

LWF

Wissen

70

Energieholzmarkt Bayern 2010

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG




ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Energieholzmarkt Bayern 2010

Impressum

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)
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Telefon: +49(0)8161 71 - 4801
Fax: +49(0)8161 71 - 4971
poststelle@lwf.bayern.de
www.lwf.bayern.de

Verantwortlich

Olaf Schmidt, Leiter der Bayerischen
Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Autoren

Stefan Friedrich, Christina Schumann,
Dr. Florian Zormaier, Fabian Schulmeyer,
Dr. Elke Dietz, Dr. Frank Burger,
Remigius Hammerl, Dr. Herbert Borchert und
Jan-Philipp Egner

Redaktion

Tobias Bosch, Anja Hentzschel-Zimmermann

Übersetzung

Dr. M. Lutze, Dr. L. Thompson, F. Schulmeyer

Layout

Grafikstudio 8, Freising

Titelfoto

H. Borchert

Druck

Bosch Druck GmbH, Ergolding

Auflage

1.000 Stück

Copyright

Bayerische Landesanstalt für Wald
und Forstwirtschaft, Dezember 2012

Vorwort

Holz ist für die Wärmeerzeugung die wichtigste nachwachsende Energiequelle. Holz zu verwenden, trägt dazu bei, fossile Energieträger und Kernenergie einzusparen und somit einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiewende zu leisten. Holz ist auch der Energieträger der kurzen Wege. Heizöl und Erdgas werden auf Ölfeldern im Nahen Osten oder Offshore-Plattformen der Nordsee gewonnen. Die bayerischen Waldbesitzer hingegen stellen Brennholz aus der Pflege der Wälder regional bereit und leisten damit einen Beitrag zur Wertschöpfung im ländlichen Raum.

Die Ergebnisse des Energieholzmarktberichtes zeigen, dass die Initiativen des Freistaats Bayern und der Bundesrepublik Deutschland Früchte tragen. Die Nutzung von Holz wurde im Rahmen der Nachhaltigkeit deutlich ausgebaut und fossile Energieträger eingespart. Private Verbraucher nutzen Fördermöglichkeiten, um beispielsweise auf Pelletzentralheizungen umzusteigen, Gemeinden und Unternehmen investieren mit staatlicher Unterstützung in Biomasseheizwerke.

Die energetische Nutzung von Holz aus heimischen Wäldern kann aus forstwirtschaftlicher Sicht noch etwas gesteigert werden. Herausforderung dabei wird sein, einen Ausgleich zwischen der stofflichen Verwendung für hochwertige Holz- und Papierprodukte und der energetischen Nutzung zu finden. Hier muss die Herstellung von langlebigen Holzprodukten Vorrang vor einer Holzverbrennung haben, die erst am Ende der Verwendungsdauer stehen sollte. Außerdem setzt die natürliche Ertragsfähigkeit der Waldböden Grenzen, die eine nachhaltige Waldbewirtschaftung berücksichtigen muss. Die Bayerische Forstverwaltung erarbeitet hierzu in Forschungsprojekten Hilfestellungen für die Praxis. Neue Technologien, wie die Holzvergasung, werden in Zukunft eine Wärme- und Stromerzeugung in kleinerem Maßstab ermöglichen. Dadurch können anstelle großer Biomasseheizkraftwerke kleinere dezentrale Anlagen errichtet und Holz vor Ort effizienter genutzt werden.

Die Entwicklung auf dem Energieholzmarkt stimmt mich positiv, dass der nachwachsende Rohstoff Holz einer sinnvollen Verwendung zugeführt werden kann. Der vorliegende Bericht kann durch eine Marktanalyse wichtige Hinweise dazu geben, die Stoffströme in die richtigen Bahnen zu lenken.

OLAF SCHMIDT

Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft



**Sie finden
Nachhaltigkeit
modern?**

**Wir auch –
seit 300 Jahren.**

**FORSTWIRTSCHAFT
IN DEUTSCHLAND**
Vorausschauend aus Tradition

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Vorwort	3
Inhaltsübersicht	4
Einleitung	7
Stefan Friedrich und Florian Zormaier	
Rahmenbedingungen der energetischen Holznutzung	8
Fabian Schulmeyer und Florian Zormaier	
Material und Methoden	11
Stefan Friedrich, Elke Dietz, Christina Schumann und Florian Zormaier	
Aufkommen von Waldholz als Scheitholz, Waldhackschnitzel und Industrieholz	20
Fabian Schulