlicher ist, dass Waldbesitzer mit wenig Wald zunächst ihren Eigenbedarf an Brennholz decken, wofür auch durchaus sägefähige Bäume verwendet werden. Ebenso dürfte der vergleichsweise größere Aufwand bei der Vermarktung von

¹⁹ BORCHERT, H. (2005)

²⁰ BORCHERT, H. (2005)

²¹ BECK, R.; PERSCHL, H. (2006)

Kleinmengen viele Waldbesitzer davon abhalten, Stammholz auszuhalten. Stattdessen werden die Bäume eher zu Brennholz aufgearbeitet.

Die Waldenergieholzanteile (Scheitholz und Hackschnitzel) im Privatwald bis 200 ha betragen im Mittel der Jahre 2003 und 2004 bei der Fichte 28 %, bei der Kiefer 59 %, bei der Eiche 90 % und bei der Buche 93 %.²² Mit diesen Anteilen wurden aus dem Durchschnitt der Mengen der Jahre 2003 und 2004 aus der Erhebung im Kleinprivatwald das Aufkommen an Waldenergieholz berechnet.

Methodisches Vorgehen beim Privatwald über 200 ha, Körperschaftswald sowie Staatswald

Im Unterschied zum Privatwald bis 200 ha wurde bei den anderen Waldbesitzarten die Verteilung des Holzeinschlags auf die verschiedenen Sortimente entsprechend dem Anteil im bayerischen Staatswald in den Jahren 1999 bis 2003 zugrunde gelegt. Dies ergab einen Brennholzanteil von 12,8 % beim Laubholz und 2,5 % beim Nadelholz sowie einen NH-Anteil von 12,9 % beim Laubholz und 9,5 % beim Nadelholz.²³ NH bezeichnet das nicht verwertete Holz. Allerdings wird ein Teil des zunächst als NH gebuchten Holzes nachträglich doch noch vermarktet. Beispielsweise arbeiten Selbstwerber liegen gebliebene Baumwipfel zu Brennholz auf. Aus diesem Grund wurde neben der als Brennholz gebuchten Holzmenge auch die Menge des verkauften NH dem Waldenergieholzaufkommen zugerechnet. Im Staatswald wurden gemäß der Holzeinschlags- und Holzverkaufstatistik der Jahre 2000 bis 2003 36 % des NH verkauft. Es wurde unterstellt, dass dieser im Staatswald ermittelte Anteil des Waldenergieholzes auch für den Körperschaftswald und den Großprivatwald (Flächengröße über 200 ha) gilt. Dieser Mengen-

anteil dürfte das Aufkommen an Waldenergieholz allerdings noch unterschätzen. Zumindest für den Staatswald ist bekannt, dass aus buchungstechnischen Gründen beträchtliche Holz mengen als Industrieholz verbucht werden, obgleich sie tatsächlich als Brennholz verwendet werden. Es gibt jedoch keine Möglichkeit, den Anteil dieser „fehlerhaft“ gebuchten Mengen einzuschätzen. Auch aus diesem Grund sollte das Aufkommen von Industrieholz bei der Ermittlung des Energieholzpotenzials mit berücksichtigt werden. Das Aufkommen an Waldenergieholz setzt sich zusammen aus den Brennholzanteilen und den nachträglich verkauften Mengen des anfallenden NH. Als Berechnungsgrundlage für den Gesamteinschlag wird für den Privatwald mit einer Flächengröße über 200 ha und den Staatswald der Durchschnitt des Holzaufkommens der Jahre 2003 und 2004 verwendet.²⁴ Da für den Körperschaftswald keine plausiblen Einschlagszahlen vorliegen, werden für den Körperschaftswald die durchschnittlichen Nutzungen zwischen 1987 und 2002 gemäß der Bundeswaldinventur verwendet.

Waldenergieholzaufkommen

Das ermittelte jährliche Aufkommen an Waldenergieholz liegt bei 3,7 Mio. EFm bzw. 1,5 Mio. t atro (Tabelle 4). Dies entspricht einen Heizwert von 29 PJ.

Den größten Anteil (über 80 %) stellt der Privatwald bereit.

Das Aufkommen von Hackschnitzeln aus dem Wald wird nicht explizit erfasst und ist schwierig anzuschätzen. BECK und PERSCHL ermittelten für den Privatwald bis 200 ha für das Jahr 2004 eine Produktionsmenge von 319.000 EFm bzw. 124.000 t atro.²⁵ Dies entspricht einem Anteil von 3,6 %. Da beim Privatwald bis 200 ha kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Anteil der Hackschnitzel und

t atro	Privatwald < 200 ha	Privatwald > 200 ha	Körperschaftswald	Staatswald	Gesamt
Fichte	799.000	43.000	29.000	92.000	963.000
Kiefer	191.000	3.000	12.000	23.000	229.000
Eiche	20.000	1.000	11.000	11.000	42.000
Buche/sLbh	205.000	10.000	30.000	61.000	307.000
Gesamt	1.215.000	57.000	82.000	187.000	1.541.000

Tab. 4: Jährliches Aufkommen an Waldenergieholz, gegliedert nach Baumartengruppen und Eigentumsarten

²² BECK, R.; PERSCHL, H. (2006) sowie PERSCHL, H. et al. (2004)

²³ BORCHERT, H. (2005)

²⁴ ZMP (2005)

²⁵ BECK, R.; PERSCHL, H. (2006)

der Besitzgröße deutlich wird und für die anderen Waldbesitzarten keine Zahlen vorliegen, wurde dieser Anteil auch für den Privatwald über 200 ha, den Körperschaftswald und den Staatswald übertragen. Als Berechnungsgrundlage wird erneut der Durchschnitt des Holzaufkommens der Jahre 2003 und 2004 bzw. im Körperschaftswald die durchschnittlichen Nutzungen zwischen 1987 und 2002 gemäß der Bundeswaldinventur verwendet. Danach produzieren der Privatwald unter 200 ha 122.000 t atro, der Privatwald über 200 ha 28.000 t atro, der Körperschaftswald 33.000 t atro und der Staatswald 83.000 t atro. Insgesamt beträgt das Aufkommen an Hackschnitzeln in den bayerischen Wäldern 673.000 Efm bzw. 266.000 t atro.

Somit setzt sich das Waldenergieholzaufkommen von 1,54 Mio. t atro aus ca. 1,27 Mio. t atro Scheitholz und 0,27 Mio. t atro Hackschnitzel zusammen. Der Anteil des Scheitholzes am Waldenergieholz liegt bei über 80 %. Es wird vorwiegend im ländlichen Raum produziert und verbraucht.²⁶

Industrieholzaufkommen

Das Industrieholz wurde analog zum Waldenergieholz berechnet. Der Anteil an Industrieholz beträgt für den Privatwald bis 200 ha nach der Holzaufkommenserhebung der Jahre 2002, 2003 und 2004 durchschnittlich 6 %. Für alle anderen Waldbesitzarten wurde der Industrieholzanteil des bayerischen Staatswaldes gemäß der Einschlagsstatistik der Jahre 2000 bis einschließlich 2003 mit 14 % zugrunde gelegt.²⁷ Das jährliche Aufkommen an Industrieholz beläuft sich in Bayern demnach auf 1,9 Mio. Efm bzw. 0,8 Mio. t atro (Tabelle 5). Es entspricht einem mittleren Heizwert von 14 PJ.

4.1.3 Waldenergieholzpotenzial

Grundlagen für die Berechnung des Waldenergieholzpotenzials liefern hauptsächlich die Ergebnisse der im Jahr 2002 durchgeführten zweiten Bundeswaldinventur.²⁸ Auf dieser Basis prognosti-

zierte BORCHERT (2005) die Holznutzungen in Bayern für die künftigen Jahre nach den einzelnen Waldbesitzarten. Auf Basis des berechneten jährliches Potenzials, gegliedert nach Sorten, Baumarten und Waldbesitzstruktur, läßt sich die jährliche Waldenergieholzmenge abschätzen.

Der Dimensionsbereich, in dem Holz für die energetische Verwendung eingesetzt wird, überschneidet sich mit dem des Industrieholzes und teilweise mit dem des Sägeholzes, reicht zum Teil aber auch darüber hinaus. BORCHERT rechnete folgende Sortimente zum potenziellen Waldenergieholz:²⁹

- ◆ Industrieholz 3,2 Mio. m³ o.R.
- ◆ 7,5 % des Nadelstammholzes 1,1 Mio. m³ o.R.
- ◆ 15 % des Laubstammholzes 0,3 Mio. m³ o.R.
- ◆ nicht verwertbares Derbholz, ausgenommen Stockholz 0,9 Mio. m³ o.R.

Insgesamt ergibt sich ein Potenzial von jährlich 5,4 Mio. m³ o.R. bzw. 2,4 Mio. t atro.³⁰

Diese Berechnung geht zum einen nicht auf das Nutzungsverhalten im Kleinprivatwald mit dem erhöhten Brennholzanteil ein. Zum anderen wird der Aspekt der Mehrausbeute bei der Nutzung von Astmaterial und Reisig nicht berücksichtigt. Die Menge von 2,4 Mio t atro bezieht sich nur auf Derbholz, d.h. auf die Menge von Holz ab einer Stärke von 7 cm Durchmesser. Da auch zahlreiche Baumwipfel zu Brennholz aufgearbeitet werden, wird in beträchtlichen Umfang auch Biomasse von geringerer Dimension genutzt. Die Kalkulation von BORCHERT (2005) kann daher nur als vorsichtige Abschätzung bewertet werden.

Für eine genauere Herleitung des jährlichen Waldenergieholzpotenzials wurde deshalb ein anderer Ansatz gewählt. Das Waldenergieholzpotenzial für den Privatwaldbesitz kleiner 20 ha wurde auf die Sortimentsverteilung nach der Holzaufkommenserhebung im Kleinprivatwald (Tabelle 6) gestützt. Es wurde unterstellt, dass sich in dieser Besitzgröße das Nutzungsverhalten hinsichtlich der

	Privatwald < 200 ha	Privatwald > 200 ha	Körperschafts- wald	Staats- wald	Gesamt
Gesamt	203.000	110.000	127.000	323.000	764.000

Tab. 5: Jährliches Aufkommen an Industrieholz, gegliedert nach Eigentumsarten in t atro

²⁶ WITTKOPF, S. (2005)

²⁷ BECK, R.; PERSCHL, H. (2006); PERSCHL, H. et al. (2004, 2003): Jahresberichte der Bayerischen Staatsforstverwaltung

²⁸ SCHNELL, A.; BAUER, A. (2005)

²⁹ Weitere Ausführungen zur Methodik der Holzaufkommensprognose in Bayern siehe BORCHERT, H. (2005); das Stammholz wurde

zum Teil dem Energieholz zugerechnet, weil sein Anteil in dem verwendeten Prognoseprogramm (WEHAM) vermutlich überschätzt wird. Bei der Sortierung in dem Computerprogramm werden keine Qualitätsmängel wie Fauläste oder Zwiesel berücksichtigt, die eine Verwendung als Stammholz ausschließen und allenfalls die Verwendung als Brennholz zulassen.

³⁰ BORCHERT, H. (2005)

Verteilung auf Brennholz und Stammholz nicht verändert.

Folgende Aspekte gingen in die Berechnung des Waldenergieholzpotenzials für den Privatwald kleiner 20 ha ein:

- ◆ vom prognostizierten Rohholzaufkommen die Menge des bisherigen Industrieholzanteils einschließlich der Rinde;
 - ◆ vom prognostizierten Rohholzaufkommen die Menge des bisherigen Brennholz- und Hackschnitzelanteils einschließlich der Rinde;
 - ◆ auf 50 % der Fläche wird eine Mehrausbeute von 8 % bezogen auf die Derbholzmasse berücksichtigt.³²
- Das Waldenergieholzpotenzial setzt sich im

	Fichte [%]	Kiefer [%]	Eiche [%]	Buche [%]
Stammholz	58,6	30,6	3,1	2,7
Industrieholz	5,5	0,1	0,0	0,0
Brennholz	33,0	68,0	96,9	95,6

Tab. 6: Prozentuale Verteilung der Sortimente im Privatwald bis 20 ha (Mittel der Einschlagserhebungen 2002, 2003, 2004)³¹

Privatwald größer 20 ha, im Körperschafts- und Staatswald zusammen aus:

- ◆ 100 % der prognostizierten Industrieholzmenge einschließlich der Rinde;
- ◆ 7,5 % der prognostizierten Nadelstammholzmenge und 15 % der Laubstammholzmenge; einschließlich der Rinde,

- ◆ 100 % des prognostizierten NH einschließlich der Rinde;
- ◆ einer Mehrausbeute von 8 % bezogen auf die prognostizierte Derbholzmasse auf 50 % der Fläche.

Als Rinde wurde für die Baumartengruppe Fichte 10 %, für die Baumartengruppe Kiefer 12,2 % und für das Laubholz 8,1 % auf die Masse nach Erntefestmetern aufgeschlagen.³³

Diese Vorgehensweise ergab insgesamt ein jährliches Potenzial an Waldenergieholz von 4,2 Mio. t atro bzw. 9,4 Mio. m³ m.R. (siehe folgende Abbildung sowie Tabelle 7); der mittlere Heizwert beträgt 78 PJ.

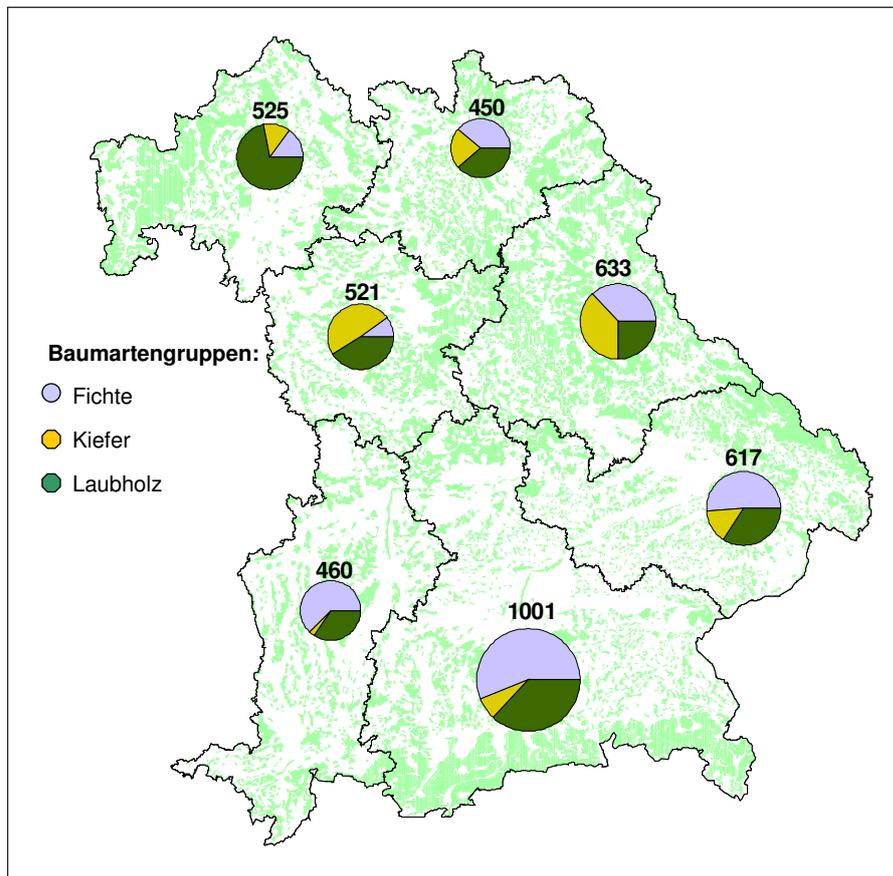


Abb. 3: Jährliches Waldenergieholzpotenzial je Regierungsbezirk in t atro; die Grafiken zeigen den jeweiligen Anteil der Baumartengruppen.

³¹ BECK, R.; PERSCHL, H. (2006); PERSCHL, H. et al. (2004, 2003): Fehlende Prozente gehören zur Kategorie Sonstiges (Hackschnitzel).

³² Eine Mehrausbeute von 8 % ist bei der Nutzung von Stammholz und Krone mit einer Entnahme von 33 % der Ast- und Nadelmasse zu erreichen (WITTKOPF S. 2005). Die Mehrausbeute bezieht sich auf Derbholz mit Rinde (Stammholz, Industrieholz, NH mit Stockholz,

Ernteverluste). Nach WITTKOPF lässt es sich auf vielen Standorten in Bayern vertreten, Kronen- und Restholz energetisch zu verwerten. Es wurde ein vorsichtiger Flächenanteil von 50 % der Waldfläche gewählt. (WITTKOPF S. 2005).

³³ BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1990)

Dies entspricht einem Potenzial an Waldenergieholz von 1,7 t atro/ha*a bzw. 3,8 m³ m.R./ha*a.³⁴

Das errechnete Potenzial in Bayern setzt sich zu je 40 % aus den Baumartengruppen Fichte und Laubholz zusammen. Das größte Waldenergieholzpotenzial liegt im Regierungsbezirk Oberbayern.

Die größte Menge (59 %) des Potenzials kann aus dem Privatwald kleiner 20 ha bereitgestellt werden. Die berechnete Mehrausbeute beträgt 440.000 t atro und hat einen Anteil von 11 %. Die errechnete Menge an Rinde ergibt 330.000 t atro bzw. einen Anteil von 8 % des Potenzials. Der Anteil des NH am jährlichen Waldenergieholzpotenzial beläuft sich auf 6 %, das entspricht 270.000 t atro bzw. 0,5 Mio. Fm m.R.. Das Sortiment Brennholz aus dem Privatwald kleiner 20 ha deckt 50 % des Gesamtpotenzials ab. Aus diesen Gründen hat eine Veränderung des Einschlagsverhaltens dieser Waldbesitzgruppe große Auswirkungen auf das errechnete Brennholzpotenzial. Gelingt es mit Hilfe derzeitig laufender Aktivitäten zur Mobilisierung von Holz im Kleinprivatwald, die Menge und den Anteil an Stamm- und Industrieholz bei der Verwertung zu erhöhen, sinkt das Gesamtwaldenergieholzpotenzial.

Setzt man statt des prognostizierten Rohholzaufkommens den jährlichen Zuwachs als Berechnungsgrundlage an, so ergibt sich bei gleicher Vorgehensweise eine Waldenergieholzmenge von 5,5 Mio. t atro bzw. 12,0 Mio. m³ m.R.. Dieser Wert entspricht 130 % des errechneten Potenzials und stellt die Menge an Waldenergieholz dar, die unter den getroffenen Annahmen nachhaltig nutzbar wäre.

	Fichte	Kiefer	Laubholz	Gesamt
Oberbayern	560.000	67.000	373.000	1.001.000
Niederbayern	314.000	93.000	210.000	617.000
Oberpfalz	236.000	240.000	157.000	633.000
Oberfranken	175.000	98.000	176.000	449.000
Mittelfranken	50.000	254.000	218.000	521.000
Unterfranken	78.000	67.000	380.000	525.000
Schwaben	289.000	16.000	156.000	460.000
Gesamt	1.702.000	835.000	1.670.000	4.207.000

Tab. 7: Jährliches Waldenergieholzpotenzial gegliedert nach Baumartengruppen und Regierungsbezirken in t atro

4.1.4 Bereitstellungskosten

Bereitstellungskosten für Scheitholz

Auch für die Bereitstellung von Scheitholz existieren verschiedene Verfahren und Möglichkeiten, die sich insbesondere im Mechanisierungsgrad unterscheiden. HÖLDRICH und HARTMANN beschreiben vier typische Prozessketten:³⁵

Der „Freizeit-Selbstwerber“ produziert Scheitholz ausschließlich für den Eigenbedarf. Er arbeitet das Holz motormanuell auf, trägt die Meterstücke aus dem Bestand und fährt sie mit einem PKW-gezogenen Anhänger nach Hause. Dort wird das Holz mit Kreis- oder Motorsäge und Axt oder kleinem Spalter ofengerecht hergerichtet und zum Trocknen aufgeschichtet. Der Zeitbedarf pro Fm liegt bei 5,7 h. Die Lohnkosten mit 92 % dominieren die Gesamtkosten ohne Rohholzkauf und betragen 71 €/Fm bzw. 45 €/Rm (33 cm-Scheite, gestapelt). Berücksichtigt der „Freizeit-Selbstwerber“ seine Lohnkosten nicht, so kostet ihn die Bereitstellung knapp 4 €/Rm.

„Waldbauer 1, geringer mechanisiert“ transportiert das motormanuell aufgearbeitete Holz mit Traktor und Anhänger auf seinen Hof und verwendet einen grossen Spalter. Die Gesamtkosten ohne Rohholzkauf liegen bei 55 €/Fm bzw. bei 34 €/Rm (33 cm-Scheite, gestapelt). Der Zeitbedarf beträgt 4,3 h/Fm, der Lohnkostenanteil 89 %.

	Privatwald < 20ha	Privatwald > 20ha	Körperschaftswald	Staatswald	Gesamt
Oberbayern	645.000	100.000	41.000	213.000	1.001.000
Niederbayern	432.000	98.000	6.000	81.000	617.000
Oberpfalz	418.000	82.000	13.000	120.000	633.000
Oberfranken	273.000	34.000	24.000	118.000	449.000
Mittelfranken	364.000	44.000	43.000	70.000	521.000
Unterfranken	87.000	72.000	229.000	137.000	525.000
Schwaben	208.000	73.000	64.000	115.000	460.000
Gesamt	2.428.000	505.000	420.000	854.000	4.207.000

Tab. 8: Jährliches Waldenergieholzpotenzial gegliedert nach Eigentumsarten und Regierungsbezirken in t atro

³⁴ Bezugsgröße ist der bestockte Holzboden (2,48 Mio. ha).

³⁵ HÖLDRICH, A. und HARTMANN, H. (2006)

„Waldbauer 2, höher mechanisiert“ hält im Wald 2 bis 5 m lange Rohholzsortimente aus und verwendet eine kleine kombinierte Säge-Spaltmaschine. Die Kurzscheite werden in Boxen gelagert. Der Waldbesitzer benötigt pro Fm 1,3 h. Der Anteil von Lohn- bzw. Maschinenkosten liegt bei jeweils knapp 50 %. Die Gesamtkosten ohne Rohholzkauf belaufen sich auf 34 €/Fm bzw. auf 22 €/Rm (33 cm-Scheite, gestapelt).

Hochmechanisierte Holzernte, Verwendung von Industrieholzsortimenten, Rundholztransport per LKW und Einsatz einer großen kombinierten Säge-Spaltmaschine kennzeichnen die Prozesskette „professionelles Scheitholzgewerbe“. Der Zeitbedarf pro Fm liegt bei 0,5 h. Die Gesamtkosten ohne Rohholzkauf werden zu 59 % von Maschinenkosten geprägt und betragen 38 €/Fm bzw. 24 €/Rm (33 cm-Scheite, gestapelt).

Bereitstellungskosten für Waldhackschnitzel

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Waldhackschnitzel bereitzustellen.³⁶ Diese unterscheiden sich im Grad der Mechanisierung und in den einzelnen Ablaufschritten. Derzeit sind teilmechanisierte Verfahrensketten am weitesten verbreitet. Sie bestehen aus den Schritten:

- ◆ motormanuelles Fällen, eventuell seilwinden-unterstützt
- ◆ Rücken (am häufigsten mit dem Rückewagen)
- ◆ Hacken auf der Waldstraße mit kranbeschiekten Hackern und
- ◆ Hackschnitzeltransport per LkW.

Die Kosten je Schüttraummeter betragen in Abhängigkeit der Logistikkette bei einem BHD von 15 cm zwischen 10 und 15 €, das entspricht bei der Fichte im Mittel etwa 80 €/t atro.

Bereitstellungskosten für Industrieholz

Tabelle 9 beinhaltet beispielhafte Kosten für die vollmechanisierte Bereitstellung von Industrieholz frei Waldstraße, gegliedert nach Baumarten und BHD.

Nach WITTKOPF ist bei Fichte ab einem BHD von 13 cm, bei Kiefer ab 16 cm und bei Buche ab 15 cm, derzeitige Kosten und Erlöse unterstellt, mit einem positiven Deckungsbeitrag zu rechnen.

[€/t atro]	BHD 10 cm	BHD 15 cm	BHD 20 cm
Fichte	141	60	41
Kiefer	124	53	36
Buche	96	41	28

Tab. 9: Kosten bei der vollmechanisierten Bereitstellung von Industrieholz frei Waldstraße³⁷

4.1.5 Preise

Scheitholz

Der Preis für Scheitholz war in den letzten Jahren relativ stabil, jedoch ist 2005 eine Reaktion auf die erhöhte Nachfrage nach Brennholz zu erkennen. Das Preisniveau für Hartholz (Laubholz), bezogen auf den Raummeter, liegt stets über dem für Weichholz (Nadelholz, Laubweichholz). Betrachtet man die Preise je Energieeinheit, besteht nahezu kein Unterschied zwischen den Sortimenten.

Eine sehr große regionale Spreitung zeichnet den Preis für Scheitholz aus. Er ist in Ballungsräumen deutlich höher als im ländlichen Raum. Der Preis für Scheitholz differenzierte beim Hartholz im Winter 2005/2006 nach der Erhebung des Technologie- und Förderzentrums zwischen 45 € und 108 € je Raummeter (inklusive Lieferung frei Haus bis 10 km). Weichholz wurde zwischen 33 € und 80 € je Raummeter angeboten. Die Selbstwerbung von Scheitholz kostete im Jahr 2005 für Nadelholz zwischen 5 und 7 € je Raummeter, für Laubholz waren etwa 8 bis 12 € zu bezahlen. Anfang 2006 war in manchen Regionen Bayerns bereits mit steigenden Preisen für die Selbstwerbung zu rechnen. Insgesamt wird bei weiter steigenden Energiepreisen auch eine Steigerung der Scheitholzpreise zu erwarten sein.

Waldhackschnitzel

Das durchschnittliche Preisniveau für Waldhackschnitzel im Jahre 2003 bewegte sich nach einer Umfrage bei bayerischen Biomasseheizwerken in der Größenklasse bis 5.000 kW zwischen 75 und 80 €/t atro. Sehr große Preisschwankungen kennzeichnen das Sortiment Waldhackschnitzel. Der höchste Wert für Waldhackschnitzel lag bei 130 €/t atro, das Minimum bei 20 €/t atro. Verglichen mit der Umfrage im Jahre 2002 stiegen bis Ende 2005 die Durchschnittspreise in den einzelnen Leistungs-klassen zwischen zehn und fünfzehn Euro.³⁸

³⁶ Ausführliche Darstellung verschiedener Bereitstellungsverfahren siehe WITTKOPF, S. et al. (2003) und WITTKOPF, S. (2005)

³⁷ Beispiel nach WITTKOPF, S. (2005)

³⁸ NEUGEBAUER, G. et al. (2004), WITTKOPF, S. (2005)

Industrieholz

Der Verlauf des Industrieholzpreises in den letzten zwanzig Jahren ist in Abbildung 4 dargestellt. Er ist geprägt von einem Preiseinbruch in den neunziger Jahren, den ein Überangebot von Holz nach den Stürmen Vivian und Wiebke ausgelöst hatte.

Das Preisniveau der Fichte befindet sich deutlich über dem der anderen Baumarten. Der Industrieholzpreis lag 2004 für Fichte bei etwa 80 €/t atro, für Kiefer bei 47 €/t atro, für Buche bei 42 €/t atro und für Eiche bei 35 €/t atro.

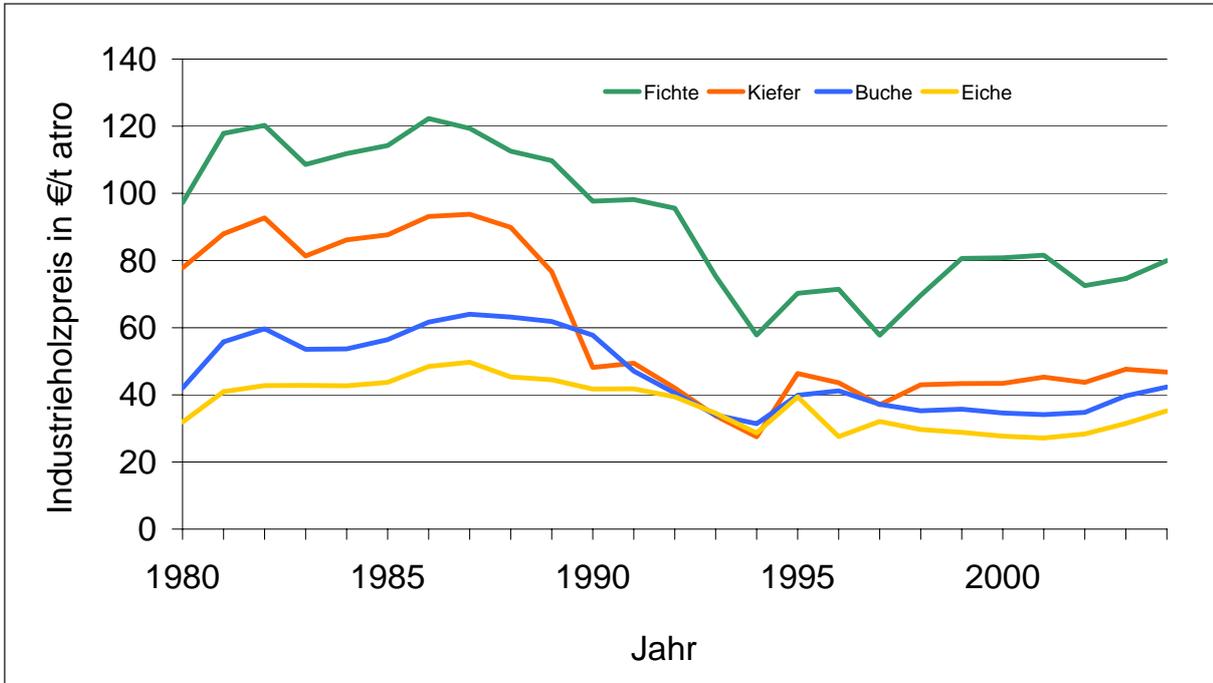


Abb 4: Industrieholzpreise für Fichte, Kiefer, Buche und Eiche; Quelle: Holzpreisstatistik der Bayerischen Staatsforstverwaltung 1980 bis 2004³⁹

³⁹ WITTKOPF, S. (2005), verändert

4.2 Sägenebenprodukte und Industrierestholz

4.2.1 Beschreibung der Sägeindustrie als Produzent von Sägenebenprodukten und Industrierestholz

Die Sägeindustrie verarbeitet Rundholz zu Schnittholz, das hauptsächlich in der Bauwirtschaft, in der Möbelherstellung, im modernen Industrie- und Wohnbau sowie in der Fertighausindustrie und im traditionellen Holzhandwerk verwendet wird. Die Entwicklungen in der Einschnittechnik und dem damit einhergehenden Ausbau bestehender

Sägewerkskapazitäten sowie dem Neubau von Großsägewerken in den neuen Bundesländern führten einerseits zum Ansteigen der Produktion, andererseits folgten dieser Steigerung aber Schließungen insbesondere klein- und mittelständischer Sägewerksunternehmen (Abbildung 5).

Die deutsche Produktion von Schnittholz stieg in den letzten Jahrzehnten auf mittlerweile ca. 20 Mio. m³/a im Jahr 2005. Dies ist auf den zunehmenden Nadelholzeinschnitt zurückzuführen. Dagegen sank die Laubschnittholzproduktion einschließlich Hobelware von 2,1 Mio. m³ (1979) auf 1,1 Mio. m³ (2004).⁴⁰

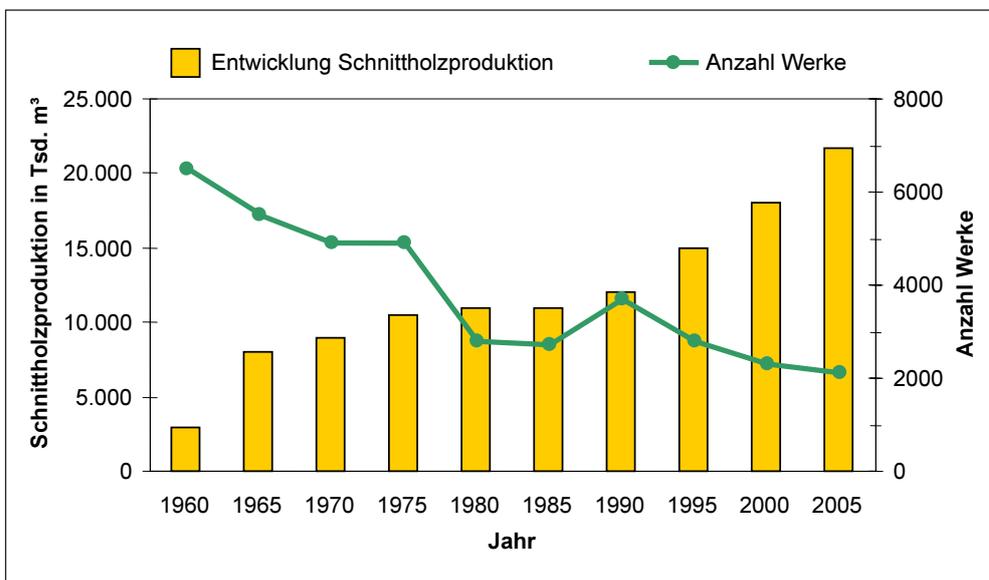


Abb 5: Entwicklung der Schnittholzproduktion in 1.000 m³ und Anzahl der Sägebetriebe in Deutschland
Quelle: Verändert nach FRANZ, K. (1999) und MANTAU, U. (2002)

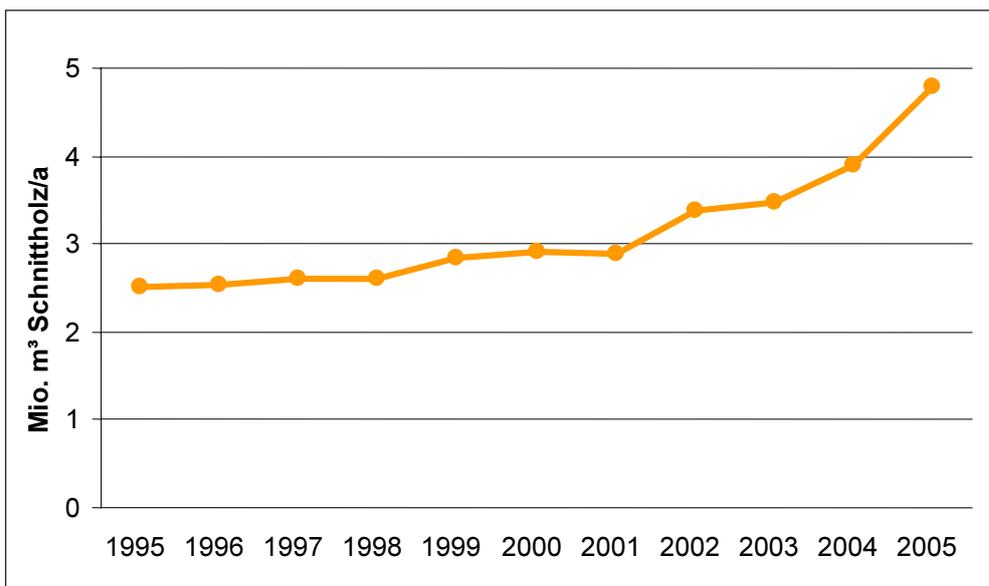


Abb. 6: Produktionsentwicklung von Schnittholz in Bayern;
Quelle: ZMP (2005) nach Angaben des Statistischen Bundesamtes bzw. der Statistischen Landesämter⁴¹

⁴⁰ VDS (2005); ZMP (2005)

⁴¹ Bei Nadelholz ab 2002 einschließlich Hobelware

Allein in Bayern wird mit fast 5 Mio. m³/a (2005) ca. ein Fünftel des gesamtdeutschen Schnittholzes erzeugt (Abb. 6).⁴² Die ca. 500 Sägewerke und Sägeanlagen⁴³ in Bayern erzielen mit rund 7.200 Beschäftigten einen Umsatz von ca. 1,1 Mrd. €. ⁴⁴ Über drei Viertel des Personals ist dabei in klein- und mittelständischen Betrieben mit weniger als 20 Mitarbeitern beschäftigt. Diese Betriebe sind überwiegend im walddreichen, ländlichen Raum vorzufinden (Abb. 7). Auf Grund der Konzentrationsentwicklungen in der Branche produzieren mittlerweile 15 Werke in Bayern 50 % des gesamten Schnittholzes.

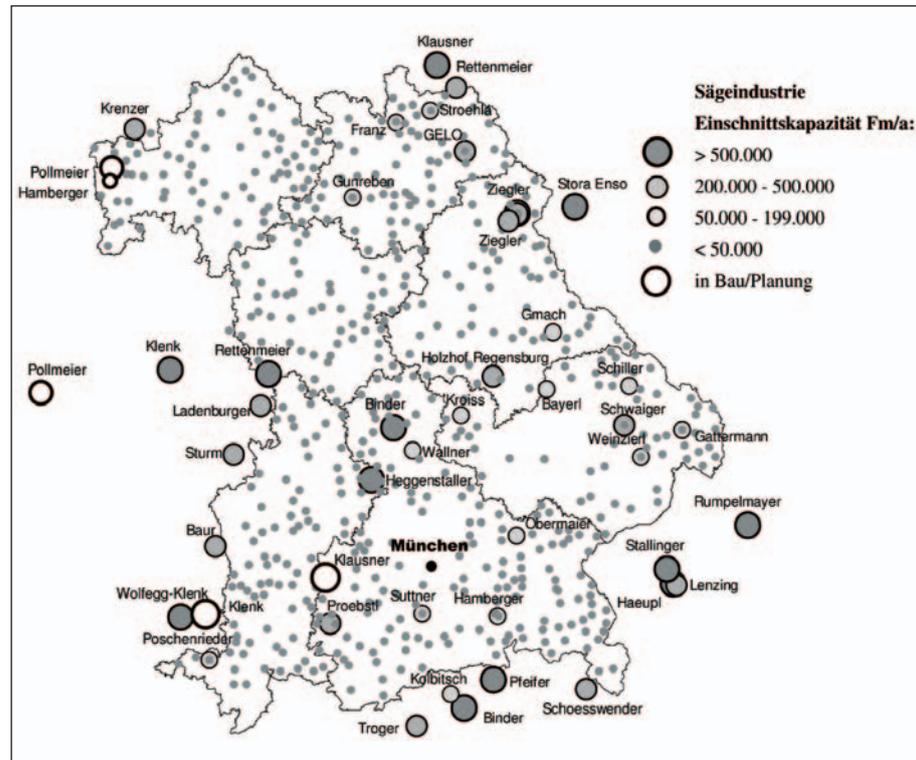


Abb. 7: Sägewerke in Bayern und angrenzenden Regionen; Quelle: Nach eigener Darstellung und MANTAU, U. (2004)

Die Sägeindustrie hat dabei eine hohe Bedeutung für die Beschäftigung im ländlichen Raum.

4.2.2 Aufkommen an Sägenebenprodukten

Bei der Produktion von Schnittholz fallen Sägenebenprodukte an, die in folgende Sortimente unterteilt werden können:⁴⁵

- ◆ Sägespäne/Sägemehl (Anteil 10 %)
- ◆ Schwarten/Spreiße bzw. Hackschnitzel (30-35 %)
- ◆ Rinde/Kappholz (10 %).

Die Sägenebenprodukte dienen als wichtige Rohstoffbasis sowohl für die stofflichen als auch energetischen Nachfrager.

Die Schnittholzproduktion von knapp 5 Mio. m³/a der bayerischen Sägewerke⁴⁶ erfordert die Bereitstellung von ca. 8 Mio. Fm/a (Jahre 2004/

2005) an Rundholz - bei einer durchschnittlichen Schnittholzausbeute zwischen 55 und 60 %.⁴⁷ Die restlichen 40 - 45 % des eingesetzten Rundholzes stellen Sägenebenprodukte in einem Umfang von knapp 3 Mio. m³ dar. Dies entspricht einer Menge von 1,3 Mio. t atro. Hinzu kommen Rinde und Kappholz, das auf Grund der stark zurückgegangenen Entrindung im Wald hauptsächlich im Sägewerk anfällt.

Die Höhe des Sägenebenproduktaufkommens gestaltet sich für die bayerischen Regierungsbezirke in Abhängigkeit des Einschnittes sowie der eingesetzten Säge-technik wie in Abbildung 8 dargestellt.⁴⁸

Das höchste Sägenebenproduktaufkommen Bayerns findet sich 2005 in Niederbayern mit 0,3 Mio. t atro/a, danach folgen Schwaben (0,26 Mio. t atro/a) und die Oberpfalz (0,2 Mio. t atro/a).

⁴² ZMP (2005)

⁴³ Mitteilung von WEINROTHER, A. (2006), VERBAND DER BAYERISCHEN SÄGE- UND HOLZINDUSTRIE e.V.

⁴⁴ VERBAND DER BAYERISCHEN SÄGE- UND HOLZINDUSTRIE e.V. (2005)

⁴⁵ MANTAU, U. (2004)

⁴⁶ ZMP (2005)

⁴⁷ Aus den aktuellen Einschnittzahlen wurde für die Sägewerke das Aufkommen an Sägenebenprodukten über Ausbeutekoeffizienten (getrennt nach Laub- und Nadelholz sowie Einschnittgrößenklassen) berechnet. Als Ausbeuten für Gattersäger wurden 60 % sowie für Spanersäger 55 % angenommen (MANTAU, U. (2002); JAAKKO PÖYRY (2002)).

⁴⁸ Beim Sägenebenprodukteinfall der Gatter- und Bandsägewerke ist die Rinde ein Teil des Schwarten/Spreiße-Sortiments. Bei der Zerspaner- und Reduziertechnik wird allerdings das Holz vor dem Einschnitt entrindet, so dass ca. 10 % der verbrauchten Rundholzmenge aus Rinde besteht.

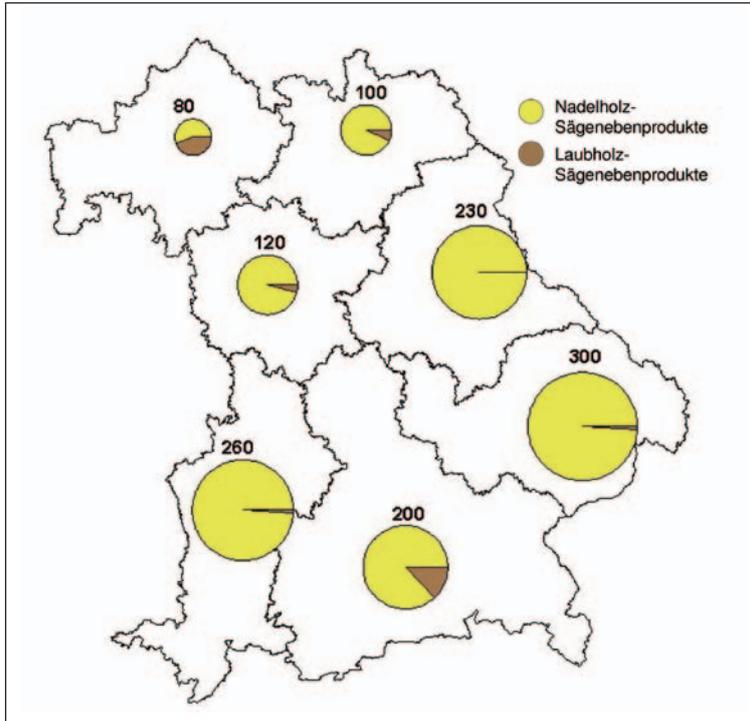


Abb. 8: Säge Nebenprodukt aufkommen je Regierungsbezirk (Bezugsjahr 2005) in 1.000 t atro⁴⁹; die Grafiken zeigen den jeweiligen Anteil an Nadel- bzw. Laub-Säge Nebenprodukten am Gesamtaufkommen.

	Späne/Sägemehl	Schwarten/Spreiße	Hackschnitzel	Summe
Nadelholz	900	450	1.300	2.650
Laubholz	60	70	70	200
Summe	960	520	1.370	2.850

Tab. 10: Aufkommen an Säge Nebenprodukten in Bayern nach Hauptsortimenten (2004) in Tsd. m³

	Nadelsäge Nebenprodukte restholz Tsd. t atro/a	Erhöhung durch Bau bzw. Kapazitätserweiterung in Tsd. t atro	Erhöhung in %	Laubsäge Nebenprodukte restholz Tsd. t atro/a	Erhöhung durch Bau bzw. Kapazitätserweiterung in Tsd. t atro	Erhöhung in %
Oberbayern	200	360 ↗	180 %	40		
Niederbayern	300			10		
Oberpfalz	230			5		
Oberfranken	100			10		
Mittelfranken	120			10		
Unterfranken	80			60		
Schwaben	260	315 ↗	120 %	10	200 ↗	330 %
Summe	1290	675 ↗		145	200 ↗	

Tab. 11: Auswirkung der bayerischen Sägewerksneubauten bzw. Kapazitätserweiterungen auf den Säge Nebenproduktanfall

Tabelle 10 zeigt das Säge Nebenprodukt aufkommen, unterteilt nach den Hauptsortimenten Hackschnitzel, Schwarten/Spreiße und Sägespäne.

Die jeweiligen Anteile der verschiedenen Säge Nebenproduktsortimente ergeben sich aus den überwiegend verwendeten Einschnitt-Techniken (Spaner- bzw. Gatter- und Bandsägenanlagen).

Zusätzlich zu den Säge Nebenprodukten fallen in der Holzindustrie bei der Entrindung Rinde und Kappfälle an. Betrachtet man den gesamten Holzverbrauch der Säge- Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie, so ergibt sich ein jährliches Aufkommen in Höhe von 0,4 Mio. t atro/a.

Bis zum Jahr 2005 fanden sich Großsägewerke mit Einschnittskapazitäten über einer Mio. Fm Rundholzverbrauch pro Jahr nur in Baden-Württemberg, Österreich und in den neuen Bundesländern. Diese Großsägewerke bezogen bisher Holzmen gen von teilweise über 2 Mio. Fm Rundholz aus Bayern. Der im Jahr 2005 erfolgte Sägewerksneubau in Ingolstadt (Firma Binder) und die geplanten Werke in Landsberg (Firma Klausner) und Aschaffenburg (Firma Hamberger sowie Firma Pollmeier), die nach Betreiberangaben im Jahr 2006 bzw. 2007 in Produktion gehen sollen, werden die Sägewerkslandschaft beträchtlich beeinflussen. So werden die neuen Werke zusammen eine Holzeinschnittskapazität von mehr als 30 % der bisherigen gesamten bayerischen Einschnittmenge erreichen. Dementsprechend wird auch der Säge Nebenproduktanfall steigen (Tabelle 11).

In den Regierungsbezirken Oberbayern und Schwaben erhöht sich der Anfall an Nadel-Säge Nebenprodukten stark (um 180 bzw. 120 %). Die geplanten Werke in Unterfranken werden den gesamten bayerischen Laub-Säge Nebenproduktanfall um über 300 % steigern.

Auf Grund der damit geschaffenen Nachfrage nach Rundholz werden die Holzexporte abnehmen und Bayern das Bundesland mit der höchsten Schnittholzproduktion in Deutschland werden.

⁴⁹ Datenbasis der Berechnung des Säge Nebenprodukte-Aufkommens sind aktuelle Zahlen zur Einschnittsleistung der Sägewerksindustrie, die im Rahmen einer Vollerhebung von MANTAU, U. et al (2004) ermittelt wurden. Diese Werte wurden um eigene Daten ergänzt. Der Umrechnungsfaktor von m³ zu t atro beträgt bei Fichte 0,38 und Buche 0,56 (DIETER, M.; ENGLERT, H. (2001)).

4.2.3 Aufkommen an Industrierestholz

Industrierestholz fällt bei der Weiterverarbeitung von Schnittholz und Holzprodukten in der Holzbe- und verarbeitenden Industrie (Möbel- und Holzwerkstoffindustrie, Holzverpackungsindustrie sowie Brettschichtholz- und Hobelwerke) und im Holzhandwerk an (z. B. Zimmereien, Schreinereien). Die jährlich in Deutschland anfallende Industrierestholzmenge wurde in einer Studie abgefragt.⁵⁰ Von den 4,8 Mio. m³ Anfall pro Jahr entstehen knapp 40 % in der Möbelindustrie. Auf Basis der verwerteten Schnittholzmenge⁵¹ sowie unter Einbezug der Verteilung der Möbelindustrie in Deutschland ergibt sich für Bayern ein Potenzial von über 1,6 Mio. m³/a. Dies entspricht einer Menge von über 0,8 Mio. t atro/a (2004).⁵² Von diesem Potenzial wird der überwiegende Teil in Höhe von 0,75 Mio. t atro/a energetisch verwertet.

4.2.4 Verwendung

Knapp 90 % des in Bayern anfallenden Sägenebenproduktaufkommens vermarkten die Sägewerke an die Holzwerkstoff-, Papier-, Zellstoffindustrie und die Biomasseheiz(kraft)werke,⁵³ die restlichen 10 % der Menge werden in eigenen Biomasseheizkraftwerken verbrannt. Rinde und Kappabfälle werden energetisch genutzt⁵⁴ oder daraus Rindenumus und Rindenprodukte für Landwirt-

schaft und Gartenbau hergestellt. Knapp ein Drittel des Rindenanfalls in diesen Industrien wird in den eigenen Werken verwendet, der überwiegende Teil wird verkauft.

Die hochwertigen Hackschnitzel werden hauptsächlich in der Papier- und Zellstoffindustrie eingesetzt. Neben dem Weg in die Spanplattenindustrie wird ein zunehmender Anteil der Sägespäne mittlerweile für die Pelletproduktion genutzt (Kap. 4.5), geringere Mengen finden weiterhin im Gartenbau bzw. in der Landwirtschaft (z. B. als Einstreu) Verwendung.

Der überwiegende Teil von knapp 60 % des Industrierestholzes wird in werkseigenen Feuerungen verwertet oder geht im Fall der Holzwerkstoffindustrie in die Plattenherstellung zurück.⁵⁶ Die Alt Holzverordnung von 2003 beinhaltet den Handel von Holzabfällen wie Industrierestholz (nicht Sägenebenprodukte). Auf Grund der hohen Auflagen dieser Verordnung wird Industrierestholz verstärkt in den Holzbe- und verarbeitungsbetrieben (z. B. Zimmereien, Schreinereien) verfeuert.

4.2.5 Preise

Abbildung 10 enthält die Preisentwicklung unterschiedlicher Säge- und Industrierestholzsortimente im Vergleich zum Heizöl.

Insbesondere bei den Hackschnitzeln gibt es beachtenswerte Preisunterschiede nach der Qualität. Rindenfreie und hochwertigere Hackschnitzel werden als

„TMP (thermo-mechanical-pulp)-fähige“ Hackschnitzel in der Papierindustrie verwendet. Dort werden sie mittels einer Kombination von thermischen und mechanischen Verfahren zerfasert und als Rohstoff dem Papierproduktionsverfahren zugeführt.⁵⁷ Hingegen werden Sägespäne und Schwarten/Spreißel zunehmend zur Energieerzeugung verwendet, so dass eine ansteigende Konkurrenz mit der stofflichen Nutzung (Holzwerkstoffindustrie) zu verzeichnen ist.

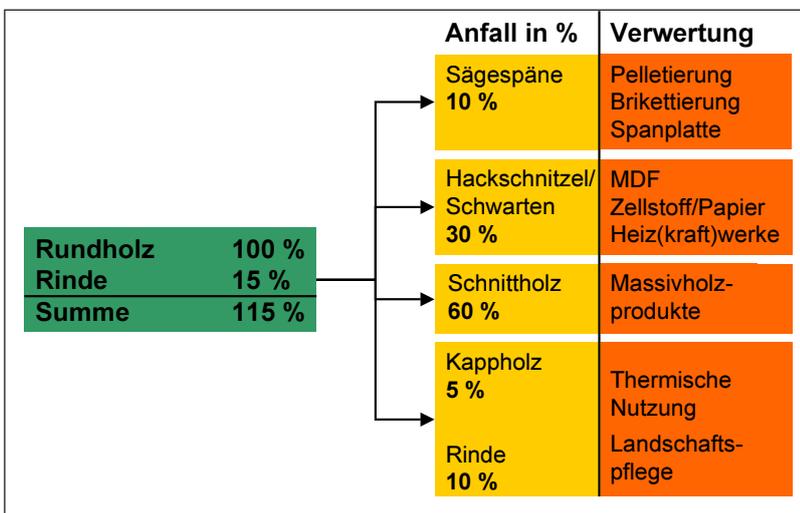


Abb. 9: Stoffströme in der bayerischen Sägeindustrie (2004)⁵⁵

⁵⁰ MANTAU, U.; WEIMAR, H.; SÖRCEL, C. (2005): Erhebung für das Jahr 2002

⁵¹ MELLINGHOFF, S. und BECKER, M. (1998)

⁵² MARUTZKY, R. (2004); auch MELLINGHOFF, S. und BECKER, M. (1998) gehen von einer Verteilung von 60 % Industrierestholz am Gesamtanfall der Sägenebenprodukte aus; dazu auch FRÜHWALD (1990)

⁵³ WEIMAR, H. (2005)

⁵⁴ MARUTZKY, R. (2004), S. 12; MANTAU, U. et al (2005) gehen von einer Rindenverwertung aus der Sägeindustrie, Holzwerkstoff, Zellstoff- und Papierindustrie sowie Furnier-Sperrholzwerken von 6,8 Mio. Srm (= 0,96 Mio. t atro) für das Jahr 2002 aus.

⁵⁵ Die prozentuale Aufteilung in Sägehaupt- und Nebenprodukte folgt der Berechnung von PORTENKIRCHNER, K. und BINDER, M. (2004).

⁵⁶ MARUTZKY, R. (2004)

⁵⁷ EUWID (2005)

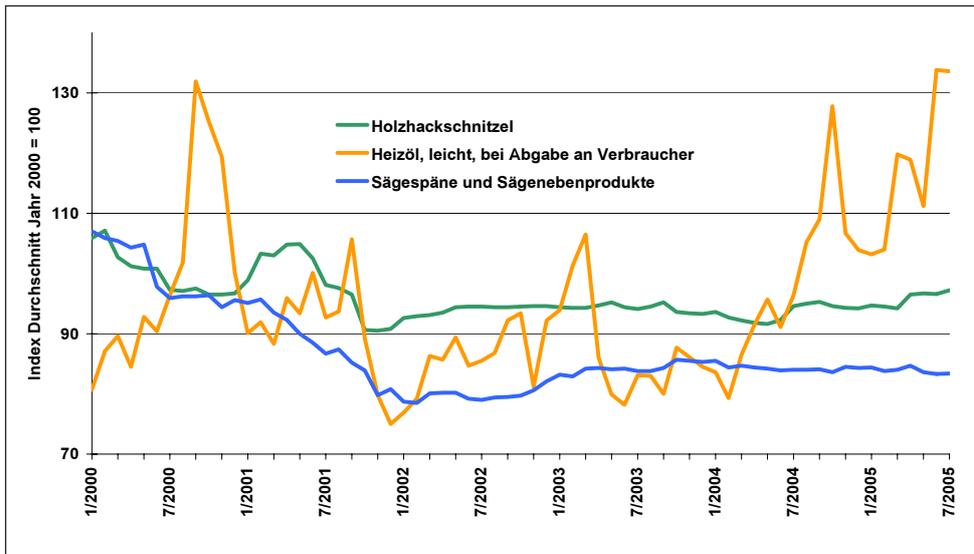


Abb. 10: Energiepreisindizes der Säge- und Industrie-restholzsortimente sowie von Heizöl für Deutschland; Quelle: Bundesamt für Statistik (2005), Fachserie 17, Reihe 2

4.3 Altholz

Als Alt- oder Gebrauchtholz⁵⁸ bezeichnet man Holz, das bereits einem Verwendungszweck zugeführt worden ist und als „Abfall“ zur Entsorgung bereit steht.

Altholz wurde bis vor wenigen Jahren hauptsächlich deponiert. Mittlerweile hat man diese wichtige Rohstoffreserve erkannt und die Deponierung verboten,⁵⁹ so dass inzwischen alle Gebrauchtholzsortimente einer energetischen oder stofflichen Nutzung zugeführt werden.

Altholz wird nach der Qualität und dem Anteil an Fremdstoffen nach vier Kategorien unterschieden:

Kategorie	A I	A II	A III	A IV
Definition	Unbehandeltes Altholz	Behandeltes Altholz	Belastetes Altholz	Besonders belastetes Altholz
Beispiele	naturbelassen oder lediglich mechanisch bearbeitet, z. B. Späne oder Europaletten	beleimt, bestrichen oder gestrichen, z. B. Sperrholz, Spanplatten	gestrichene, lackierte oder beschichtete Hölzer wie Sperrgut und Altmöbel	mit Holzschutzmitteln behandelt wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Reb- und Hopfenpfähle
Stoffliche Verwertung	geeignet	geeignet	nur nach vorheriger Entfernung der Beschichtung	Pflicht der energetischen Verwertung
Einsatz in thermischen Anlagen	kleine Feuerungsanlagen ohne immissionschutzrechtliche Genehmigung (1. Bundesimmissionschutzverordnung, „BimSchV“-Anlagen)	kleine Feuerungsanlagen ohne immissionschutzrechtliche Genehmigung (1. BImSchV-Anlagen)	Verpflichtung zur energetischen Verbrennung in Anlagen der 4. BImSchV	Verbrennung in Großanlagen (17. BImSchV-Anlagen), Ausschluss von PCB- u. quecksilberhaltigen Sortimenten
Mengenanteile in %	25 %	30 %	5 %	40 %

Tab. 12: Altholzkategorien und Verwertung⁶⁰

⁵⁸ Manchmal werden für Altholz auch Begriffe wie Recyclingholz oder Abfallholz verwendet. Altholz ist nicht zu verwechseln mit Industrierestholz, das bei der Herstellung von Holzprodukten als Abfall bzw. Verschnitt anfällt.

⁵⁹ Gebrauchtholz und Altholz definieren sich über das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und die Altholzverordnung. Eine Depo-

nierung von Altholz ist seit 2003 nicht mehr zulässig. Die ausführliche Verordnung kann auf der Internetseite des Bundesumweltministeriums unter www.bmu.de heruntergeladen werden (Stand: 9.1.2006).

⁶⁰ BUNDESVERBAND DER ALTHOLZAUFBEREITER UND -VERWERTER e.V. (2005)

4.3.1 Aufkommen

Das theoretische Altholzaufkommen in Bayern wird auf ca. 1 Mio. t atro/a geschätzt. Da insbesondere im ländlichen Raum Altholz teilweise wieder verbaut, deponiert oder (illegal in Kleinanlagen) verbrannt wird, beläuft sich das für die stoffliche oder energetische Nutzung tatsächlich verwertbare Potenzial auf 0,7 Mio. t atro/a (Stand 2004). Dies entspricht einem Anfall je Einwohner von knapp 60 kg/a.⁶¹ Diese Menge erfassen die bayerischen Entsorgungsbetriebe und vermarkten sie nach einer weiteren Bearbeitung bzw. Sortierung weiter oder nutzen sie innerhalb des Betriebes (< 5 % Gesamtmenge).⁶² Da diese Betriebe überregional tätig sind, entspricht die in Abbildung 12 dargestellte Altholzmenge nicht dem eigentlichen Aufkommen eines Regierungsbezirkes, sondern den dort zu beziehenden, bereits sortierten Altholzmengen der dort ansässigen Entsorger.

4.3.2 Verwendung

Die Altholzmengen werden unterschiedlichen Verwertungen zugeführt:

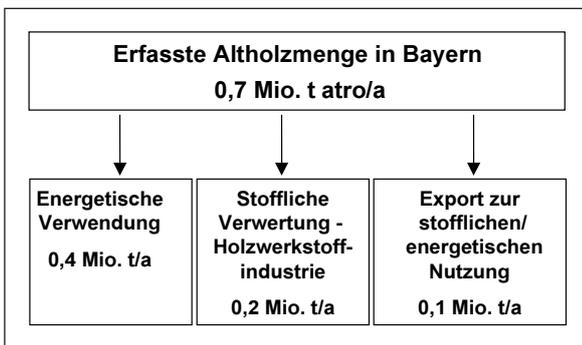


Abb. 12: Verwertung von Altholz in Mio. t atro⁶⁴ (Bezugsjahr 2004)

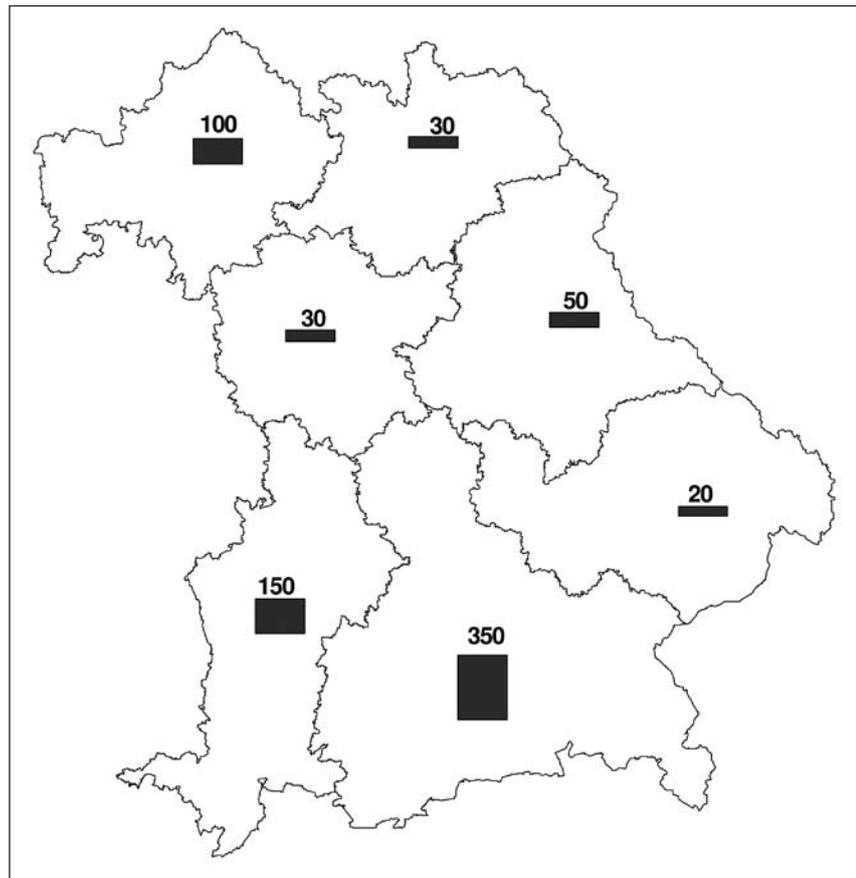


Abb. 11: Aufkommen von Altholz in 1000 t atro nach Regierungsbezirken, Gesamtmenge ca. 0,7 Mio. t atro⁶³ (Bezugsjahr 2004)

Neben der stofflichen Nutzung von Altholz in Bayern (unbehandelte Kategorie 1 und 2) in Höhe von 0,2 Mio. t/a wird die überwiegende Menge, insbesondere der behandelten Altholzsortimente, einer energetischen Verwertung zugeführt (0,4 Mio. t atro/a). Der Export, z. B. in die italienische Holzwerkstoffindustrie, ist in den letzten Jahren auf Grund der gestiegenen heimischen Nachfrage gesunken, beträgt aber immer noch bis zu 0,1 Mio. t atro pro Jahr. Weitere Mengen in Höhe von ca. 0,05 Mio. t atro/a fließen in die stoffliche Nutzung in benachbarte Bundesländer.

4.3.3 Preise

Die Nachfrage nach Altholz ist seit dem Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes EEG vom Jahr 2001, verbunden mit Einspeisungsvergütungen für Strom aus nachwachsenden Rohstoffen, stark gestiegen. Auch die in den neunziger Jahren neu

⁶¹ MARUTZKY, R. (2004).

⁶² MANTAU, U.; WEIMAR, H. (2002)

⁶³ Die Daten wurden standortsbezogen (hier Entsorgungsbetriebe) erhoben. Daher entsprechen die genannten Mengen je Regie-

rungsbezirk nicht unbedingt dem tatsächlichen Aufkommen, da die Entsorger überregional das Altholz erfassen.

⁶⁴ MANTAU, U.; WEIMAR, H. (2002)

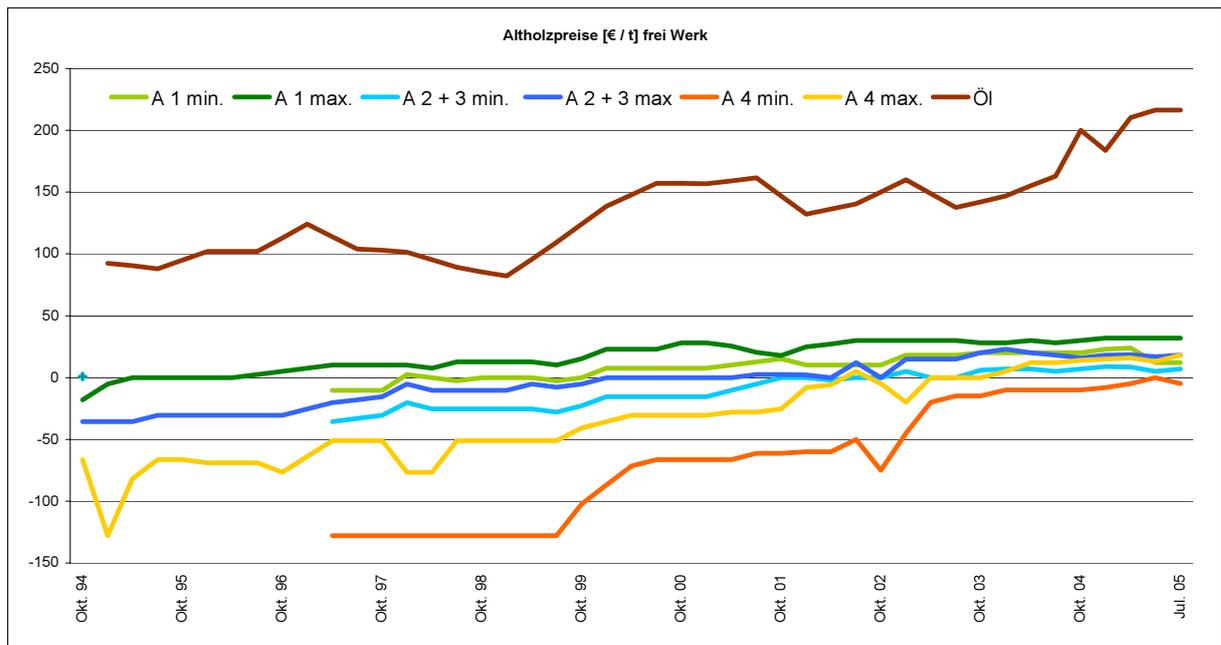


Abb. 13: Preisentwicklung für Altholz nach den Hauptsortimenten (A1-A4) für Süddeutschland frei Werk in €/t; Quelle: EUWID (2005), ZMP (2005)

entstandenen Holzwerkstoffindustrien (stoffliche Nutzung - Kap. 5.3) in den neuen Bundesländern trugen zu einer erhöhten Nachfrage nach Altholz (unbehandelte Kategorien 1-2) bei. Der Anfall an diesem Rohstoff ist dabei nahezu konstant und hängt vor allem von der Bau- und Renoviertätigkeit ab.

Diese Entwicklung einer angestiegenen Nachfrage bei konstantem Anfall zeigt sich in der Preisentwicklung für Altholz (Abbildung 13).

Wegen des Anstiegs der stofflichen und thermischen Nutzung änderte sich die vor einigen Jahren übliche Zuzahlung für Altholz bei der Abgabe an Entsorgungsbetriebe, so dass z. B. Biomasseheiz-(kraft)werke mittlerweile sogar für behandeltes Altholz (Kategorie 3 und 4) bezahlen müssen.

4.4 Flur- und Schwemmholz

4.4.1 Aufkommen

Flurholz fällt bei der Pflege von Bäumen und Sträuchern an, die nicht im Wald oder in Energieholzplantagen wachsen, sondern als

- ◆ Feld-, Gewässerrandgehölze sowie Hecken
- ◆ land- und forstwirtschaftliche Sonderkulturen, d.h. Obst- und Rebanlagen sowie Baumschulen
- ◆ Gehölzschnitt in Gemeinden und Städten
- ◆ Straßen-/Eisenbahnbegleitgehölze.

Feld- und Gewässerrandgehölze werden normalerweise in Bayern in unregelmäßigen Abschnitten genutzt. Damit ist der Anfall sehr dezentral, stärkeres Material wird meist als Brennholz verwendet. Hecken werden u.a. aus Gründen der Landespflege teilweise auf den Stock gesetzt. Dabei fällt Biomasse konzentriert an. Für Bayern lässt sich ein technisches Potenzial an Feld- und Gewässerrandgehölzen sowie Heckenschnitt von 0,1 Mio. t atro/a ableiten. Die Nutzung dieses Energiepotenzials wird auf Grund der Heterogenität des Materials (hoher Rinden- und Feinreisig- sowie Krautanteil) und des hohen Wassergehaltes erschwert.⁶⁵

Das Aufkommen bei der Pflege von land- und forstwirtschaftlichen Sonderkulturen wie Obst- und Rebanlagen sowie Baumschulen ergibt ein technisches Potenzial von 7.500 t atro/a.⁶⁶

Aus dem Aufkommen von Gehölzschnitt aus Städten und Gemeinden resultiert ein theoretisches Potenzial von 0,17 Mio. t atro/a.⁶⁷ Neben der Kompostierung errechnet sich ein technisches Potenzial an kommunalem Gehölzschnitt von geschätzten 0,14 Mio. t atro/a, das für die thermische Nutzung zur Verfügung steht.

Zu den Pflichtaufgaben der Autobahn- bzw. Straßenmeistereien gehört die regelmäßige Pflege

⁶⁵ RODE, M.; WIEHE, J. (2006)

⁶⁶ RÖSCH, C. (1996); FISCHER, J. (2005)

⁶⁷ In Anlehnung an RÖSCH (1996)

	Autobahnen	Bundes-, Landes-, Kreisstraßen	in Bayern ¹
Gehölzfläche	0,6 ha/km	0,2 ha/km	9.201 ha
jährliche Nutzung	3,4 t _{ca.50%} /(ha/a)	4,1 t _{ca.50%} /(ha/a)	37.000 t _{ca.50%} /a ²

¹ Zugrunde liegt die Länge der unterschiedlichen Straßentypen entsprechend LfStaD (1999).

Tab. 13: Schnittgutmengen bei der Pflege von Straßenbegleitgehölzen nach DINTER und MORITZ (1987)

von straßenbegleitenden Bäumen und Sträuchern. DINTER und MORITZ (1987) erhoben die anfallenden Schnittgutmengen im Landschaftsverband Rheinland, die für Deutschland als repräsentativ gelten können.

Eine telephonische Rücksprache mit Vertretern der Autobahndirektion Südbayern ergab ähnliche Größenordnungen für die genannten Werte.⁶⁸ Als typische Entnahmemenge einer 20-jährigen Hecke wurden 150-300 Srm Hackschnitzel pro ha genannt, das entspricht 2-4 t atro/ha und Jahr. Die Pflegearbeiten entlang der Autobahnen und Eisenbahnstrecken werden meist anhand einer öffentlichen Ausschreibung an Unternehmen vergeben, die anschließend auch für die Verwertung der Hackschnitzel zuständig sind. Eine thermische Verwertung ist dabei inzwischen üblich.

Das technische Potenzial an Straßen- und Eisenbahnbegleitgehölzen für Bayern insgesamt beträgt ca. 0,075 Mio. t atro/a.

Das an Gewässern meist unregelmäßig anfallende Schwemmholz ergibt weitere ca. 0,005 Mio. t atro pro Jahr.⁶⁹

Herkunft	Potenzial in Mio. t atro/a
Feld- und Gewässer-randgehölze sowie Hecken	0,1
land- und forstwirtschaftliche Sonderkulturen	0,01
kommunaler Gehölzschnitt	0,15
Straßen- und Eisenbahnbegleitgehölze	0,075
Schwemmholz	0,005
Summe Flur- und Schwemmholz	0,34

Tab. 14: Flur- und Schwemmholzpotenzial in Bayern

⁶⁸ PIMPI, A. (2005): Mündliche Mitteilung

⁶⁹ WAGNER, K.; WITTKOPF, S. (2001)

Insgesamt stehen damit in Bayern theoretisch über 0,3 Mio. t atro/a an Flur- und Schwemmholz zur Verfügung (Tabelle 14).

Von diesem Potenzial von über 0,3 Mio. t atro/a werden derzeit schätzungsweise 0,15 Mio. t atro/a genutzt.

4.4.2 Verwendung

In den geförderten bayerischen Heiz(kraft)werken stammen nach Angaben der Betreiber ca. 5 % der eingesetzten Biomasse aus Flur- und Schwemmholz. Weitere Mengen an Flurholz, Holz aus land- und forstwirtschaftlichen Sonderkulturen sowie Begleitgehölze werden in ländlichen Gebieten in privaten Haushalten als Brennstoff eingesetzt. Das Potenzial an Flur- und Schwemmholz für Biomasse(heiz)kraftwerke wird derzeit nicht ausgenutzt.

4.4.3 Preise

Die Heiz(kraft)werksbetreiber in Bayern bezahlen auf Grund der Inhomogenität von Flur- und Schwemmholz (unterschiedliche Holzfeuchten und Holzarten, hoher Anteil an Reisig etc.) im Durchschnitt geringere Preise als für Waldhackschnitzel (Kap. 4.1.5). Teilweise wird das Material ohne Zuzahlung abgegeben, um anfallende Kosten für eine Deponierung zu vermeiden.

4.5 Pellets und Holzbriketts

Eine im Vergleich zu den bereits genannten Energieholzsortimenten relativ neue Form von Holzbrennstoffen sind Pellets und Holzbriketts.

Pellets werden unter hohem Druck aus unbehandeltem Holz ohne Zusatz von chemisch-synthetischen Bindemitteln hergestellt. Dabei ist zwischen genormten Pellets und Industriepellets zu unterscheiden. Auf Grund des Einsatzes von rindenhaltigem Rohmaterial weisen Letztere höhere Ascheanteile sowie hohe Abriebwerte (hoher Staubanteil) auf. Deshalb eignen sich Industriepellets für den Einsatz in privaten Kleinf Feuerungsanlagen nicht (z. B. Gefahr der Verschlackung).

Der Energiegehalt eines Kilogramms Pellets entspricht ungefähr dem eines halben Liters Heizöl.

Durchmesser	4 bis 10 mm
Länge	< 50 mm
Heizwert	18 MJ/kg
Dichte	1,12 kg/dm ³
Wassergehalt	< 10 %
Aschegehalt	< 0,5 %
Abrieb	max. 2,3 %
Rohstoff	Unbehandeltes, naturbelassenes Holz

Tab. 15: Kennzahlen für genormte Pellets (nach DINplus-Norm)⁷⁰

Wie Tabelle 15 zeigt, zeichnen sich Pellets durch eine hohe Energiedichte aus.

Diese hohe Holzverdichtung ermöglicht einen wirtschaftlichen Transport und eine platzsparende Lagerung.⁷¹ Auf Grund der guten Rieselfähigkeit werden Pellets in modernen Tankwagen transportiert. Bei der Lagerung ist zu beachten, dass 2 t Pellets 1.000 Liter (=1 m³) Heizöl ersetzen können. Für sie muss ein Lagerraum von 3 m³ eingeplant

werden. Unsachgemäßer Transport oder Lagerung führt in der Regel zu erheblichen Qualitätseinbußen. Daher bestehen hohe Anforderungen an die Zwischenlager, Transportfahrzeuge und das Zustellpersonal. Die Vorgaben sehen unter anderem ein geeichtes An-Bord-Wiegesystem auf dem LkW, die Sortenreinheit der Pellets, den Schutz vor Nässe sowie eine Absaugvorrichtung vor.

Die für Pellets vorgeschriebene DINplus bzw. Ö-Norm⁷² garantiert ein strenges Verbot chemisch-synthetischer Bindemittel wie Lacke oder Leime. Bei der Verbrennung von Pellets fällt Asche an (< 0,5 %), die problemlos über den Hausmüll entsorgt werden kann.

Neben Pellets gehören Holzbriketts (Nadelholz-, Buchen-, Eichen-, Rindenbriketts) zur Kategorie der aus trockenen Säge-/Hobelspänen gewonnenen Presslinge. Diese kennzeichnen ein geringer Feuchtigkeitsgehalt (< 10 %) sowie eine hohe Dichte.

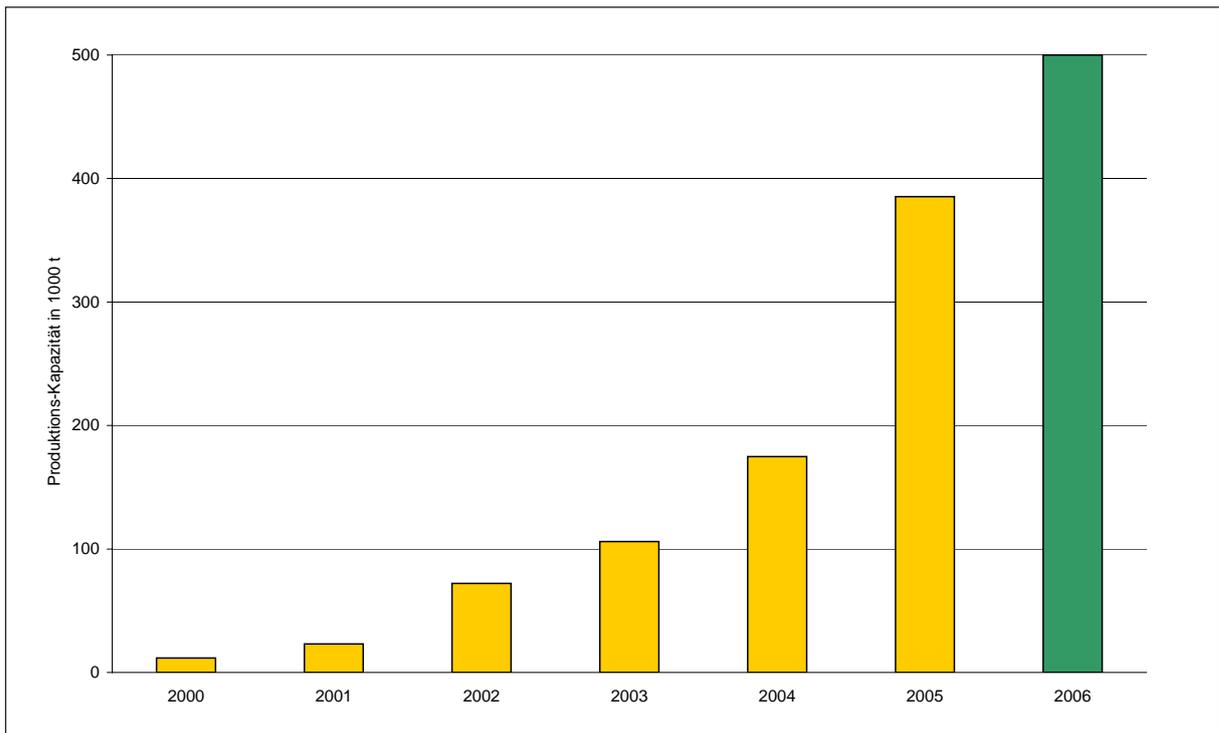


Abb. 14: Entwicklung der deutschen Normpelletsproduktion (2006 prognostiziert); Quelle: FISCHER, J. (2006)

⁷⁰ Nach Vorgaben der DIN 51731

⁷¹ 1 t atro Pellets entspricht ca. 2,7 Rm (Ster) Scheitholz

⁷² Die Norm aus Österreich regelt die Qualität von Holzpellets wesentlich restriktiver, so z.B. den Abrieb. Der Abrieb ist ein Maß für die Härte und Stabilität des Pellets. Je geringer dieser Wert ist, desto stabiler sind die Pellets und desto geringer ist die Staubentwicklung beim Einblasen. Seit Frühjahr 2002 ist in Deutschland auch eine Zerifizierung durch die DIN CERTCO Gesellschaft für

Konformitätsbewertung mbH nach DINplus möglich. Das DINplus-Zertifikat kombiniert die Anforderungen der Deutschen DIN 51731 mit denen der österreichischen Ö-Norm 7135 und stellt zusätzlich bestimmte Anforderungen an die Qualitätssicherung. So muss der Hersteller der Pellets z. B. gewährleisten, dass mindestens einmal wöchentlich eine Eigenüberwachung und Qualitätsprüfung der Pellets hinsichtlich Wassergehalt, Rohdichte und Abriebverhalten erfolgt. Darüber hinaus findet mindestens einmal pro Jahr eine unangemeldete Besichtigung des Herstellungsbetriebes statt.

Häufig stellen Schreinereien, Zimmereien oder Hobelwerke Holzbriketts her, vermarkten sie regional oder verbrennen sie selbst im eigenen Betrieb. 1 t Holzbriketts entspricht dem Energieinhalt von ca. 4 Srm trockenem Kaminholz (Feuchte 12-15 %).

Die genormten Eigenschaften von Pellets und Briketts erschliessen neue Abnehmergruppen, insbesondere auch in Städten.

4.5.1 Aufkommen

In der Regel fertigen Betriebe der holzbe- und -verarbeitenden Industrie Pellets. Als Ausgangsmaterial für Normpellets dienen Späne und Hobel-späne aus dem Säge- bzw. Industrierestholzanfall.

Da diese Pellets definierte Eigenschaften aufweisen müssen, sind für die Produktion kapitalintensive Anlagen und ein erhebliches Wissen nötig.

Die deutsche Pelletsproduktion ist seit dem Jahr 2000 stark angewachsen (Abbildung 14).

Nach Angaben des Energie-Pellet-Verbandes belief sich im Jahre 2005 in Deutschland die Produktionskapazität auf ca. 0,4 Mio. t Pellets. Anfang 2006 befanden sich weitere 14 Werke in Planung. Allein in Bayern lag nach eigenen Erhebungen die Produktionskapazität Ende 2005 bei über 0,1 Mio. t. Diese Kapazität⁷³ wird allein durch das neue Pelletswerk in Straubing (Firma CompacTec) ab Ende 2006 um weitere ca. 0,14 Mio. t erweitert.⁷⁴

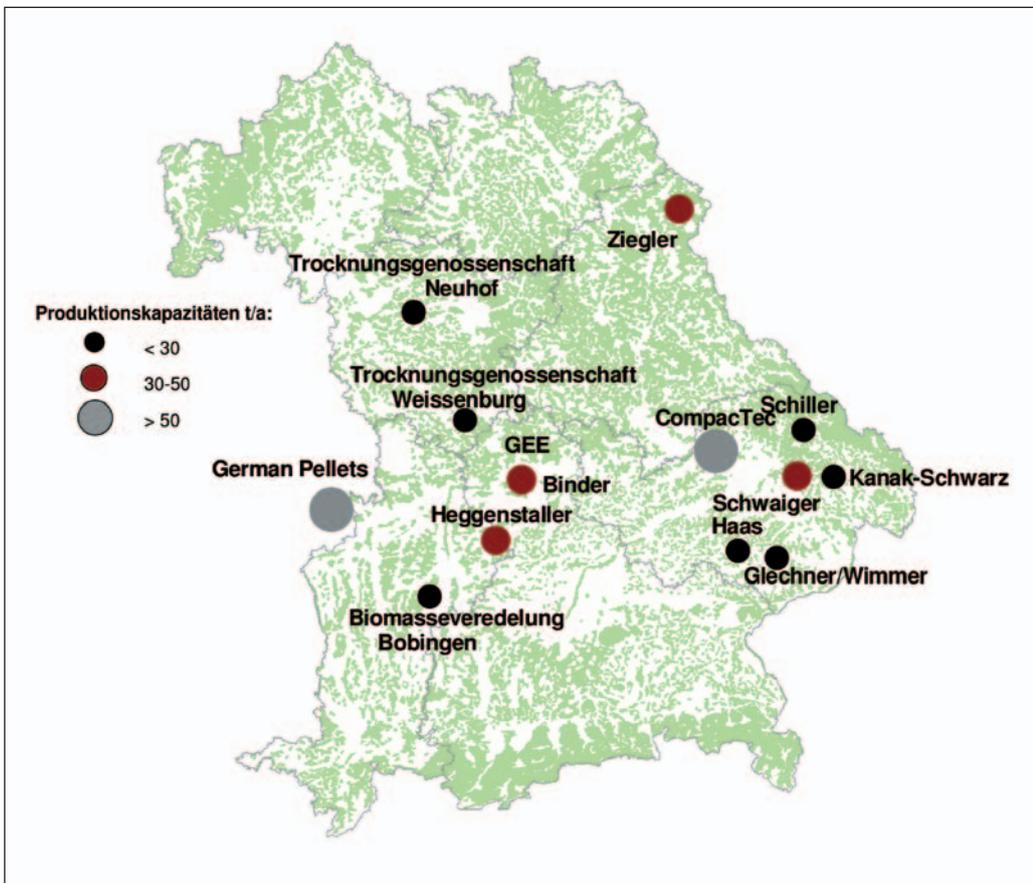


Abb. 15: Kartendarstellung der bestehenden und in Planung/Bau befindlichen bayerischen Pelletsproduktionsstandorte (Stand: März 2006) - geplante Produktionskapazität für Ende 2006 insgesamt 0,36 Mio. t/a

⁷³ Bei den Angaben ist zu beachten, dass sich die Kapazitätsnennungen auf die maximale Anlagenauslastung beziehen. Diese wird häufig unterschritten, da die Anlagen teilweise nur saisonal arbeiten. Einige Betreiber orientieren sich am Anfall der eigenen Resthölzer, die bei Schwankungen oftmals nicht die volle Auslastung der Pelletpressen erlauben.

⁷⁴ Am 28.1.2006 wurde Deutschlands größtes Holzpellets-Kraftwerk in Straubing (Bayern) in Betrieb genommen.

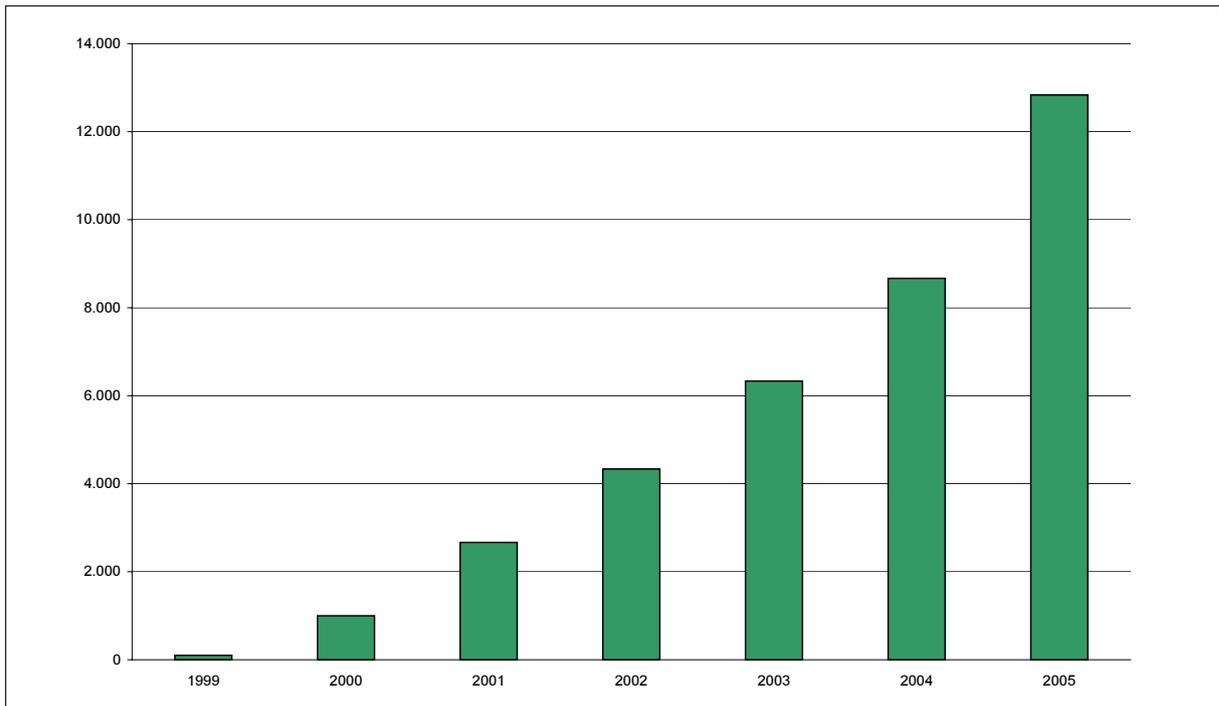


Abb. 16: Entwicklung der Anzahl der Pelletsheizungen in Bayern;
Quelle: Herleitung auf Basis der BAFA (2005) und FISCHER, J. (2006)

Am 13. Januar 2006 wurde in Herbrechtingen (Baden-Württemberg, an der bayerischen Grenze) der Grundstein für ein weiteres großes Pelletwerk der Firma German Pellets gelegt. Jährlich sollen dort 0,12 Mio. t Pellets produziert werden. Ein weiteres Werk ist bei der Firma Heggenstaller in Unterbernbach (bei Augsburg) in Planung.

Die mit der wachsenden Zahl von Werken zunehmende Produktionskapazität kann den Verbrauch der schnell steigenden Menge an Pelletsheizungen sicher decken.

Im Gegensatz zu den Pelletieranlagen mit teilweise über 100.000 t Produktion pro Jahr werden Briketts meist in Einheiten von < 1.000 t pro Jahr hergestellt.⁷⁵ Die Produktion beträgt in Bayern jährlich ca. 0,1 Mio. t atro.

4.5.2 Verwendung

Holz-briketts werden beim Heizen zur Ergänzung oder zum Ersatz des klassischen Scheitholzes verwendet. Pellets dagegen werden nicht in herkömmlichen Holzheizungen oder Öfen verfeuert, sondern hauptsächlich in modernen Zentralheizungen, die annähernd den gleichen Komfort bieten

wie Öl- und Gasheizungen. Hierbei werden drei auf dem Markt befindliche Bauarten unterschieden:⁷⁶

- ◆ Pellet-Zentralheizungskessel
- ◆ Pelletöfen
- ◆ Pellet-Brenneraufsätze.⁷⁷

Alle drei Typen von Pelletsheizungen haben dabei in den letzten Jahren in Bayern stark zugenommen, wie Abbildung 16 verdeutlicht. Heute befindet sich deutschlandweit bereits jede dritte Pelletsheizung in Bayern.⁷⁸

4.5.3 Preise

Holz-briketts sind über Baumärkte zu beziehen oder spezialisierte Händler liefern sie auf Paletten frei Haus. Die Durchschnittspreise pro kg liegen zwischen 0,20-0,40 Cent (abhängig von Menge und Lieferung bzw. Selbstabholung) und damit höher als für klassisches Scheitholz, aber günstiger als Öl und Gas.

⁷⁵ ZAMBLERA, C.; GARNIER, C. (2003)

⁷⁶ Für den störungsfreien Betrieb von Öfen wird der Kauf von Qualitätspellets empfohlen (DIN 51731 bzw. Ö-NORM M 7135).

⁷⁷ Eine Marktübersicht über Pelletsöfen und -heizungen findet sich bei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe im Internet unter www.bio-energie.de (Stand 2.02.2006).

⁷⁸ FISCHER, J. (Deutscher Energie Pellet-Verband e.V.) (2006): Mündliche Mitteilung

⁷⁹ FISCHER, J. (Deutscher Energie Pellet-Verband e.V.) (2006): Mündliche Mitteilung

Die Preise für Pellets-Sackware (25 kg-Sack) liegen zur Zeit bei ca. 260 € pro t. Der Preis von etwa 170 € pro t (Lieferung von 5 t im Umkreis von 50 km, alles inklusive - Stand Anfang 2006) entspricht einem Preis von ca. 3,7 Cent pro Kilowattstunde oder einem Heizölpreis von 37 Cent pro Liter.⁸⁰ Bei Abnahmemengen über 5 t sind in der Regel Mengenrabatte möglich. Bei der industriellen Pellets-Produktion sind ein erhebliches technisches Wissen und hohe Investitionen nötig; derzeit liegen die Produktionskosten bei 50-100 €/t⁸¹ bei einem Marktpreis von 160-190 €/t (Preise stark mengenabhängig).

Im Gegensatz zu den stark angestiegenen Öl- und Gaspreisen ist der Pelletspreis seit Jahren relativ stabil geblieben.⁸² Gegen eine Preisexplosion bei Pellets, auch bei weiter steigenden Ölpreisen, sprechen die hohen Potenziale an Säge- und Hobel-spänen sowie die technische Möglichkeit, Waldholz als Ausgangsmaterial zur Pelletserzeugung zu verwenden. Die Möglichkeit von Importen, insbesondere aus osteuropäischen Ländern, trägt zu einer Preisstabilität bei. Pellets werden bisher noch

nicht direkt aus Waldholz produziert, da die Produktionskosten um bis zu 20 € höher liegen als bei Sägespänen.⁸³ Derzeit stehen die benötigten Mengen an Spänen auf dem Markt (noch) vergleichsweise günstig zur Verfügung.

4.6 Holz aus Energiewäldern

Der Anbau von Energiewäldern auf stillgelegten⁸⁴ landwirtschaftlichen Flächen stellt ein weiteres Potenzial für Energieholz in Bayern dar. Ein Energiewald ist eigentlich nichts anderes als der in Mitteleuropa seit langem bekannte Niederwald zur Brennholzerzeugung mit dem Unterschied, dass hier züchterisch bearbeitetes Material von Balsampappel, Aspe und Weide in sehr kurzen Umtrieben von circa zwei bis acht Jahren angebaut wird.

Seit der Novellierung des Waldgesetzes für Bayern im Jahr 2005 sind Energiewälder (Kurzumtriebswälder, Energieplantagen, Feldholz) kein Wald im Sinne des Gesetzes mehr. Die Anlage von Kurzumtriebskulturen bedarf nach dem Waldgesetz für Bayern einer Erlaubnis.⁸⁵



Abb. 17: Energiewald drei Monate nach der Begründung (Foto: F. Burger)

⁸⁰ C.A.R.M.E.N. e.V. (2006), im Internet unter www.C.A.R.M.E.N.-ev.de (Stand: 1.02.2006)

⁸¹ THEK, G. (2001)

⁸² Vergleiche Preisentwicklungen für Pellets mit Öl im Internet unter: http://www.uwe-energie.de/Preisentwicklung_Oel_Pellets.pdf (Stand 3.02.2006)

⁸³ FISCHER, J. (2006): Mündliche Mitteilung

⁸⁴ Stilllegung bedeutet „Herausnahme aus der Nahrungsmittelproduktion“. Die stillgelegten Flächen können entweder brach liegen, für Naturschutzzwecke oder für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen genutzt werden.

⁸⁵ Dazu Art. 16 Abs. 1 im Waldgesetz für Bayern (BayWaldG)



Abb. 18: Gehölmähhäcksler bei der Ernte von fünfjährigen Pappeln (Foto: F. Burger)

Ein Vorteil von Energiewäldern besteht darin, dass diese mit herkömmlicher motormanueller Technik zu beernten sind. Mobile Hacker zur Erzeugung der Hackschnitzel sind in Bayern flächendeckend vorhanden und können über den örtlichen Maschinenring oder den Unternehmer bezogen werden. Niedrigmechanisierte Ernteverfahren reichen bei der kleinstrukturierten Landwirtschaft in Bayern weitgehend aus. Für die Ernte von größeren Energiewaldflächen im industriellen Maßstab ist allerdings die Entwicklung von vollautomatisch arbeitenden Maschinen notwendig, die die Bäume in einem Arbeitsgang fällen und hacken. Im deutschsprachigen Raum existieren nur einige Prototypen solcher Maschinen wie der Gehölmähhäcksler (Abbildung 18).

4.6.1 Aufkommen

Die Anbaufläche von Energiewäldern ist in Bayern bisher hauptsächlich auf wissenschaftliche Versuchsflächen begrenzt.⁸⁶ Mehrere hundert Hektar Energiewald sollen in Deutschland derzeit in den neuen Bundesländern angelegt werden. Dort liegen auf Grund der durchschnittlich größeren Landwirtschaftsbetriebe bei Stilllegungen wirtschaftlich leichter zu bearbeitende umfangreichere Flächen vor. In der Lombardei/Norditalien wurde der An-

bau von Balsampappeln auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen in den letzten Jahren bereits forciert und ca. 8.000 ha Energiewald angelegt.⁸⁷

Bei weiter steigenden Ölpreisen bieten sich den Energiewäldern bedeutende Potenziale: FLAIG und MOHR gingen 1993 davon aus, dass in Europa bis zum Jahr 2005 16-20 Mio. ha (Deutschland: 4-5 Mio. ha) aus der Nahrungsmittelproduktion genommen werden können. HARTMANN und STREHLER (1995) unterstellten nur eine Fläche von 1,5 -2,5 Mio. ha. Beide Prognosen erwiesen sich als zu hoch gegriffen. Nach Schätzung des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten wurden in Bayern im Jahr 2005 auf einer Fläche von 230.000 Hektar nachwachsende Rohstoffe angebaut. Dabei nehmen Stilllegungsflächen gegenüber ausgewiesenen Nutzflächen (Basisflächen) eine zurückgehende Bedeutung ein (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN 2006, mündliche Mitteilung).

Diese Flächen können aber nicht ausschließlich dem Anbau von Energiewäldern dienen. Insbesondere auf trockenen flachgründigen Standorten sind die Erträge möglicherweise zu gering für einen wirtschaftlichen Anbau. HARTMANN und STREHLER (1995) begrenzten in ihrer Studie den Flächenanteil der schnellwachsenden Baumarten daher auf maximal

⁸⁶ Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) betreut davon 35 ha Versuchsflächen.

⁸⁷ SPINELLI, R. (2005): mündliche Mitteilung

		Flächen mit nachwachsenden Rohstoffen in Bayern: 230.000 ha (2005)	
		Zuwachs	
		Variante 1	Variante 2
		10 t _{atro} /(ha*a)	13 t _{atro} /(ha*a)
Flächenanteil der schnellwachsenden Baumarten	10 %	0,2 Mio. t _{atro} /a	0,3 Mio. t _{atro} /a
	20 %	0,5 Mio. t _{atro} /a	0,6 Mio. t _{atro} /a
	30 %	0,7 Mio. t _{atro} /a	0,9 Mio. t _{atro} /a
	40 %	0,9 Mio. t _{atro} /a	1,2 Mio. t _{atro} /a
	50 %	1,2 Mio. t _{atro} /a	1,5 Mio. t _{atro} /a

Tab. 16: Potenzial für die Energieholzgewinnung mit Energiewäldern in Bayern

40 %. Tabelle 16 zeigt in Anlehnung an HARTMANN und STREHLER (1995) eine Potenzialabschätzung für die Energiegewinnung mit Kurzumtriebswäldern in Bayern.

Für Bayern errechnet sich somit je nach Variante ein theoretisches Potenzial zwischen 0,2 und 1,5 Mio. t_{atro}/a. Diese Schätzung bezieht sich allerdings nur auf Flächen, die im Jahr 2005 in Bayern mit nachwachsenden Rohstoffen bebaut wurden. Dem Landwirt steht es allerdings frei, bei weiter steigenden Preisen für fossile Energieträger vom Feldfruchtanbau zum Anbau von Energiewäldern zu wechseln und diese auf größerer Fläche anzubauen.

Bei der derzeitigen Preissituation von Hackschnitzeln ist die Anlage von Energiewäldern insbesondere für die eigene Versorgung attraktiv. Deshalb wird das Potenzial im Verhältnis der oben angegebenen Spanne im unteren Drittel auf etwa 0,5 Mio. t_{atro} angeschätzt. Des Weiteren hängt die Ausschöpfung des Potenzials von der EU-Rahmengesetzgebung und der Agrarförderpolitik ab.

4.6.2 Preise

Praxisversuche zeigen, dass die Qualität der Hackschnitzel aus Energiewäldern derjenigen von Waldhackschnitzeln (Fichte) ähnelt und deshalb entsprechende Preise erzielt.

Die Fragen des Anbaus und der Pflege von Energiewäldern sind weitgehend geklärt. Tabelle 17 gibt

eine Übersicht der Kosten. Die Arbeiten der LWF auf neun Standorten in Bayern lassen bei der Balsampappel einen Zuwachs von 10 bis 13 t Trockenmasse pro Jahr und Hektar erwarten. Die beabsichtigte Wiederaufnahme der Züchtung neuer Sorten und Klone wird das Ertragspotenzial von Energiewäldern in Zukunft wohl noch steigern.⁸⁸

Ungeklärt ist bis jetzt noch die Frage, über wie viele Rotationen ein Energiewald genutzt werden kann. Gerade die mögliche Gesamtdauer der Nutzung beeinflusst die Wirtschaftlichkeit in hohem Maße.⁹⁰

Der Anbau von Energiewäldern auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen wird mit einer flächenbezogenen Ausgleichszulage gefördert.

Zusätzlich gewährt der Freistaat Bayern für die Anlage einen Investitionskostenzuschuss nach den WALD-FÖP-Richtlinien.⁹¹

Mit dem Zuwachs von 10-13 t Trockensubstanz pro Jahr und Hektar lassen sich 5.000 bis 6.000 Liter Heizöl einsparen. Das ist mehr als bei den konkurrierenden Fruchtarten Energieweizen und Non-Food-Raps. Gleichzeitig werden mit steigenden Rohölpreisen auch alternative Kraftstoffe, z. B. basierend auf der „Biomass to Liquid (BTL)-Techno-

Maßnahmen	Kosten in € pro ha
Totalherbizid Ausbringung Mittel	15 20
Pflügen	80
Kreiseleggen	40
Vorauflaufmittel Ausbringung Mittel	15 50
5.000 Stecklinge à 0,18 €	900
Abstecken	200
Summe	1.320

Tab. 17: Kostenkalkulation für die Anlage eines Energiewaldes⁸⁹

⁸⁸ WOLF (2006): mündliche Mitteilung

⁸⁹ Die Angaben beziehen sich auf die aktuellen Vergütungssätze des Kuratoriums Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e.V. sowie auf die Stecklingspreise ab Baumschule in Bayern 2003.

⁹⁰ DREINER, K. et al. (1994)

⁹¹ BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2004): Richtlinien für Zuwendungen zu waldbaulichen Maßnahmen im Rahmen eines forstlichen Förderprogrammes

logie“ konkurrenzfähig, bei der es nicht auf die Inhaltsstoffe, sondern nur auf die Massenleistung der angebauten Energiepflanze ankommt. Auch dies spricht für einen verstärkten Anbau von Energiewäldern, zeigt aber auch die Wichtigkeit der kontinuierlichen Züchtung neuer Sorten und Klone.

Das Interesse der Landwirte am Anbau von Energiewäldern auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen hat mit dem steigenden Ölpreis stark zugenommen. In Zukunft könnte sich der Anbau mit weiter steigenden Energiepreisen auch von den Agrarsubventionen und Stilllegungsquoten abkoppeln. Eine Abschätzung der zukünftigen Anbaufläche zu treffen ist schwierig, da sich der Markt für nachwachsende Rohstoffe ständig wandelt. Die

Alternative zum Energiewald ist nicht der Wald im herkömmlichen Sinn, sondern sind andere nachwachsende Rohstoffe wie Mais für Biogasanlagen sowie Non-Food-Raps etc.. Im Gegensatz zu den meist einjährigen landwirtschaftlichen Anbauprodukten beinhaltet die Anlage von Energiewald mit mehrjähriger Bindung des Bodens (mindestens 25 Jahre) bei sich ständig ändernder Agrarpolitik ein höheres Risiko. Klar ist aber auch, dass der ständige anbautechnische und züchterische Fortschritt in der Landwirtschaft und die daraus resultierende Produktionssteigerung von 2 % pro Jahr sowie der Beitritt von zehn neuen Kandidaten in die EU zum Herausnehmen von landwirtschaftlichen Flächen aus der Nahrungsmittelproduktion führen wird.

5 Holzverbraucher

Im folgenden Kapitel wird der Holzverbrauch der Feuerstätten, der geförderten/nicht geförderten Biomasseheiz(kraft)werke sowie der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie in Bayern dargestellt.

5.1 Feuerstätten

Die Verwendung von Holz in Feuerstätten (Leistung < 100 kW) lässt sich als „klassische Nutzung von Biomassebrennstoffen“ bezeichnen. Dabei ist zwischen handbeschickten Öfen sowie automatisch beschickten Anlagen zu unterscheiden.

Insbesondere in den letzten Jahren stieg der Bestand an modernen Feuerstätten (beispielsweise Kaminöfen) um fast 14 %, so dass es mittlerweile in Bayern 2 Mio. moderne, holzverbrauchende Feuerstätten gibt.⁹² Diese sowie weitere ca. 350.000 mit Holz befeuerten Kleinfeuerungsanlagen (installierte Leistung 18 kW, durchschnittliche Laufzeit 1.000 St/a), werden meist zusätzlich zu bestehenden Öl- oder Gasanlagen betrieben.⁹³ Vor allem die gestiegenen Heizölkosten, die Entwicklung neuer Geräte sowie die notwendigen Heizungsmodernisierungen lösten diese Entwicklung aus.

Die überwiegende Anzahl der Haushalte nutzt dabei Holz (Scheitholz, Pellets, Hackschnitzel und Briketts) - mit Schwerpunkt auf Scheitholz. Bei einem durchschnittlichen Jahresverbrauch von 2-3 Rm Holz⁹⁴ pro Feuerstätte werden jährlich ca. 1,6 Mio. t atro Holz verbrannt.⁹⁵ Davon stammen über drei Viertel der Holzmenge, also knapp 1,3 Mio. t atro, direkt aus dem Wald. Der Rest von

0,3 Mio. t atro setzt sich zusammen aus dem Holzanfall aus der Feldflur und aus Gärten, aus Industrierestholz, Briketts und Altholz.⁹⁶ Derzeitig werden in Bayern jährlich weitere 50.000 Feuerstätten gebaut. Dies entspricht einem zusätzlichen Bedarf von über 50.000 t atro pro Jahr. Insbesondere im ländlichen Raum werden derzeit bis zu 80 % aller Wohnungsneubauten mit modernen Holzfeuerstätten ausgestattet.⁹⁷

Ein Nachteil der mit Scheitholz beschickten Kleinanlagen liegt in der nicht automatisierten Brennstoffzuführung. Automatisch beschickte Feuerungsanlagen (z. B. Pelletsheizungen, Hackschnitzelheizanlagen) bieten einen ähnlichen Komfort im Hinblick auf die Brennstoffzufuhr wie Öl- und Gasheizungen.⁹⁸

Auf Grund der teuren Anlagentechnik eignen sich Hackschnitzelheizungen meist nur bei größeren Leistungen (mindestens 20 kW) und einem Bedarf an größeren Wärmemengen. Der Gesamtbestand liegt in Bayern bei über 12.000. Der Rohstoffverbrauch in bäuerlichen Hackschnitzelheizungen (bis 100 kW) liegt bei knapp 0,2 Mio. t atro pro Jahr und ist in den letzten Jahren angestiegen.⁹⁹

Von den über 2 Mio. Feuerungsanlagen in Bayern liegt der Bestand an Pelletsöfen bei 15.000 Stück, allerdings kennzeichnen sehr hohe Wachstumsraten diesen Markt. Der Pelletsverbrauch in Bayern liegt derzeit bei knapp 0,1 Mio. t/a (Basis: 2005; siehe Kap. 4.5).¹⁰⁰

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass ein Anstieg der mit Holz betriebenen Feuerstätten sowie eine starke Steigerung des Holzeinsatzes in bereits bestehenden Kleinanlagen zu einer erhöhten Nachfrage nach Scheitholz, Waldhackschnitzeln und Pellets führen.

⁹² Aussage von WAZULA, H. (2006); Statistische Erhebungen des Bayerischen Kaminkehrerhandwerks von 2004; dazu auch die Gebäude- und Wohnungserhebung des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung von 1996, die damals bereits eine Anzahl von 1,8 Mio. moderner Feuerstätten auf Holzbasis auswies (KÖNIG 1999) sowie ZOLLNER, H. (2005)

⁹³ RWI und FORSA (2004)

⁹⁴ Mitteilung von WAZULA, H. (2006), auch HRUBESCH, P. (1996): Holzverbrauch in den Haushalten Deutschlands. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin

⁹⁵ Annahme: Verhältnis von Laub- zu Nadelholz von 1:1; folgende Umrechnungsfaktoren gelten: Rm zu Fm: 0,65; Fm zu t atro: bei Laubholz 1,8; Nadelholz 2,5

⁹⁶ HRUBESCH, P. (1996)

⁹⁷ Mitteilung von WAZULA, H. (2006)

⁹⁸ Eine detaillierte Beschreibung der aktuellen Feuerungstechnik findet sich in der vom Holzabsatzfonds herausgegebenen Broschüre „Moderne Holzfeuerungsanlagen“ aus dem Jahr 2001

⁹⁹ Vgl. Angaben der Messstatistik des Landesinnungsverbandes der bayerischen Kaminkehrer

¹⁰⁰ FISCHER, J. (2006)

Feuerungsanlagen in Schreinereien, Zimmereien und Gewerbebetrieben

Auf Grund des hohen Anfalls an Industrierestholz stellen insbesondere Schreinereien und Zimmereien einen wichtigen Holzverbraucher dar. Die Institution C.A.R.M.E.N. e.V. (1998) ermittelte in einer schriftlichen Umfrage den Brennstoffeinsatz aller in Oberbayern ansässigen Zimmereien und Schreinereien (35 % Rücklaufquote). Ein Anteil von 45 % dieser Betriebe gab an, Verbrennungsanlagen für Holz zu besitzen. Durchschnittlich verbrannte jeder dieser Betriebe 116 t lutro Industrierestholz (Stückholz, Hackschnitzel und Späne) pro Jahr.

Auf Basis dieser Angaben wurde eine Hochrechnung auf die derzeitig ca. 10.000 Firmen¹⁰¹ in Bayern vorgenommen.¹⁰² Unter der Annahme eines durchschnittlichen Wassergehaltes des Holzes von 15 % verbrennen die bayerischen Schreinereien, Zimmereien und Gewerbebetriebe insgesamt umgerechnet über 0,6 Mio. t atro/a Industrierestholz.

5.2 Biomasseheiz(kraft)werke

Bei den Biomasseheiz(kraft)werken wird zwischen geförderten und nicht geförderten Anlagen unterschieden.

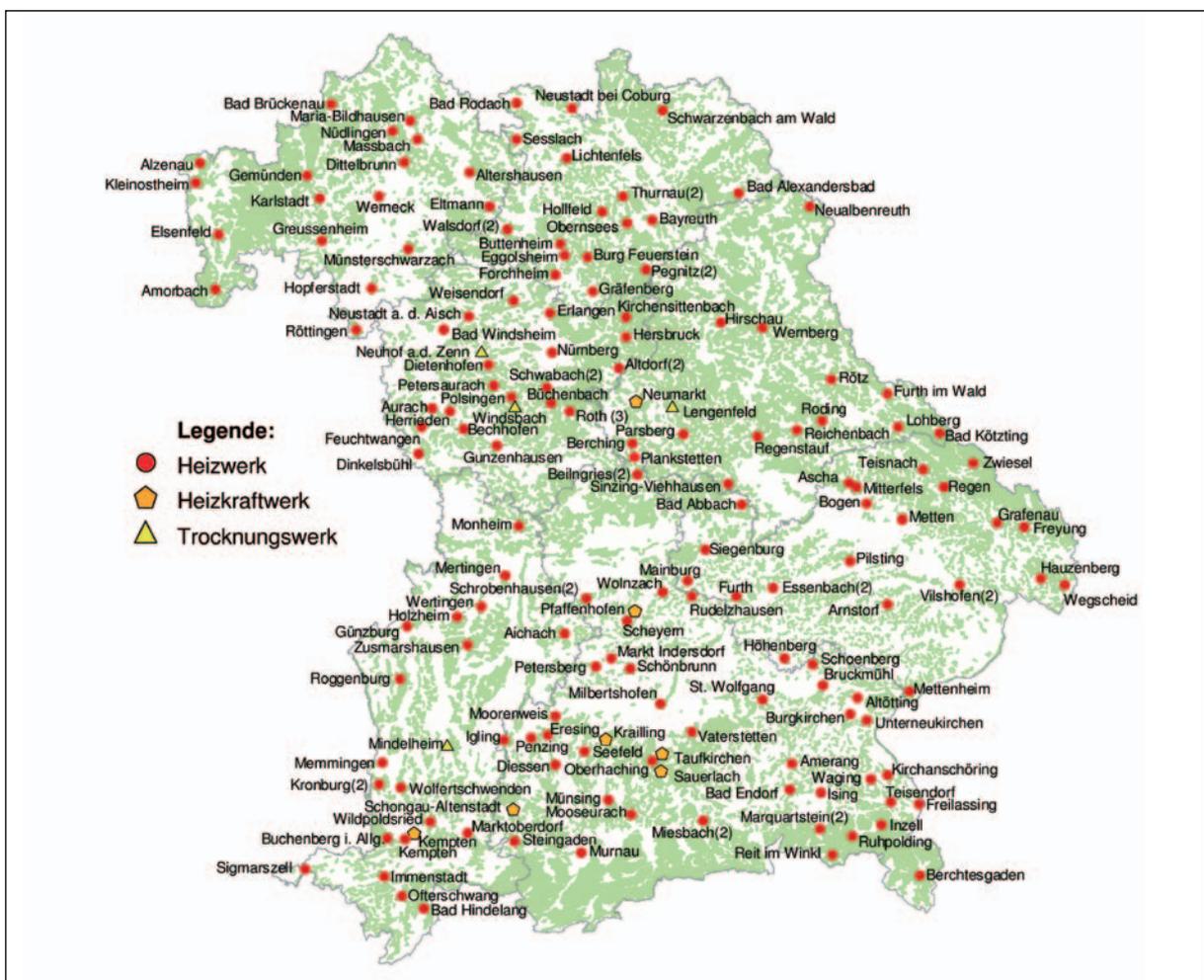


Abb. 19: Standorte der geförderten bayerischen Heiz(kraft)werke, Stand Juni 2006¹⁰³

¹⁰¹ Siehe Geschäftsbericht 2004 der Verbände des Bayerischen Zimmerer- und Holzbaugewerbes, nach dem es in Bayern 1.546 Betriebe gibt. Weiterhin finden sich insgesamt ca. 8.500 Schreinereien, die 42.250 Mitarbeiter in der Produktion und Montage von Möbeln, Treppen, Küchen, Innenausbauten, Fenstern, Wintergärten etc. beschäftigen (Handwerkskammer für Bayern 2004).

¹⁰² Bei der Hochrechnung der Umfrageergebnisse auf Bayern beruft sich C.A.R.M.E.N. e.V. (1998) auf die Auskunft der Handwerkskammer für München und Oberbayern, die besagt, dass 85 % des Energiebedarfs der Zimmerei- und Schreinereibetriebe aus Holz gedeckt werden.

¹⁰³ Karte von der LWF auf Basis der Daten von TFZ, C.A.R.M.E.N. e.V. und StMLF erstellt; Stand 30.6.2006

Geförderte Heiz(kraft)werke

In Bayern waren Ende 2005 ca. 170 geförderte Heiz(kraft)werke in Betrieb.¹⁰⁴

Das Ministerium für Landwirtschaft und Forsten kann eine Förderung bei Erfüllung bestimmter Vorgaben, z. B. einem Waldholzeinsatz von mindestens 25 % am gesamten Rohstoffverbrauch, bewilligen.

Der Biomasseeinsatz in den geförderten Anlagen Bayerns wurde mit Hilfe einer Erhebung an der LWF ermittelt.¹⁰⁵ Es

zeigte sich, dass 40 % der in Bayern ansässigen Biomasseheizwerke im Bereich unter 500 kW liegen.

Die Verteilung im Antwortverhalten zeigt, dass alle Größenklassen in der Stichprobe vertreten sind und daher ein Rückschluss der Ergebnisse auf die Grundgesamtheit möglich ist.

Differenziert man die Heiz(kraft)werke nach Regierungsbezirken, so wird deutlich, dass Oberbayern mit fast einem Drittel der insgesamt 170 Werke über die größte Anzahl verfügt. Die Mehrzahl besitzt eine Nennleistung von bis zu 1.000 kW. Ein Anteil von 10 % der oberbayerischen Anlagen zählt mit einer Nennleistung von über 5.000 kW zu den Großunternehmen auf diesem Sektor.

In Nordbayern ist die Gesamtzahl der Heiz(kraft)werke dagegen eher gering, weiterhin finden sich dort kaum größere Anlagen über 5 MW.

In den befragten 60 Heiz(kraft)werken wurden insgesamt 0,115 Mio. t atro Biomasse pro Jahr verbraucht. Rechnet man diesen Wert auf die derzeitige Anzahl von 170 Werken hoch, so ergibt sich für das Jahr 2005 ein Rohstoffbedarf von insgesamt knapp 0,5 Mio. t atro.

Der energetische Anteil von Biomasse aus Wäldern bzw. Energieholzplantagen für geförderte Anlagen muss während der Zweckbindungsfrist nachweislich mindestens 25 % betragen. In der Praxis

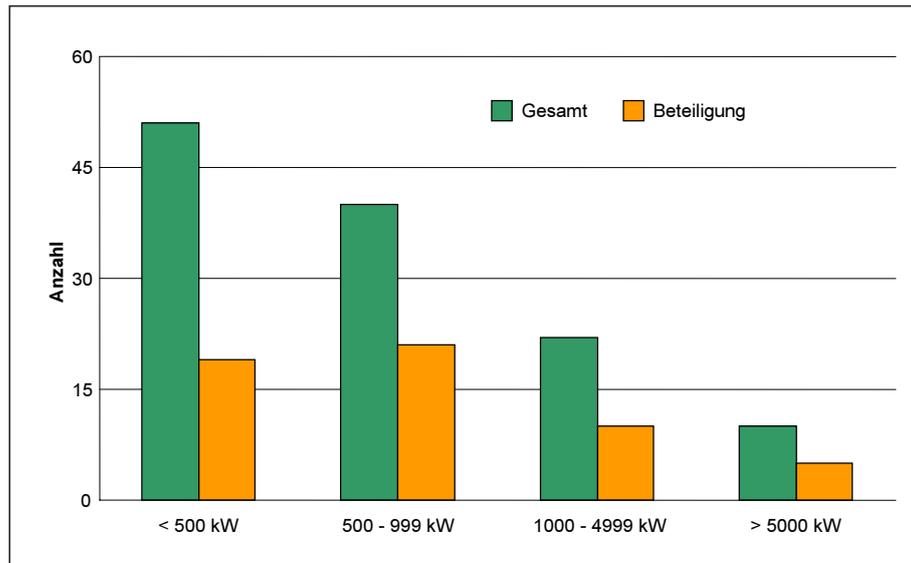


Abb. 20: Geförderte Biomasseheiz(kraft)werke 2004 und Befragungsbeteiligung, eingeteilt nach Biomassenennleistung; Quelle: NEUGEBAUER, G. et al. (2005)

wird dieser Wert mit einem Anteil an Waldhackschnitzeln von 59 % der insgesamt in Bayern eingesetzten Rohstoffmenge sogar übertroffen. Allerdings ging dieser Anteil von ehemals 67 % (Befragung der LWF im Jahr 2002) zu Gunsten der Sägenebenprodukte zurück, die mittlerweile zu 31 % verwendet werden. Mit je 5 % spielen Flurholz (z. B. aus Landschafts- und Straßenpflege) sowie „sonstige Biomasse“ (Gebrauchtholz, landwirtschaftliche Erzeugnisse) dagegen eine vergleichsweise geringe Rolle.

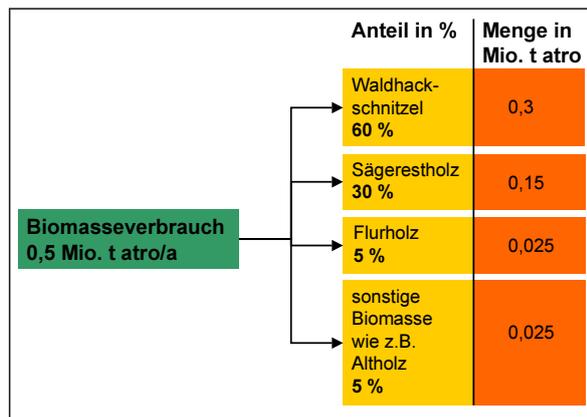


Abb. 21: Anteil der Energieholzsortimente am Rohstoffverbrauch der geförderten bayerischen Biomasseheiz(kraft)werke

Der Anteil der eingesetzten Biomasse hängt stark von der jeweiligen Größe der Heiz(kraft)werke ab. Es fällt auf, dass in den Anlagen bis 1.000 kW Waldhackschnitzel mit einem Anteil von über 77 % verwendet werden. Bei Großanlagen über 5.000 kW Nennleistung nimmt dieser Brennstoff nur noch

¹⁰⁴ Die Bewilligungsstelle für das bayerische Förderprogramm ist das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing (siehe Adressverzeichnis im Anhang).

¹⁰⁵ NEUGEBAUER, G. et al. (2005)

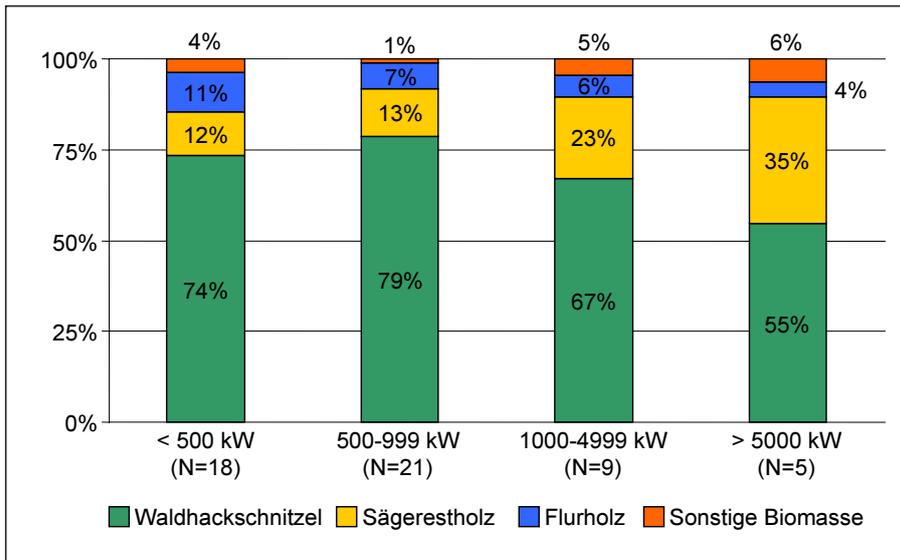


Abb. 22: Anteile der eingesetzten Biomasse bei verschiedenen Heizwerkgrößen (N = Anzahl der Nennungen)¹⁰⁶

55 % der eingesetzten Biomasse ein. Dagegen werden in den geförderten Biomasseheiz(kraft)werken derzeit deutlich mehr der günstigeren Sägenebenprodukte (insbesondere Späne und Schwarten/Spreißel) verbraucht (Abbildung 22).

Im Vergleich zur Umfrage 2002 ist der Durchschnittspreis für die verschiedenen Energieholzsortimente bei allen Heizwerken deutlich angestiegen. Dies ist auf die insgesamt erhöhte Nachfrage zurückzuführen.¹⁰⁷ Häufig streuen die Preise auf Grund der Betreiberstruktur (mit/ohne Waldbesitzerbeteiligung) bzw. der Vertragsart.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Brennstoffbedarf der bayerischen Biomasseheiz(kraft)werke kontinuierlich wächst. Im Mittel der letzten fünf Jahre nahm die Zahl der geförderten Werke (> 500 kW) jährlich um ca. 15 Anlagen zu.

Nicht geförderte Biomasseheiz(kraft)werke

Von den in Bayern derzeit existierenden, nicht geförderten Heiz(kraft)werken in einer Größenklasse von ca. 50 Anlagen (Feuerungswärmeleistung

> 1 MW) ermittelte die LWF den jeweiligen Biomasseverbrauch.¹⁰⁸ Die meisten Anlagen liegen im mittleren Leistungsbereich (meist bis 20 MW Feuerungswärmeleistung) und werden von der Holzindustrie wie z. B. Sägewerken betrieben. Derzeit existieren in Bayern acht Werke mit einer Feuerungswärmeleistung über 20 MW und Verbrennungskapazitäten von über 50.000 t atro/a. Rinde ist bei den meisten Anlagen nur zu einem geringen Teil am Brennstoffmix beteiligt.

Weil die Rinde aber in sehr großen Betrieben der Holzindustrie eingesetzt wird, ist ihr prozentualer Anteil an der Gesamteinsatzmenge mit über 40 % sehr hoch. Umgekehrt verhält es sich bei Waldhackschnitzeln, deren Anteil an der gesamten verwendeten Biomasse nur gering ist.

Bezieht man die Umfrageergebnisse von 2001 auf die Gesamtzahl der Anlagen in Bayern und rechnet weiterhin die in den letzten Jahren neu gebauten Werke hinzu, ergibt sich für die ca. 50 Werke ein Biomasseverbrauch von 0,8 Mio. t atro (Jahr 2005).¹⁰⁹

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass in den letzten 15 Jahren die Primärenergieerzeugung in bayerischen Biomasseheiz(kraft)werken sowohl bei den geförderten als auch bei den nicht geförderten deutlich anstieg. Von ca. 500.000 t atro im Jahr 1991¹¹⁰ erhöhte sich der jährliche Biomasseverbrauch im Jahre 2005 auf 1,3 Mio. t atro. Dieser setzt sich zusammen aus dem Verbrauch¹¹¹

- ◆ geförderter Biomasseheiz(kraft)werke mit 0,5 Mio. t atro;
- ◆ nicht geförderter Biomasseheiz(kraft)werke mit 0,8 Mio. t atro.

Eine Auswertung der Betriebsdaten der Heiz(kraft)werke in Bayern zeigte, dass sich derartige

¹⁰⁶ NEUGEBAUER, G. et al. (2005)

¹⁰⁷ Bei den Abrechnungsvarianten gibt es folgende Tendenzen: Neben der Abrechnung über das Raummaß wird mittlerweile am häufigsten über das Gewicht in Kombination mit dem Wassergehalt abgerechnet. Dabei werden unterschiedliche Abstufungen gewählt. Die Preisstaffelung erfolgt in 5- oder 10%- Schritten. Bei den kleineren Heizwerken wird zunehmend nach Wärmemengen vergütet.

¹⁰⁸ WAGNER, K.; WITTKOPF, S. (2001). In der Erhebung wurden 180 mögliche Adressen (z. B. Sägewerke, bekannte Anlagen) insgesamt angeschrieben und 45 Anlagen identifiziert. Auf Basis dieser Befragung wurden an der LWF in 2005 die Rohstoffmengen und Feuerungswärmeleistungen dieser Anlagen recherchiert.

¹⁰⁹ C.A.R.M.E.N. e. V. (1999)

¹¹⁰ LEUCHTWEIS, C. (2005). Im Internet unter: http://www.waldwissen.net/themen/holz_markt/holzenergie/lwf_energieholzbereitstellung_biomasseheizwerke_2005_de

¹¹¹ WEIMAR, H.; MANTAU, U. befragten in einer Vollerhebung den Brennstoffeinsatz von Holz in Biomasse- und Feuerungsanlagen ab einer Feuerungswärmeleistung von mindestens 1 MW. Die identifizierten 85 Werke verbrauchten im Jahr 2004 1,6 Mio. t lutro. Diese Ergebnisse stimmen mit den eigenen Ergebnissen überein.

Anlagen aus technischen und ökonomischen Gründen nicht überall sinnvoll realisieren lassen.¹¹² Heizwerke sind auf Standorte mit einer hohen Verbraucherdichte angewiesen. Die zu versorgenden Objekte sollten eine möglichst gleichmäßige Wärmeabnahme aufweisen. Die Strom produzierenden Heizkraftwerke benötigen dagegen auf Grund ihrer hohen Volllaststundenzahlen einen möglichst günstigen Brennstoff und eine besonders sichere Brennstoffversorgung.

5.3 Papier-, Zellstoff-, Holzwerkstoffindustrie

Neben dem energetischen Verbrauch an potenziellen Energieholzsortimenten in Feuerstätten und Biomasseheizkraftwerken wird im Folgenden der stoffliche Verbrauch der Holzindustrien dargestellt.

Papier- und Zellstoffindustrie

Während der letzten 20 Jahre fanden in der deutschen Papierindustrie ausgeprägte Umstrukturierungen statt. Firmenübernahmen und Fusionen entwickelten die vormals mittelständisch geprägte Industrie zu einer Branche, in der wenige, international agierende Konzerne den Markt dominieren. Neben nordamerikanischen Konzernen trugen zu dieser Entwicklung vor allem die Aktivitäten skandinavischer Unternehmen bei.

In Bayern existieren insgesamt rund 20 Betriebe der Papier- und Pappeindustrie (inklusive Zellstoffindustrie), die zusammen eine Produktion von 4 Mio. t erreichen.¹¹³ Damit werden ca. 20 % der gesamten deutschen Papier-, Zellstoff-, Karton- und Verpackungswaren in Bayern hergestellt. Die Mitarbeiterzahl der bayerischen Papier- und Zellstoffindustrie liegt bei 23.000.¹¹⁴ Auf Grund der stark angestiegenen Papierproduktion wurde noch nie soviel Holz in der bayerischen Papierindustrie verbraucht wie im Jahr 2005 - ein Produktionsrekordjahr für Papier in Deutschland.

Allerdings sank wegen des Recyclierens von Altpapier der prozentuale Anteil von Holz am gesamten Rohstoffeinsatz in den letzten Jahrzehnten auf durchschnittlich 7 % (Abbildung 23). Von den 20 Papierproduzenten benötigen allerdings nur sechs Betriebe Holz als Rohstoff.

Altpapier ist mit einem Anteil von 55 % der wichtigste Rohstoff der Papierindustrie. Im Hinblick auf die Altpapier-technologie, die -erfassung sowie den -einsatz ist Deutschland weltweit führend. Neben der Verwendung von Zellstoff sowie Hilfs- und Füllstoffen beläuft sich der mengenmäßige Anteil von „Holzstoff“ auf 7 %. Der Rohstoff Holz wird mit Hilfe verschiedener Verfahren mechanisch oder chemisch zu Holzschliff, Zellstoff und Halbzellstoff aufgeschlossen sowie zur Herstellung von Papier, Pappe, Zellstoff und Chemiefaser genutzt.¹¹⁵ Unter der Bezeichnung „Holzstoff“ werden die aus Hackschnitzeln (Aufschluss nach TMP-Verfahren)¹¹⁶ bzw. Waldholz (Holzschliff-Verfahren) gewonnenen¹¹⁷ Faserstoffe verstanden. Die bayerische Papierindustrie verarbeitete im Jahr 2005 rund 0,4 Mio. t atro Waldholz (entspricht 1,0 Mio. Fm) sowie 0,1 Mio. t atro Hackschnitzel (für TMP-Produktion).¹¹⁸ In Bayern verbrauchen die in Abbildung 24 dargestellten Firmen Schleifholz- und TMP-Hackschnitzel.¹¹⁹

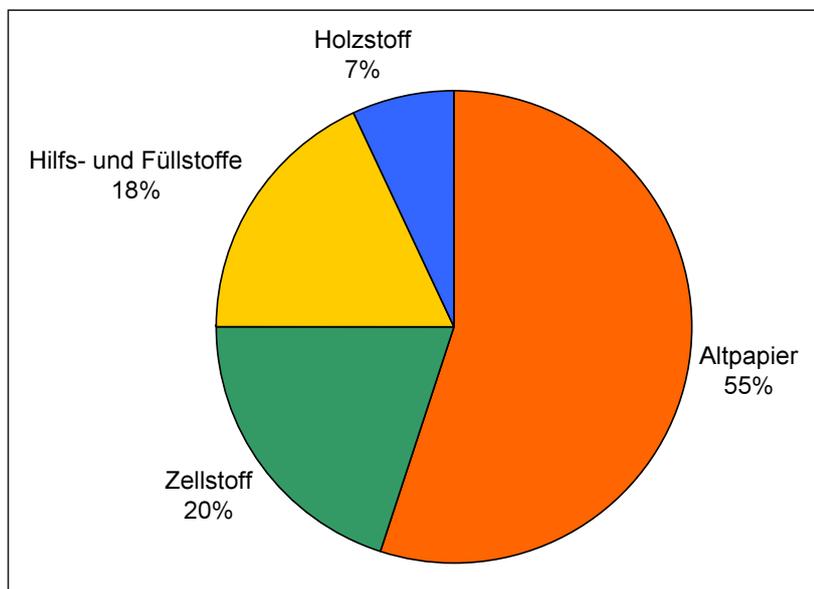


Abb. 23: Rohstoffanteile der deutschen Papierindustrie 2004; Quelle: VDP (2005)

¹¹² C.A.R.M.E.N. e. V. (2001): Evaluierung bestehender Pilot- und Demonstrationsanlagen zur regenerativen Energieerzeugung auf Basis Biomasse; Straubing 2001

¹¹³ VDP (2004)

¹¹⁴ VERBAND DER BAYERISCHEN PAPIERINDUSTRIE (2005)

¹¹⁵ C.A.R.M.E.N. e. V. (2001): Evaluierung bestehender Pilot- und Demonstrationsanlagen zur regenerativen Energieerzeugung auf Basis Biomasse; Straubing 2001

¹¹⁶ VDP (2004)

¹¹⁷ VERBAND DER BAYERISCHEN PAPIERINDUSTRIE (2005)

¹¹⁸ VDP (2005)

¹¹⁹ Der Umrechnungsfaktor bei Fichtenschleifholz von Rm zu Fm beträgt 0,65; von Fm zu t atro 2,64.

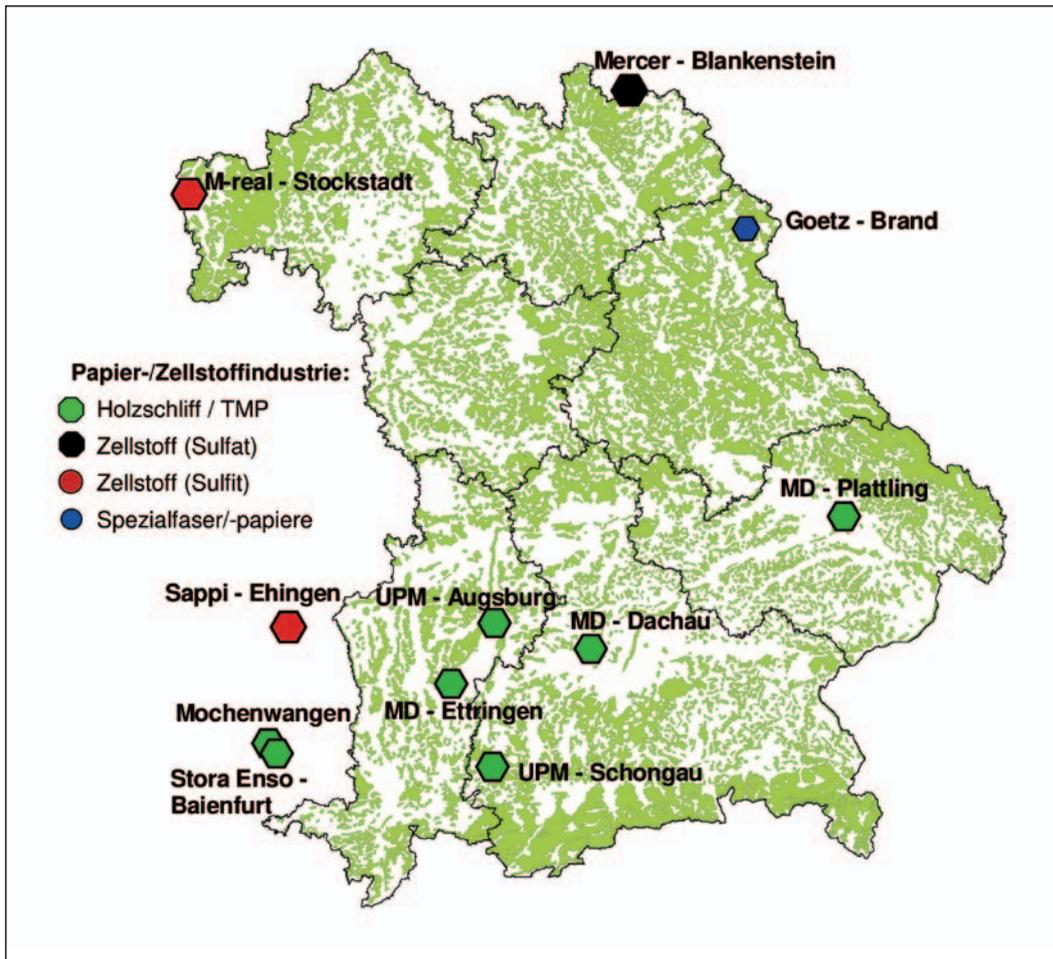


Abb. 24: Standorte der Papier- und Zellstoffindustrie in Bayern und angrenzenden Regionen

Die vier in Bayern ansässigen Schleifholzbetriebe verbrauchen jährlich zusammen 0,4 Mio. t atro Nadelindustrieholz (Basis 2005). Der Hersteller Goetz (Brand in der Oberpfalz) benötigt zur Herstellung von Pappewaren ca. 10.000 Fm Schleifholz.¹²⁰ Das einzige TMP-Hackschnitzel verbrauchende Werk Bayerns liegt in Schongau (Firma UPM). Als einzige Firma in Bayern stellt M-Real in Stockstadt/Unterfranken aus Buchenindustrieholz Sulfite-Zellstoff her.

Das direkt an Bayern angrenzende Sulfatzellstoffwerk in Blankenstein/Thüringen benötigt bei einer jährlichen Produktionskapazität von über 300.000 t Kraftzellstoff¹²¹ größere Mengen an Sägen Nebenprodukten und Nadelindustrieholz aus Nordbayern. Weitere, teilweise aus Bayern Holz beziehende Papier- und Zellstoffwerke liegen in Baden-

Württemberg (Firmen Stora Enso in Baienfurt, Mochenwangen Papier und Sappi in Ehingen) sowie Österreich (Firmen Lenzing und UPM). Den größten Einfluss auf die Holznachfrage der letzten Jahre in Deutschland übte das neu gebaute Zellstoffwerk Stendal (Produktionsbeginn 2004) in Sachsen-Anhalt aus. Auf Grund der Nachfrage nach insgesamt 3 Mio. Fm an Nadelholz und Sägen Nebenprodukten entsteht eine Sogwirkung auf dem Holzmarkt, die bis nach Süddeutschland reicht.

¹²⁰ PUERNER, D. (2006)

¹²¹ Dazu Angaben im Internet unter www.zpr.de (Stand: 16. Januar 2006)

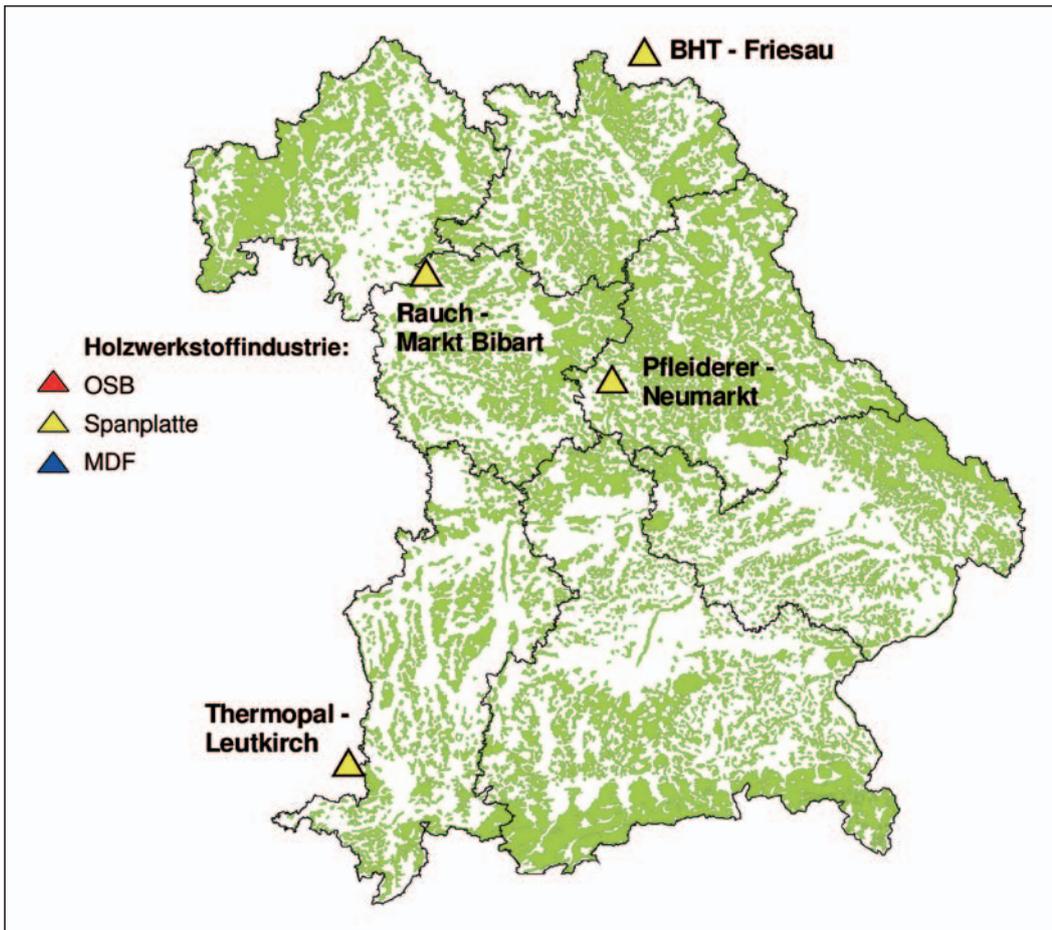


Abb. 25: Standorte der Holzwerkstoffindustrie in Bayern und angrenzenden Regionen

Holzwerkstoffindustrie

Unter Holzwerkstoffindustrie¹²² wird die industrielle Herstellung von

- ◆ Spanplatten
- ◆ MDF/Faserplatten¹²³
- ◆ OSB-Platten¹²⁴
- ◆ Sperrholz
- und
- ◆ Furnierprodukten zusammengefasst.

Die Holzwerkstoffindustrie ist in ihrer Grundstruktur heute eine europäische Industrie mit internationalen Unternehmensgruppen und grenzübergreifenden Märkten. Die MDF- und OSB-Produzenten finden sich vor allem in den neuen Bundesländern. Während allein im Bundesland Nordrhein-Westfalen über zehn Standorte der Holzwerkstoffindustrie existieren, produzieren in Bayern nur die Firmen Rauch in Markt Bibart und Pfeleiderer in Neumarkt¹²⁵ (Abbildung 25). MDF- und OSB-Platten werden in Bayern nicht hergestellt.

Beide Firmen betreiben zusätzlich zur Spanplattenproduktion Biomasseheizkraftwerke. Weiterhin beziehen die Firmen Thermopal/Pfeleiderer, BHT in Friesau sowie die MDF-Werke der Firmen Kaindl und Binder bei Salzburg den Rohstoff Holz aus Bayern. Die Spanplattenindustrie stellt bestimmte Anforderungen an den Rohstoff. Sie verwendet hauptsächlich Sägebenebenprodukte und toleriert

¹²² Holzwerkstoffe sind Platten oder Balken aus geometrisch bestimmten oder unbestimmten Holzteilen, die mit oder ohne Bindemittel zusammengefügt werden.

¹²³ Mitteldichte Faserplatten (MDF) werden in beschichteter oder lackierter Form überwiegend im Möbelbau, hauptsächlich als Fronten, eingesetzt.

¹²⁴ Die OSB-Platte (Oriented Strand Board) ist eine aus drei Lagen bestehende Platte aus großflächigen richtungsorientierten Spänen, wobei die Späne der Außenlage annähernd in Plattenrichtung, die der Mittellage dagegen in Querrichtung angeordnet sind. Die OSB-Platte wird heute vorwiegend im Bau oder zu dekorativen Zwecken verwendet (Verband der Holzwerkstoffindustrie VHI 2005).

¹²⁵ Bei den Firmen Schlingmann und Atex in Ostbayern wurde Ende der neunziger Jahre die Spanplattenproduktion eingestellt.

geringere Qualitäten als beispielsweise die Zellstoffindustrie. So werden neben Hackschnitzeln minderer Qualität die Sägenebenprodukte Schwarten/Spreiße und Späne benutzt. Jeweils ein Viertel der zusätzlich benötigten Rohstoffe bestehen aus Altholz¹²⁶ bzw. Nadel-/Laubindustrieholz.

Sortimente	Verbrauch in Mio. t atro/a
Nadelindustrieholz	0,4
Laubindustrieholz	0,2
Hackschnitzel zur TMP- bzw. Zellstoffproduktion	0,2
Sägenebenprodukte ¹²⁷	0,5
Altholz	0,15
Summe	1,45

Tab. 18: Zusammenfassender Holzverbrauch der bayerischen Holzwerkstoff-, Papier- und Zellstoffindustrie im Jahr 2005

Zusammenfassend beläuft sich der Holzverbrauch der in Bayern ansässigen Holzwerkstoff-, Papier- und Zellstoffindustrien auf insgesamt 1,4 Mio. t atro. Wie sie sich auf die einzelnen Sortimente aufteilen, ist aus Tabelle 18 ersichtlich.

Derzeit (Stand März 2006) sind keine Pläne zu einem Neubau oder einer Kapazitätserweiterung in der bayerischen Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie bekannt. Die von der Firma UPM in Augsburg erwogene Neuinvestition für eine Papiermaschine, die zu einer erhöhten Nachfrage nach Schleifholz oder Hackschnitzeln (TMP-Produktion) in Bayern geführt hätte, wurde im Februar 2006 wieder dementiert.¹²⁸

¹²⁶ Der Faserrohstoff Altholz fällt als Bau- und Abbruchholz, als Verpackungsmaterial und Sperrgut, als Altmöbel und als sonstiges Abfallholz (Bahnschwellen) an. Je nach Qualität des Altholzes werden vier verschiedene Holzabfall-Belastungsstufen unterschieden (Kap. 4.3). Für die stoffliche Nutzung von Altholz in der Holzwerkstoffindustrie kommen nur die unbehandelten Sortimente in Frage.

¹²⁷ Beinhaltet hier die Sortimente Schwarten/Spreiße, Späne und geringwertigere Hackschnitzel.

¹²⁸ Newsletter Holzzentralblatt (Stand: 8.3.2006)

6 Holzbilanz

Ziel des vorliegenden Berichtes war es, die Potenziale an Energie- und Industrieholz der Sortimente Waldholz, Sägenebenprodukte, Industriest- sowie Altholz und Pellets/Briketts dem energetischen Verbrauch der Kleinf Feuerungsanlagen, Biomasseheiz(kraft)werke sowie der stofflichen Nutzung der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie gegenüberzustellen. In einer Bilanz sollen abschließend Aussagen über einen weiteren Ausbau der stofflichen und energetischen Nutzung abgeleitet werden.

6.1 Aktuelles Aufkommen und Holzpotenziale

Im Folgenden werden die verschiedenen Holzsortimente im Hinblick auf das derzeitige Aufkommen und das ausbaubare Potenzial dargestellt.

Waldholz: Das für die energetische Nutzung geeignete Waldholz enthält die Sortimente Scheitholz, Waldhackschnitzel sowie Industrieholz. Industrieholz für die stoffliche Nutzung wird teilweise konkurrierend zum Scheitholz und zu Waldhackschnitzeln aus Schwachholz ausgehalten.

Der Gesamteinschlag an Waldenergie- (Scheitholz und Hackschnitzel) sowie Industrieholzsortimenten beläuft sich auf ca. 2,4 Mio. t atro/a, dies entspricht 2,2 Fm/ha/a.

Sägenebenprodukte und Industrierestholz: Bei den Sägenebenprodukten ergab sich 2005 für Bayern ein Aufkommen von 1,3 Mio.t atro, für Industrierestholz von 0,75 Mio.t atro. Sind die derzeit in Bau bzw. in Planung befindlichen Sägewerke in Betrieb, wird sich das Potenzial weiter erhöhen. Werden alle

derzeit angekündigten Sägewerke tatsächlich gebaut oder erweitert, würde der Anfall an Sägenebenprodukten im Jahr 2007 stark steigen. Langfristig würde durch den Rückgang der kleinen und mittleren Werke dieses Aufkommen möglicherweise wieder vermindert werden. In Abhängigkeit von Angebot und Nachfrage werden sich die Mengen bei den Verbrauchsströmen auf dem Markt verschieben.

Die neu entstehenden Sägewerke bzw. Kapazitätserhöhungen bestehender Werke erhöhen das Angebot an Rohmaterial (Späne) zur Pelletsproduktion. Derzeit gibt es bereits ca. zehn Produzenten in Bayern, die 2005 bereits ca. 0,1 Mio. t atro Pellets sowie bis 0,1 Mio. t atro/a Briketts herstellten; mindestens vier weitere Standorte sind in Planung bzw. im Bau. Bei der prognostizierten, langfristig weiter zunehmenden Pelletsproduktion könnte zusätzlich Waldindustrieholz als Rohstoff genutzt werden. Langfristig ist auf Grund der stark wachsenden Nachfrage (Kleinanlagen als auch Heiz(kraft)werke sowie Exporte z. B. nach Italien) mit einem Steigen der Pelletspreise zu rechnen.

Altholz: Das verfügbare Altholzaufkommen ist seit dem Deponieverbot von 2003 als stabil anzusehen und beträgt pro Jahr rund 0,7 Mio. t atro. Das theoretische Potenzial wird zum großen Teil bereits genutzt; große Aufkommensschwankungen sind nicht zu erwarten. Die vier Sortimente (von unbehandelt bis stark behandelt) werden einer unterschiedlichen Nutzung zugeführt. So ist bei der stofflichen Nutzung in der Spanplattenindustrie nur unbehandeltes Altholz einzusetzen. Ein wieder ansteigender Exportstrom (vor allem nach Italien) könnte zu einer weiteren Preissteigerung führen.

Waldholz			Sägenebenprodukte	Industrierestholz	Altholz	Flurholz	Rinde/Kappabfälle	Energiewälder	Summe
Scheitholz	Waldhackschnitzel	Industrieholz							
1,3	0,3	0,8	1,3	0,75	0,7	0,15	0,4	0,0	5,7

Tab. 19: Derzeitiges Aufkommen potenzieller Energie- und Industrieholzsortimente¹²⁹ in Mio. t atro/a (Basis 2004/2005)

¹²⁹ ZMP (2005): Der Einschlag an Industrieholz belief sich in Bayern zwischen 2002 und 2004 auf durchschnittlich 5,9 Mio. Fm (min: 5,2; max: 6,4). Allein der Anteil an Fichtenindustrieholz nahm

dabei durchschnittlich einen Anteil von 67 % ein (3,9 Mio. Fm o.R.), der Laubholzanteil am Industrieholz dagegen nur einen Anteil von knapp 20 % (1,1 Mio. Fm o.R.).

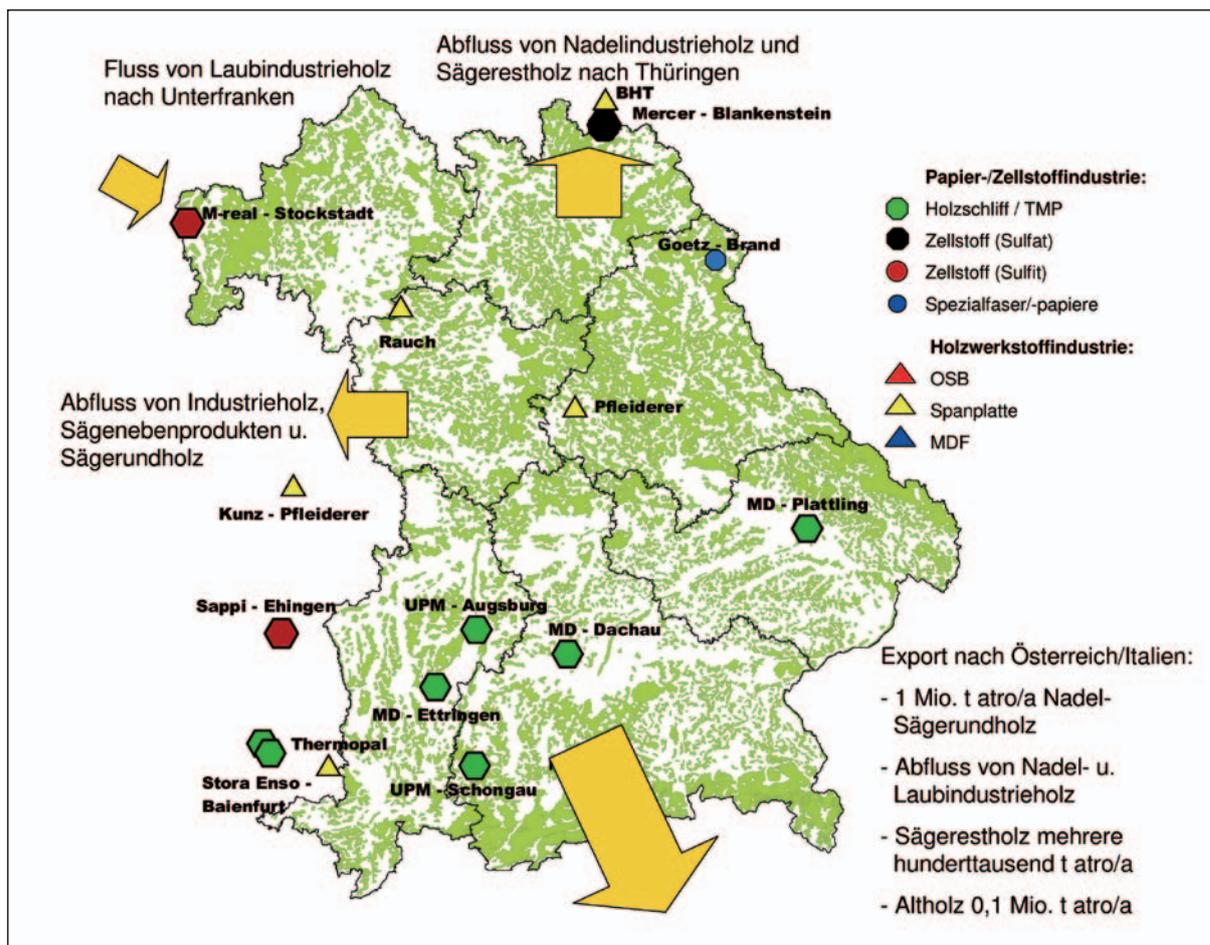


Abb. 26: Darstellung der Stoffströme für Industrieholz und Sägenebenprodukte¹³⁰

Flur- und Schwemholz: Neben dem unregelmäßigen Anfall erschwert die im Vergleich zu anderen Energieholzsortimenten schlechtere Qualität des Materials die wirtschaftliche Nutzung für eine energetische Verwendung, derzeit ca. 0,15 Mio. t atro/a. Bei steigender Nachfrage nach Energieholz ist eine zusätzliche Mobilisierung in Höhe von über 0,1 Mio. t atro/a möglich.

Rinde ist beim Scheitholz bzw. bei Waldhackschnitzeln im Aufkommen und Potenzial bereits enthalten und wird verfeuert. Bei der stofflichen Nutzung in der Holzindustrie (insbesondere Säge-, Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie) fallen derzeit ca. 0,4 Mio. t atro/a Rinde bzw. Kappabfälle an, wobei die eine Hälfte energetisch, die andere in Gartenbau und Landwirtschaft als Einstreu genutzt wird. Wegen des steigenden Holzverbrauchs der bayerischen Sägewerke wird sich der Anfall an Rinde und Kappabfällen weiter erhöhen.

Energiewälder finden sich bisher in Bayern fast ausschließlich als Versuchsflächen, so dass das Aufkommen bisher zu vernachlässigen ist. Allerdings ist bei steigenden Ölpreisen bereits in den nächsten

Jahren mit einem verstärkten Anbau von schnellwachsenden Baumarten zu rechnen.

Insgesamt ergibt sich für Bayern ein aktuelles Aufkommen von ca. 5,7 Mio. t atro/a Energie- und Industrieholz für eine energetische bzw. stoffliche Nutzung. Stoffströme, die ins benachbarte Ausland bzw. in andere Bundesländer fließen (Abbildung 26), reduzieren das Aufkommen.

Die bisher jährlich nach Thüringen und Baden-Württemberg, insbesondere aber nach Österreich fließenden Sägerundholzmengen führen dazu, dass Rinde und Sägenebenprodukte außerhalb Bayerns anfallen und auf diese Weise potenzielle Rohstoffe dem hiesigen Energieholzmarkt entzogen werden. Der derzeitige Bau neuer bzw. Kapazitätsausbau vorhandener Sägewerke lässt erwarten, dass zukünftig weniger Sägerundholz aus Bayern abfließen wird und damit auch mehr Sägenebenprodukte hier anfallen.

¹³⁰ Ableitung des bayerischen Rundholzexportes von über 2 Mio. Fm/a im Durchschnitt der Jahre 2002-2004 auf Basis von ZMP (2005)

	Waldholz			Säge- neben- pro- dukte	Indus- trie- rest- holz	Alt- holz	Flur- holz	Rin- de	Ener- gie- wäl- der	Sum- me
	Scheit- holz	Wald- hack- schnittel	Indus- trie- holz							
	1,3	0,3	0,8							
				1,3	0,75	0,7	0,2	0,2	0,0	5,55
Importe/ Zufluss	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	0,2
Exporte/ Abfluss	-	-	0,3	0,3 ¹⁰	-	0,1	-	-	-	0,7
	1,3	0,3	0,6	1,1	0,75	0,6	0,2	0,2	0,0	5,05

Tab. 20: Bezug und Abfluss potenzieller Energie- und Industrieholzsortimente in Bayern in Mio. t atro

Des Weiteren werden erheblichen Mengen der im Freistaat produzierten Sägenebenprodukte nach Thüringen, Baden-Württemberg und Österreich verkauft. Auch beim Nadelindustrie- sowie Altholz war Bayern in den letzten Jahren ein Nettoexporteur. Während der Import von Nadelindustrieholz sehr gering ausfällt (< 0,05 Mio. t atro/a), werden insbesondere nach Österreich und Italien Mengen in einer Höhe von knapp 0,3 Mio. t atro/a exportiert.¹³¹ Nur beim Laubindustrieholz ist auf Grund der

Nachfrage eines Sulfitwerkes in Unterfranken der Bezug höher als der Abfluss.

Der Nettoabfluss aus Bayern beläuft sich auf insgesamt 0,5 Mio. t atro aller Holzsortimente.

6.2 Holzverbraucher

In Tabelle 21 wird der Verbrauch an potenziellen Energie- und Industrieholzsortimenten (energetische und stoffliche Nachfrage) in Bayern darge-

	Waldholz			Säge- neben- pro- dukte	Indus- trie- rest- holz	Alt- holz	Flur- holz	Rin- de	Pel- lets	Sum- me
	Scheit- holz	Wald- hack- schnittel	Indus- trie- holz							
Feuerungs- anlagen	1,3	0,2			0,05	0,1	0,05		0,1	1,8
Schreine- reien/Zim- mereien					0,6					0,6
Geförderte BMHKW		0,3		0,15		0,03	0,05			0,5
Nicht geförderte BMHKW				0,2	0,1	0,3	0,03	0,2		0,8
Papier- /Zellstoff- /Holz- werkstoff- industrie			0,6	0,7		0,15				1,45
Summe	1,3	0,5	0,6	1,1	0,7	0,6	0,1	0,2	0,1	5,2

Tab. 21: Verbrauch potenzieller Energie- und Industrieholzsortimente in Bayern

¹³¹ ZMP (2005):Tabelle Nr.46,66,65,89,108,109,113

¹³² Zahl geschätzt

stellt. Nettoexport bzw. Nettoimport sind bereits berücksichtigt.

Feuerungsanlagen: In bayerischen Feuerstätten werden jährlich 1,6 Mio. t atro Scheitholz verbrannt. Davon stammen 80 %, also 1,3 Mio. t atro, direkt aus dem Wald. Der Rest von 0,3 Mio. t atro setzt sich zusammen aus dem Holzanfall aus Feldflur und Gärten, aus Industriestholz, Briketts und Altholz. Die kleineren Hackschnitzelanlagen (meist in landwirtschaftlichen Betrieben) verbrauchen weitere ca. 0,2 Mio. t atro/a Waldhackschnitzel. Ein weiterer Anstieg der mit Holz betriebenen Feuerstätten sowie eine starke Steigerung des Holzeinsatzes in bereits bestehenden Kleinanlagen führten zuletzt zu einer erhöhten Nachfrage nach Scheitholz, Waldhackschnitzeln und Pellets.

Schreinereien/Zimmereien: Die ca. 10.000 Firmen verbrennen in ihren Feuerungsanlagen ca. 0,6 Mio. t atro/a des dort anfallenden Industriestholzes.

Biomasseheiz(kraft)werke: Die geförderten bayerischen Heiz(kraft)werken bedürfen einer Rohstoffmenge von insgesamt knapp 0,5 Mio. t atro/a, über die Hälfte davon Waldhackschnitzel. Die nicht geförderten Biomasseheiz(kraft)werke inklusive der sechs bestehenden Altholzwerke verbrauchen weitere 0,8 Mio. t atro Rohmaterial, davon über 0,3 Mio. t atro/a Altholz.

Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie: Der Holzverbrauch betrug 2005 in t atro/a:

- ◆ Nadelindustrieholz 0,4
- ◆ Laubindustrieholz 0,2
- ◆ Hackschnitzel (Sägenebenprodukte) zur TMP- bzw. Zellstoffproduktion 0,2
- ◆ Sägenebenprodukte 0,5
sowie
- ◆ Altholz zur stofflichen Nutzung 0,15.

Insgesamt verbrauchen die stofflichen Nutzer 1,45 Mio. t Holz.

Zusammenfassend zeigt Abbildung 27, wie sich der anteilige Verbrauch der bayerischen Holzverbraucher gestaltet.

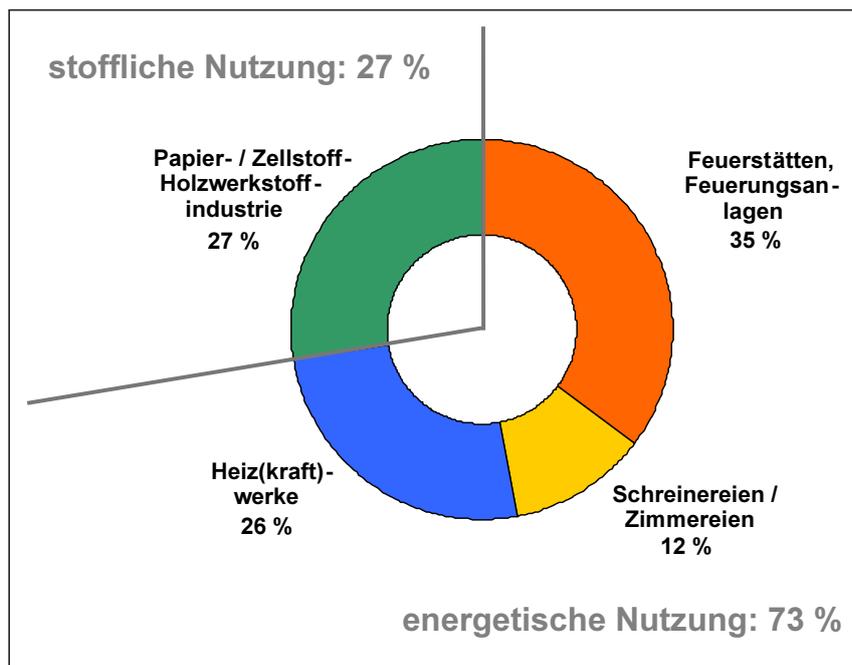


Abb. 27: Anteiliger Verbrauch am Energie- bzw. Industrieholzaufkommen (stoffliche und energetische Nutzung 2005) - insgesamt ca. 5,2 Mio. t atro (ohne Stammholz)

Insgesamt werden energetisch 3,7 Mio. t atro/a Holz verbraucht; dies entspricht einem mittleren Heizwert von 68 PJ.

Die Differenz zwischen dem Aufkommen von 5,7 Mio. t atro und einem derzeitigen Verbrauch von ca. 5,2 Mio. t atro lässt sich mit der Rindennutzung in der Landwirtschaft bzw. im Gartenbau (ca. 0,2 Mio. t atro/a) sowie dem Nettoexport aus Bayern an potenziellen Energie- und Industrieholzsortimenten erklären. Zwar liegen Import- und Exportzahlen für Deutschland vor, aber der genaue Anteil von Bayern am Export beispielsweise nach Österreich ist nicht zugänglich. Weiterhin wird der Zu- und Abfluss innerhalb der Bundesländer statistisch nicht erhoben und konnte im Rahmen dieser Studie nur geschätzt werden. Darin liegt wahrscheinlich der Unterschied zwischen Aufkommen und Verbrauch der Sägenebenprodukte in Höhe von über 0,1 Mio. t atro/a begründet.

Der Unterschied zwischen dem angeschätzten Aufkommen an Waldhackschnitzeln von 0,3 Mio. t atro/a und dem hergeleiteten Verbrauch in Hackschnitzelanlagen sowie Biomasseheiz(kraft)werken von 0,5 Mio. t atro/a stützt sich auf folgende Gründe:

- ◆ Ein nicht genau zu bestimmender Anteil von als Stammholz bzw. Industrieholz gemeldeten Mengen wird in Wirklichkeit gehackt (z. B. Kiefernstammholz schlechter Qualität);

- ◆ Ungenauigkeiten bei der Abschätzung des Waldhackschnitzelaufkommens auf Grund fehlender Ermittlung;
- ◆ Die Erfassung des Waldholzaufkommens unterschätzt vor allem im Körperschaftswald den realen Einschlag.

Nutzungsreserven

Abbildung 28 zeigt den Vergleich zwischen Potenzial (Wald-, Alt-, Flurholz sowie Energiewälder) bzw. geschätztem Aufkommen für 2006 (Sägenebenprodukte, Industrierestholz und Rinde) mit dem derzeitigen Aufkommen. Sägenebenprodukte, Industrierestholz und Rinde werden auf Grund der Kapazitätsausweitung der bayerischen Sägeindustrie ansteigen.

Beim Waldholz ergibt sich ein nutzbares Energieholzpotenzial von 4,2 Mio. t atro pro Jahr für Bayern (Herleitung in Kap. 4.1.3). Da von dieser Holzmenge derzeit über 50 % bereitgestellt werden (Aufkommen von 2,3 bzw. Verbrauch von 2,5 Mio. t atro/a), bestehen Reserven zur Nutzungssteigerung. Waldenergieholz deckt dabei drei Viertel der Gesamtreserve von 3,1 Mio. t atro/a. Der Hauptteil dieser Ressource liegt mit einem Anteil von ca. 70 % im Privatwald. Ansätze für eine Mobilisierung zusätzlicher Energie- und Industrierestholzmengen in dieser Waldbesitzkategorie liegen neben höheren Marktpreisen in organisatorischen (z. B. Professionalisierung der Forstbetriebsgemeinschaften) und

technischen (Rationalisierung in der Holzerntekette) Ansätzen. Der personellen und finanziellen Stärkung der forstlichen Zusammenschlüsse kommt hierbei eine weitere wichtige Bedeutung zu.

Bei den Sägenebenprodukten und beim Industrierestholz wird das derzeitige Aufkommen schon genutzt. Der voraussichtlich abnehmende Exportstrom an Sägenebenprodukten aus Bayern sowie ein höherer Einschnitt auf Grund der Nachfrage der neuen Sägewerkskapazitäten werden bereits 2006 zu einem Anstieg des Sägenebenprodukte-, Industrierestholz- und Rindenaufkommens führen. Allerdings wird ein zunehmender Teil dieser Mengen zukünftig in sägewerkseigenen Anlagen verbrannt sowie stofflich in der Papier- und Holzwerkstoffindustrie genutzt, so dass für kleinere Heizwerke die Verfügbarkeit eher sinken wird.

Beim Altholz könnte sich ein begrenztes Mehrpotenzial von bis zu maximal 0,1 Mio. t atro/a ergeben.

Beim Flurholz kann bei einem weiter ansteigenden Bedarf der Heizwerke zusätzlich Material in Höhe von über 0,1 Mio. t atro/a mobilisiert werden.

Wegen des wachsenden Einschnitts der bayerischen Sägeindustrie wird sich bereits 2006 der Anfall an Rinde leicht erhöhen.

Energiewälder bieten künftig ein hohes Potenzial. Theoretisch kann mittelfristig (zehn Jahre) bereits eine jährliche Holzmenge von mindestens 0,5 Mio. t atro bereitgestellt werden.

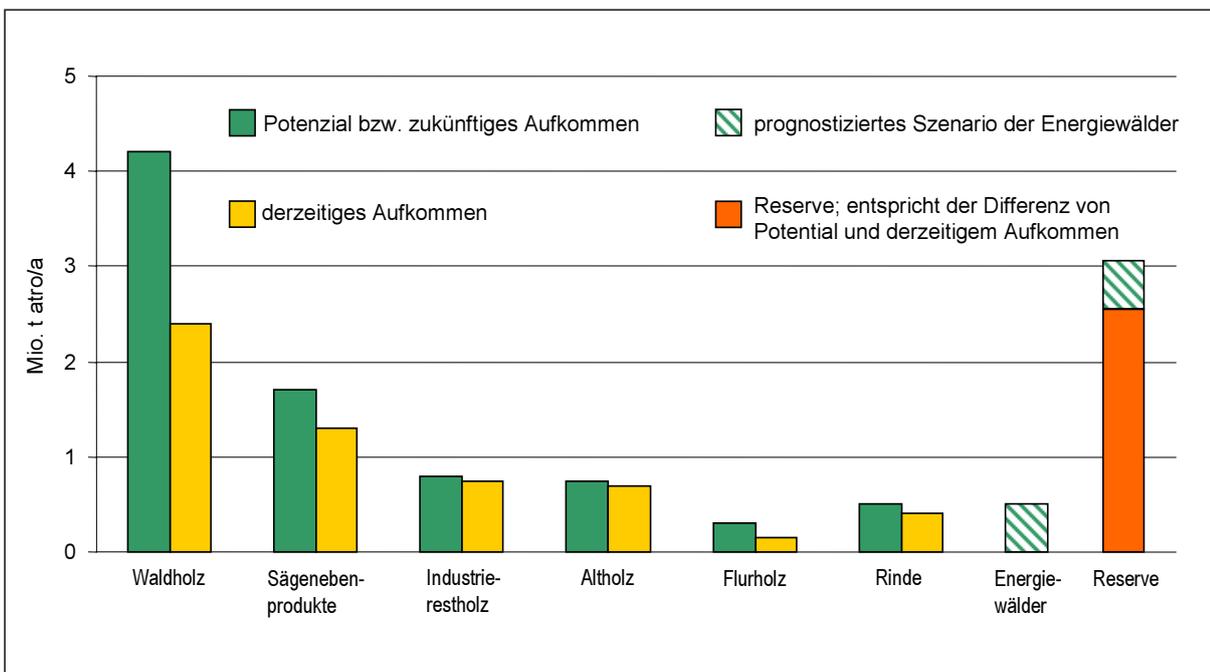


Abb. 28: Bilanz zwischen Potenzial bzw. geplantem Aufkommen 2006 und dem derzeitigen Aufkommen der verschiedenen Holzsortimente für die energetische und stoffliche Nutzung in Bayern (Bezugsjahre 2003-2005)

Zusammenfassend wird der Energieholzmarkt Bayern wie folgt beurteilt:

- ◆ Das mengenmäßig bedeutsamste Potenzial sowie Aufkommen liegt im Waldenergieholz.
- ◆ Im Jahr 2005 wurden 1,3 Mio. t atro/a Scheitholz und ca. 0,5 Mio. t atro/a Waldhackschnitzel verbraucht. Geht man davon aus, dass die stofflichen Nachfrager auch in Zukunft Waldholz in einer Höhe von 0,6 Mio. t atro/a zur Versorgung ihrer Werke brauchen, ließe sich die Scheitholz- und Waldhackschnitzelproduktion annähernd verdoppeln. Allerdings wird sich die gesamte Reserve im Wald von 1,6 Mio. t atro/a technisch-wirtschaftlich nutzbares Potenzial auf Grund der strukturellen Besonderheiten im Kleinprivatwald auch bei steigenden Holzpreisen nicht vollständig nutzen lassen.
- ◆ Für Feuerungsanlagen und kleinere, dezentrale Heizwerke (< 1 MW) bieten sich in Bayern weitere, bisher unerschlossene Holzpotenziale, so dass deren Versorgung überregional gewährleistet ist.
- ◆ Der Anbau von Energiewäldern beinhaltet mittelfristig ein weiteres Nutzungspotenzial.
- ◆ Um eine Versorgung für größere Heiz(kraft)werke (> 1 MW) in Regionen mit einer hohen stofflichen und energetischen Konkurrenz auch langfristig zu garantieren, wird geraten, Waldbesitzer am Werk zu beteiligen und verschiedene Holzsortimente im Rohstoffmix einzusetzen.
- ◆ Die Versorgung einer weiteren großen Verstromungsanlage von Altholz (wie E.ON Zolling) kann Material aus Bayern allein nicht mehr garantieren.
- ◆ Für den Ausbau der stofflichen Nutzung bestehen Reserven. Allerdings ist bei einem hohen Kapazitätsaufbau mit einem Preisanstieg zu rechnen. Auch die bisherigen Einkaufsradien werden sich dann ändern mit der Folge einer sich verschärfenden Konkurrenzsituation auf dem Energieholzmarkt.
- ◆ Kernaufgabe bei einem weiteren Ausbau der energetischen und stofflichen Nutzung von Energie- bzw. Industrieholz besteht darin, die Nutzungsreserven im Kleinprivatwald zu mobilisieren.
- ◆ Die Reserve in Höhe von ca. über 2,5 Mio. t atro/a (ohne Energiewälder) bietet Möglichkeiten für einen weiteren Ausbau der stofflichen und energetischen Nutzung, die jedoch im Detail regional analysiert werden muss. Dabei ist eine klare Abgrenzung zwischen stofflicher und energetischer Nutzung nicht möglich. Nutzungsreserven finden sich vor allem beim Waldholz.

Folgender Forschungsbedarf lässt sich aus der vorliegenden Studie ableiten:

- ◆ Die Erfassung des Holzaufkommens sollte weiterentwickelt und verfeinert werden. Dies gilt insbesondere für den Körperschaftswald.
- ◆ Zur genaueren Berechnung des Aufkommens an Energieholz sind weitere Studien notwendig. Forschungsbedarf besteht im Großprivat-, Staats- und Körperschaftswald vor allem bei der Ermittlung von Mengen und Anteilen des Aufkommens an Waldhackschnitzeln sowie des als Brennholz vermarkteten NH-Anteils.
- ◆ Weiterhin sind das Einschlags- und Sortierungsverhalten im Kleinprivatwald sowie Änderungen, die sich aus den derzeitigen Mobilisierungsaktivitäten ergeben, zu verfolgen. Diese können sich auch auf das Potenzial an Waldenergieholz auswirken.
- ◆ Auch beim Flurholz ist es sinnvoll, das Potenzial, das Aufkommen und dessen Verwendung intensiver nach Regionen zu analysieren.
- ◆ Auf der Seite der Holzverbraucher besteht Bedarf, die durchschnittlichen Verbrauchsmengen der Feuerstätten sowie die Brennstoffzusammensetzung bei größeren Heizwerken detaillierter festzustellen.
- ◆ In der Zukunft wird die Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Verwertung an Bedeutung gewinnen. Genaue, regionale Stoffstromanalysen tragen zu einer Optimierung der Rohstoffversorgung bei.

7 Sonstiges

7.1 Adressverzeichnis

Bayerisches Staatsministerium für
Landwirtschaft und Forsten
Postfach 22 00 12
80535 München
Telefon: 089/2182-0
Internet: www.stmlf.bayern.de

Technologie- und Förderzentrum
Schulgasse 18
94315 Straubing
Telefon: 09421/ 300-210
E-Mail: poststelle@tfz.bayern.de
Internet: www.tfz.bayern.de

Bayerische Landesanstalt für
Wald und Forstwirtschaft
Am Hochanger 11
85354 Freising
Telefon: 08161/71-4881
Fax: 0816171-5132
Internet: www.lwf.bayern.de

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
Frankfurter Straße 29 - 35
65760 Eschborn
Telefon: 06196/908-712
Internet: www.bafa.de

C.A.R.M.E.N. e.V.
Schulgasse 18
94315 Straubing
Telefon: 09421/960-300
Internet: www.carmen-ev.de

KfW Bankgruppe
Palmengartenstraße 5-9
60325 Frankfurt am Main
Telefon: 01801/335577
Internet: www.kfw.de

7.2 Abkürzungsverzeichnis

Baumarten

Bu	Buche	Kie	Kiefer
Dgl	Douglasie	Lä	Lärche
Ei	Eiche	Li	Linde
Fi	Fichte	Hbu	Hainbuche
sLbh	sonstiges Laubholz	Ta	Tanne

Holz

BHD	Brusthöhendurchmesser (der Durchmesser eines stehenden Stammes wird in 1,3 m Höhe gemessen)
Fm	Festmeter (1 Fm = 1,43 Rm = 2,43 Srm)
IL	Industrieholz lang
L 1-6	Mittenstärkensortierung
m.R.	Kubikmeter mit Rinde
MDF	Mitteldichte Faserplatte
OSB	Oriented Strand Board
NH	Nicht verwertetes Holz

o.R.	ohne Rinde
Rm	Raummeter (1 Rm = 0,7 Fm = 1,7 Srm)
Srm	Schüttraummeter (1 Srm = 0,41 Fm = 0,59 Rm)
t _{30 %}	Tonne Holz mit Angabe des Wassergehaltes (hier 30 %)
t _{atro}	Tonne Holz mit Wassergehalt 0 % (absolut trocken)
t _{lutro}	Tonne Holz mit einen Wassergehalt von ca. 20 % (lufttrocken)
TMP	Thermo-mechanical pulp
Vfm	Vorratsfestmeter

Energie

kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde (1 kWh = 3,6 MJ)
MJ	Megajoule (1 MJ = 0,278 kWh)
MW	Megawatt (1 MW = 10 ³ kW = 10 ⁶ Watt)
MWh	Megawattstunde (1 MWh = 1000 kWh)
PJ	Petajoule (1 PJ = 10 ⁹ MJ = 10 ¹⁵ Joule)
TJ	Terajoule (1 TJ = 10 ⁶ MJ = 10 ¹² Joule)

Sonstige

/a	Pro Jahr
/h	Pro Stunde
BFH	Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft
BH(K)W	Biomasseheiz(kraft)werk
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EST	Erweiterter Sortentarif
EUWID	Europäischer Wirtschaftsdienst Holz
FBG	Forstbetriebsgemeinschaft
GIS	Geographische Informationssysteme
ha	Hektar
m ²	Quadratmeter
WBV	Waldbesitzervereinigung
ZMP	Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle

7.3 Glossar

Altholz	Holz, das seine ursprüngliche Nutzung beendet hat.
atro	Absolut trocken; wasserfreier Zustand des Holzes, der nur mit Hilfe künstlicher Trocknung zu erreichen ist.
Brennholz	Jegliches Holz mit oder ohne Rinde, das zum Einsatz als Brennstoff bestimmt ist. Dazu gehören neben dem 1 m langen Brennholz (Scheitholz) auch Schwarten, Spreißel, Hackholz oder Hackgut etc..
Deckungsbeitrag	Direkt zurechenbare Erlöse abzüglich der direkt zurechenbaren Kosten einer Maßnahme
Derbholz	Oberirdische Holzmasse ab 7 cm Zopfstärke in Rinde
Energieholz	Holz, das für die energetische Nutzung vorgesehen ist; hier als Oberbegriff verwendet.
Energiewald	Ein aus schnellwachsenden Baumarten bestehender Wald, der im Kurzumtrieb mit dem Ziel der energetischen Nutzung bewirtschaftet wird.
EST	Der erweiterte Sortentarif ist in der Forstwirtschaft zur Entlohnung der Waldarbeiter gebräuchlich.
Flurholz	Holz, das bei der Pflege von Hecken, Feldgehölzen, Baumschulen, Gewässern, Gärten und kommunalen Anlagen anfällt
Hackholz	In manipulierbare Längen eingekürztes, grob entastetes Derbholz oder Reisholz, das zur Hackguterzeugung bestimmt ist.
Hackgut	Maschinell zerkleinertes Holz mit und ohne Rinde bis zu einer maximalen Stücklänge von 15 cm.
Hackschnitzel	Hackschnitzel fallen in der Sägeindustrie an bzw. werden durch Hacken von Waldholz erzeugt.
Hartholz	Ursprünglich zolltechnischer Begriff für Hölzer mit einer Rohdichte $> 0,55 \text{ g/cm}^3$
Heiz(kraft)werk	Anlage zur Erzeugung von Heizwärme und/oder elektrischem Strom; im Heizwerk wird nur Wärme, im Kraftwerk ausschließlich Strom und im Heizkraftwerk werden beide Energiearten erzeugt.
holzbearbeitende Industrie	Dazu gehören die Säge-, Spanplatten- und Faserplattenindustrie, die Hersteller von Schwellen und Masten sowie die Sperrholz- und Furnierwerke.
Holzfeuchte (U)	Anteil des im Brennstoff enthaltenen Wassers, angegeben in Prozent der Masse bezogen auf die Masse des wasserfreien Brennstoffes.
holzverarbeitende Industrie	Darunter werden die Zellstoff-, Papier- und die Möbelindustrie, das Baugewerbe sowie das Handwerk verstanden.
Industrieholz	Waldholz, das chemisch oder mechanisch aufgeschlossen in der Zellstoff- oder Holzwerkstoffindustrie eingesetzt wird.
Industrierestholz	Holzreste der Be- und Verarbeitung von Holz
lutro	Lufttrocken; Gleichgewichtszustand zwischen Holzfeuchtigkeit und relativer Luftfeuchtigkeit, also kein statischer Zustand, sondern schwankend, je nach Wechsel der relativen Luftfeuchtigkeit

Niederwald	Unter Niederwald versteht man eine heute kaum noch übliche plantagenartige Form der Waldwirtschaft, bei der Baumarten verwendet werden, die zu einer Regeneration mittels Stockausschlag fähig sind. Dabei wird in Abständen von ca. 20 bis 30 Jahren das gesamte Holz abgeerntet, ohne dass neue Bäume gepflanzt werden. Der Wald erneuert sich dann durch Stockausschlag.
produktive Waldfläche	Nicht auf der gesamten statistisch ausgewiesenen Waldfläche wird Holz produziert. Forstliche Betriebsgebäude, Freiflächen, Pflanzgärten, Holzlagerplätze, Feuerschutzstreifen u. ä. sowie Wälder mit einer nachhaltigen Holzproduktion von weniger als 1 Fm/ha und Jahr müssen abgezogen werden.
Presslinge	Aus Holz und/oder Rinde erzeugte Pressformen wie Pellets oder Briketts
Raumdichte	Gewicht des absolut trockenen Holzes im Verhältnis zum Volumen des feuchten und damit gequollenen Holzes
Raummeter (Rm)	Auch Ster oder Schichtraummeter; in der Forst- und Holzwirtschaft übliche Benennung für 1 m ³ geschichtetes Holz unter Einschluss der Luftzwischenräume
Reisholz	Oberirdische Holzmasse mit weniger als 7 cm Stärke in Rinde
Rohdichte	Gewicht des absolut trockenen Holzes im Verhältnis zum Volumen des trockenen Holzes
Rotation	In Energiewäldern werden die Bäume in einem Zeitraum von drei bis zehn Jahren einmal genutzt. Ein solcher Nutzungszeitraum wird Rotation genannt (entspricht der Umtriebszeit im Hochwald)
Rundholz	Holz, das nach dem Querschneiden von Stamm und Ästen anfällt.
Sägespäne	In der holzbearbeitenden Industrie anfallende Späne bis ca. 0,5 cm Länge
Schüttraummeter (Srm)	Raummeter geschütteter Holzteile (z. B. Hackgut, Schüttgut)
Schwachholz	Holz mit einem Mittendurchmesser von < 20 cm
Schwemmholz	Holz, das an Wasserkraftwerken angeschwemmt wird
Ster	siehe Raummeter; das Stermaß wird ermittelt durch Multiplikation von Länge, Höhe und Tiefe eines Holzpolters.
waldfrische Hackschnitzel	Die Hackschnitzel wurden noch nicht gelagert, sie weisen deshalb einen durchschnittlichen Wassergehalt von 40-50 % auf.
Wassergehalt	Er ist definiert als das Gewicht des Wassers geteilt durch das Gesamtgewicht des feuchten Holzes. Der Wert wird in Prozent angegeben.
Weichholz	Begriff für Bäume mit einer Rohdichte < 0,55 g/cm ³ ; heute werden darunter alle Nadelhölzer sowie die Baumarten Weide, Pappel, Erle, Linde und Roßkastanie verstanden.

7.4 Quellenverzeichnis

- AID FORST & HOLZ (2003): Broschüre des Ministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Berlin
- AID FORSTWIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENSCHLÜSSE (2003): Broschüre des Ministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Berlin
- ATTESLANDER, P. (1995): Methoden der empirischen Sozialforschung. Walter de Gruyter Verlag, Berlin
- AUERBACH, W. (2001): Pellets, die Zukunft der Holzenergie. In: LWF (2001): Symposium Energieholz. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 30, Freising
- BARTELHEIMER, P. (1999): Wirtschaft und Holzmarkt. AFZ/Der Wald 6, S. 288-295
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2003): Privat- und Körperschaftswald - Wirtschaftler auf der Suche nach neuen Wegen. LWFaktuell Nr. 42, Freising
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2004): Erfolgreich mit der Natur, Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur in Bayern. Freising
- BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG (1990): Hilfstafeln für die Forsteinrichtung, zusammengestellt für den Gebrauch in der Bayerischen Staatsforstverwaltung
- BAYERISCHE STAATSFORSTVERWALTUNG: Jahresberichte 1988 bis 2003
- BECK, R.; PERSCHL, H. (2006): Große Teile des Einschlags werden als Brennholz genutzt: Das Holzaufkommen im kleineren Privatwald Bayerns im Jahr 2004. LWFaktuell Nr. 52, Freising
- BECK, R.; SCHAFFNER, S. (2002): Strukturwandel in der Landwirtschaft - was wird mit dem Wald? LWFaktuell Nr. 28, Freising
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (BMELV) (2004): Die zweite Bundeswaldinventur - BWI 2, Berlin
- BOLLIN, N.; EKLKOFER, E. (2000): Mobilisierungsstudie Holz - Ergebnisse einer Umfrage im Kleinprivatwald in Niederbayern im Auftrag von MD-Papier. Forstwissenschaftliche Fakultät der Technischen Universität München, Freising
- BORCHERT, H. (2005): Holzaufkommensprognose für Bayern. LWF-Wissen Nr. 50, Freising
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2006): Entwicklung der erneuerbaren Energien 2005. Berlin
- BUNDESVERBAND DER ALTHOLZAUFBEREITER UND -VERWERTER e.V. (2005): Mündliche Mitteilung, Koblenz
- BURGER, F. (2005): Anbau von Energiewäldern. LWF-Merkblatt Nr. 19, Freising
- C.A.R.M.E.N. e.V. (1998): Holz als Brennstoff in Zimmereien und Schreinereien in Bayern 1996. Rimpar
- C.A.R.M.E.N. e.V. (2001): Evaluierung bestehender Pilot- und Demonstrationsanlagen zur regenerativen Energieerzeugung auf Basis Biomasse. Straubing
- C.A.R.M.E.N. e.V. (2005): Heizen mit Scheitholz und Holzhackschnitzeln. Straubing
- DINTER, S.; MORITZ, K. (1987): Untersuchung zur Schnittgutbereitstellung: Teil 1: Erhebung der Schnittgutmengen, der Art der Entsorgung und der Kosten bei den Meistereien des LV Rheinland. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach
- EUROPÄISCHER WIRTSCHAFTSDIENST (EUWID) (2005): Händlerpreise für Altholz

-
- FELLER, S.; REMLER, N.; WEIXLER, H. (1998): Vollmechanisierte Waldhackschnitzel-Bereitstellung: Ergebnisse einer Arbeitsstudie am Hackschnitzel-Harvester. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 16, Freising
- FISCHER, J. (2006): Mündliche Mitteilung zum Thema Verbrauch von Pellets
- GERNHARDT, D.; MOHR, M.; ZIOLEK, A.; UNGER, H. (1995): Thermisch verwertbares Restholz der Holzbe- und verarbeitenden Betriebe im VEW-Versorgungsgebiet. Bochumer Forschungsberichte zum Berg- und Energierecht Nr. 15, Stuttgart
- GFK-HAUSHALTSBEFRAGUNG (2004): Gut gelaufen. In: Brennstoffspiegel, Februar 2004, S.35-37
- HARTMANN, H. (Hrsg.) (2003): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow
- HARTMANN, H.; MADEKER, U. (1997): Der Handel mit biogenen Brennstoffen - Anbieter, Absatzmengen, Qualitäten, Service, Preis. Landtechnik Bericht Heft 28, Freising
- HARTMANN, H.; MADEKER, U.; LAUNHARDT, T. (1997): Untersuchungen zu Struktur und Umfang des Absatzes von Biomassefeuerungsanlagen in Deutschland. Abschlußbericht der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik der TU München-Weihenstephan, Freising
- HARTMANN, H.; STREHLER, A. (1995): Die Stellung der Biomasse im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern aus ökologischer, ökonomischer und technischer Sicht. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“ Band 3, Landwirtschaftsverlag, Münster
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2005): Grundlagen und Modelle zur Biomassenutzung und zum Biomassepotenzial in Hessen
- HOFFMANN, S. (2002): Holzpelletmarkt in Deutschland und Nordrhein-Westfalen - Stand und Perspektiven. Energieagentur Nordrhein-Westfalen, Vortrag anlässlich der EU Fachkonferenz - Holz, 25.-29. September 2002, Hagen
- HÖLDRICH, A.; HARTMANN, H. (2006): Prozesskettenanalyse. In: „Rationelle Scheitholzbereitstellungsverfahren“. Gemeinsamer Endbericht des TFZ Straubing und der LWF Freising für das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, Bericht Nr.N/02/16 (noch unveröffentlicht)
- HOLZABSATZFONDS (2001): Stärke durch Kooperation - Erfolgreiche Forstwirtschaft im Kleinprivatwald. Bonn
- HOLZABSATZFONDS (2005): Natürlich Holz - Die deutsche Forstwirtschaft - Zahlen und Fakten. Bonn
- HRUBESCH, P. (1996): Holzverbrauch in den Haushalten Deutschlands. Gutachten des Deutschen Institutes für Wirtschaftsforschung, Berlin, 68 S.
- KALTSCHMITT, M.; REINHARDT, G. (Hrsg.) (1997): Nachwachsende Energieträger: Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung. Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig
- KALTSCHMITT, M.; WIESE, A. (Hrsg.) (1993): Erneuerbare Energieträger in Deutschland: Potentiale und Kosten. Berlin, Springer Verlag, 370 S.
- LEUCHTWEIS, C. (2005): Energiebereitstellung durch Biomasseheizwerke in Bayern. LWFaktuell Nr. 48, Seite 6-8
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (LfStad) (Hrsg.) (2003): Statistisches Jahrbuch 2003. München
- LANDESINNUNGSVERBAND FÜR DAS BAYERISCHE KAMINKEHRERHANDWERK (LIV Bayern) (1999 a): Erhebungen des Bayerischen Kaminkehrerhandwerks für 1998. München
-

- LÜCKGE, F.-J.; WEBER, H. (1997): Untersuchung der Struktur- und Marktverhältnisse der deutschen Sägeindustrie. Unveröffentlichte Studie, Freiburg
- MALL, M. (2003): Verfahren zur Bereitstellung von Scheitholz. Diplomarbeit Technische Universität München, Freising
- MALL, M. (2005): Vom Stamm zum Scheit: Spaltautomaten im Praxistest. LWFaktuell Nr.48, Freising
- MANTAU, U. et al (2002): Standorte der Holzwirtschaft: Holzwerkstoffe, Holzschliff und Zellstoff, Nadel-schnittholz, Laubschnittholz. Abschlussbericht Universität Hamburg, Hamburg
- MANTAU, U. et al (2002): Struktur der Sägeindustrie in Deutschland. Universität Hamburg, Hamburg.
- MANTAU, U.; WEIMAR, H. (2003): Standorte der Holzwirtschaft: Aufkommens- und Vermarktungsstruktur von Altholz. Universität Hamburg, Hamburg
- MARUTZKY, R. (2004): Energetische Biomasseverwertung im kommunalen und gewerblichen Bereich - neue Konzepte. Vortrag anlässlich des VDI-Wissensforums, Salzburg
- MARUTZKY, R.; SEEGER, K. (1999): Energie aus Holz und anderer Biomasse. DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen
- NEUGEBAUER, G. (2004): Hackschnitzelloge bei staatlich geförderten Biomasseheiz(kraft)werken in Bayern. Ergebnisse einer Umfrage, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising (unveröffentlicht)
- NEUGEBAUER, G.; WITTKOPF, S.; BAUDISCH, C.; GÜNSCHE, F. (2005): Umfrage bei bayerischen Biomasseheizkraftwerken - Material und Kosten. LWFaktuell Nr. 48, Freising
- NÜSSLEIN, S. (1996): Einschätzung des potentiellen Rohholzaufkommens in Bayern. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 7, Freising
- ÖNORM M 7133 (1998): Holzhackgut für energetische Zwecke; Anforderungen und Prüfbestimmungen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- PELZ, S. (2004): Naturschutzaufgaben - Herausforderung für FBGs? AFZ/Der Wald Nr. 3, S.120-121, Stuttgart
- PERSCHL, H.; BECK, R.; OHRNER, G. (2003): Wie viel Holz kam im Jahr 2002 aus dem Kleinprivatwald? LWFaktuell Nr. 42, Freising
- PERSCHL, H.; BECK, R.; OHRNER, G. (2004): Einschlags- und Verkaufsdaten aus dem Kleinprivatwald 2003. LWFaktuell Nr. 47, Freising
- PIMPI, A. (Autobahndirektion Südbayern) (2005): Mündliche Mitteilung
- PORTENKIRCHNER, K.; BINDER, M. (2004): Kombinierte Energieversorgung eines Großsägewerks und einer Kommune mit Hilfe einer Biomasse-KWK-Anlage. VDI Seminar, Salzburg
- PUERNER, D. (2006): Mündliche Mitteilung des Betriebsleiters der GOETZ International Papers & Printing GmbH in Brand/Oberpfalz
- RADEMACHER, G.; SCHAFFNER, S. (1999): Urbane Waldbesitzer. Unveröffentlichter Bericht der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und des Lehrstuhls für Forstpolitik und Forstgeschichte, Freising
- RAPP, P. (2000): Die Kooperation in forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen - eine Untersuchung am Beispiel der Forstbetriebsgemeinschaften in Baden-Württemberg. Dissertation Universität Freiburg, Freiburg
- RAUCH, P. (2003): Strategien und Maßnahmen für eine effiziente Kleinwaldbewirtschaftung. Dissertation Universität für Bodenkultur. Wien
- REMLER, N.; FELLER S.; v. WEBENAU, B.; WEIXLER, H.; KRAUSENBOECK, B.; GÖLDNER, A. (1999): Teilmechanisierte Bereitstellung, Lagerung und Logistik von Waldhackschnitzeln. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 21, Freising

-
- REMLER, N.; FISCHER, M. (1996): Kosten und Leistungen bei der Bereitstellung von Waldhackschnitzeln. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 11, Freising
- RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (RWI ESSEN) und FORSA GESELLSCHAFT FÜR SOZIALFORSCHUNG UND STATISTISCHE ANALYSEN GMBH (2005): Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2003. Forschungsprojekt Nr. 61/04 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWT)
- RODE, M.; WIEHE, J. (2006): Energetische Nutzung von Holz aus der Landschaftspflege. AFZ/Der Wald Nr. 2, Stuttgart
- SCHAFFNER, S. (2001): Realisierung von Holzvorräten im Kleinprivatwald - Typen von Kleinprivatwaldbesitzern und deren Verhalten bezüglich Waldbewirtschaftung und Nutzungsaufkommen. Dissertation TU München, Freising
- SCHNELL, A.; BAUER, A. (2005): Zweite Bundeswaldinventur 2002. LWF-Wissen Nr. 49, Freising
- SCHRÖDER, H. (1988): Primärproduktion von Gehölzpflanzen in Wallhecken vom Schlehen-Haseltyp, Bedeutung solcher Hecken für Vögel und Arthropoden sowie einige Pflanzennährstoffbeziehungen zum angrenzenden intensiv bewirtschafteten Feld. Schriftenreihe des Instituts für Wasserwirtschaft und Landesökologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel, Heft 7
- SCHUHBAUER, J. (2004): Untersuchungen zur Versorgungslogistik mit Waldhackschnitzeln des Biomasseheizkraftwerkes Pfaffenhofen. Diplomarbeit TU München, Freising
- SÖRGEL, C.; MANTAU, U.; GOECKE, F. (2004): Die Rohstoffbeschaffung der Holzindustrie in den Nachbarstaaten Deutschlands. Universität Hamburg, Hamburg
- SPINELLI, R. (2005): Mündliche Mitteilung
- THRÄN, D.; WEBER, M.; SCHEUERMANN, A.; FRÖHLICH, N. (2005): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig
- VERBAND DEUTSCHER PAPIERFABRIKEN (2005): Papier 2005 - ein Leistungsbericht. Bonn
- VOLZ, K.R. (2003): Zur aktuellen Entwicklung der Privatwaldberatung. AFZ Nr. 3, S. 150-154, Stuttgart
- WACKER, H. (2004): Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Sägeindustrie im europäischen Vergleich. Vortrag anlässlich der Jahrestagung der Deutschen Sägeindustrie, Würzburg
- WAGNER, K.; WITTKOPF, S. (2001): Der Energieholzmarkt Bayern. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 26, Freising
- WEGENER, G.; ZIMMER, B.; FRÜHWALD, A.; SCHARAI-RAD, M. (1997): Ökobilanzen Holz - Fakten lesen, verstehen und handeln. Informationsdienst Holz, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung e.V., München
- WEIMAR, H.; MANTAU, U. (2004): Standorte der Holzwirtschaft: Einsatz von Biomasse in Energieanlagen. Universität Hamburg, Hamburg
- WITTKOPF, S. (2005): Bereitstellung von Hackgut zur thermischen Verwertung durch Forstbetriebe in Bayern. Dissertation TU München, Freising
- WITTKOPF, S.; HÖMER, U.; FELLER, S. (2003): Bereitstellungsverfahren von Waldhackschnitzeln. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Nr. 38, Freising
- ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSSTELLE FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (ZMP) (2005): ZMP Marktbilanz Forst und Holz. Verlag ZMP, Bonn
- ZOLLNER, H. (2005): GfK-Gerätemarktstudie 2004. Brennstoffspiegel, S. 44-45
-

Quellen im Internet

BAUDISCH, C. (2005): Anteil erneuerbarer Energien soll gesteigert werden. Online im Internet unter http://www.waldwissen.net/themen/holz_markt/holzenergie/lwf_erneuerbare_Energien_2005_DE (Stand 5.01.06), Freising

EWI/Prognos - Studie: Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030. Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (Stand 1.5.05), Online im Internet unter www.bmwa.bund.de.

KWF (2003): Forsttechnik - Stand, Bewertung, Bedarf, Entwicklung. Online im Internet unter: www.kwf-online.de, S.93-99 (Stand 1.12.05), Groß-Umstadt

GEROLD, D. (2004): Rohholzpotentiale aus dem Privatwald bis 200 ha. Vortrag im Rahmen des Seminars zur Bundeswaldinventur und zur Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung, 16./17.11.2004. Online im Internet unter: <http://www.bundeswaldinventur.de/media/archive/219.pdf> (Stand 1.12.05), Göttingen

HOLZZENTRALBLATT (2005): Privatwaldbesitzer beteiligen sich an Holzwerken Pröbstl. Online im Internet unter <http://www.holz-zentralblatt.com/index1.asp> (Stand 25.5.05), Leinfelden-Echterdingen

JAAKKO PÖYRY CONSULTING (2002): Struktur- und Marktanalyse der Holz verbrauchenden Industrie in Nordrhein-Westfalen - 1 Absatzstufe. Online im Internet unter: www.forst.nrw.de/nutzung/cluster/6_1.Absatzstufe.pdf (Stand 7.11.05), Paderborn

o.V. (2005): Papierlexikon. Online im Internet unter: <http://www.schneidersoehne.com/ssp/papier/lexikon> (Stand: 1.02.06), Ettlingen

VERBAND DEUTSCHER SÄGEINDUSTRIE (2005): Im Internet unter: www.saegeindustrie.de (Stand 1.2.06), Wiesbaden

7.5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung I: Übersicht über Aufkommen, derzeitigen Verbrauch und Holzreserven	5
Abbildung 1: Arten von Energieholz	16
Abbildung 2: Sortimentsaushaltung im Privatwald bis 200 ha nach Besitzgrößen	20
Abbildung 3: Jährliches Waldenergieholzpotenzial gegliedert nach Baumartengruppen und Regierungsbezirken in t atro	23
Abbildung 4: Industrieholzpreise für Fichte, Kiefer, Buche und Eiche; Quelle: Holzpreisstatistik der Bayerischen Staatsforstverwaltung 1980 bis 2004	26
Abbildung 5: Entwicklung der Schnittholzproduktion in 1.000 m ³ und Anzahl der Sägebetriebe in Deutschland	27
Abbildung 6: Produktionsentwicklung von Schnittholz in Bayern	27
Abbildung 7: Sägewerke in Bayern und angrenzenden Regionen	28
Abbildung 8: Sägenebenproduktaufkommen der Regierungsbezirke (Bezugsjahr 2005) in 1.000 t atro	29
Abbildung 9: Stoffströme in der bayerischen Sägeindustrie (2004)	30
Abbildung 10: Energiepreisindizes der Säge- und Industrierestholzsortimente sowie von Heizöl für Bayern	31
Abbildung 11: Aufkommen von Altholz in 1000 t atro nach Regierungsbezirken, Gesamtmenge ca. 0,7 Mio. t atro (Bezugsjahr 2004)	32
Abbildung 12: Verwertung von Altholz in Mio. t atro (Bezugsjahr 2004)	32
Abbildung 13: Preisentwicklung für Altholz nach den Hauptsortimenten (A1-A4) für Süddeutschland frei Werk in €/t	33
Abbildung 14: Entwicklung der deutschen Normpelletsproduktion (2006 prognostiziert)	35
Abbildung 15: Kartendarstellung der bestehenden und in Planung/Bau befindlichen bayerischen Pelletsproduktionsstandorte (Stand: März 2006) - geplante Produktionskapazität für Ende 2006 insgesamt 0,36 Mio. t/a	36
Abbildung 16: Entwicklung der Anzahl der Pelletsheizungen in Bayern	37
Abbildung 17: Energiewald drei Monate nach der Begründung	38
Abbildung 18: Gehölmähhäcksler bei der Ernte von fünfjährigen Pappeln	39
Abbildung 19: Standorte der geförderten bayerischen Heiz(kraft)werke, Stand Juni 2006	43
Abbildung 20: Geförderte Biomasseheiz(kraft)werke 2004 und Befragungsbeteiligung, eingeteilt nach Biomassenennleistung	44
Abbildung 21: Anteil der Energieholzsortimente am Rohstoffverbrauch der geförderten bayerischen Biomasseheiz(kraft)werke	44
Abbildung 22: Anteile der eingesetzten Biomasse bei verschiedenen Heizwerksgrößen (N = Anzahl der Nennungen)	45

Abbildung 23: Rohstoffanteile der deutschen Papierindustrie 2004	46
Abbildung 24: Standorte der Papier- und Zellstoffindustrie in Bayern und angrenzenden Regionen	47
Abbildung 25: Standorte der Holzwerkstoffindustrie in Bayern und angrenzenden Regionen	48
Abbildung 26: Darstellung der Stoffströme für Industrieholz und Sägenebenprodukte	51
Abbildung 27: Anteiliger Verbrauch am Energie- bzw. Industrieholzaufkommen (stoffliche und energetische Nutzung 2005) - insgesamt ca. 5,2 Mio. t atro (ohne Stammholz)	53
Abbildung 28: Bilanz zwischen Potenzial bzw. geplantem Aufkommen 2006 und dem derzeitigen Aufkommen der verschiedenen Holzsortimente für die energetische und stoffliche Nutzung in Bayern (Bezugsjahre 2003-2005)	54

7.6 Tabellenverzeichnis

Tabelle I:	Energieholzsortimente und Verbraucher	4
Tabelle 1:	Vergütungssätze für Betreiber von Biomasseheizkraftwerken	14
Tabelle 2:	Energieinhalt von Holz im Vergleich zu anderen Energieträgern	17
Tabelle 3:	Das potenzielle jährliche Rohholzaufkommen in Bayern im Vergleich zu den bisherigen Nutzungen getrennt nach den Waldbesitzarten	19
Tabelle 4:	Jährliches Aufkommen an Waldenergieholz, gegliedert nach Baumartengruppen und Eigentumsarten	21
Tabelle 5:	Jährliches Aufkommen an Industrieholz, gegliedert nach Eigentumsarten in t atro	22
Tabelle 6:	Prozentuale Verteilung der Sortimente im Privatwald bis 20 ha (Mittel der Einschlags-erhebungen 2002, 2003, 2004)	23
Tabelle 7:	Jährliches Waldenergieholzpotenzial gegliedert nach Baumartengruppen und Regierungsbezirken in t atro	24
Tabelle 8:	Jährliches Waldenergieholzpotenzial gegliedert nach Eigentumsarten und Regierungsbezirken in t atro	24
Tabelle 9:	Kosten bei der vollmechanisierten Bereitstellung von Industrieholz frei Waldstraße	25
Tabelle 10:	Aufkommen an Sägenebenprodukten in Bayern nach Hauptsortimenten (2004) in Tsd. m ³	29
Tabelle 11:	Auswirkung der bayerischen Sägewerksneubauten bzw. Kapazitätserweiterungen auf den Sägenebenprodukteanfall	29
Tabelle 12:	Altholzkategorien und Verwertung	31
Tabelle 13:	Schnittgutmengen bei der Pflege von Straßenbegleitgehölzen nach DINTER und MORITZ (1987)	34
Tabelle 14:	Flur- und Schwemmh Holzpotenzial in Bayern	34
Tabelle 15:	Kennzahlen für genormte Pellets (nach DINplus-Norm)	35
Tabelle 16:	Potenzial für die Energieholzgewinnung mit Energiewäldern in Bayern	40
Tabelle 17:	Kostenkalkulation für die Anlage eines Energiewaldes	40
Tabelle 18:	Zusammenfassender Holzverbrauch der bayerischen Holzwerkstoff-, Papier- und Zellstoffindustrie im Jahr 2005	49
Tabelle 19:	Derzeitiges Aufkommen potenzieller Energie- und Industrieholzsortimente in Mio. t atro/a (Basis 2004/2005)	50
Tabelle 20:	Bezug und Abfluss potenzieller Energie- und Industrieholzsortimente in Bayern in Mio. t atro	52
Tabelle 21:	Verbrauch potenzieller Energie- und Industrieholzsortimente in Bayern	52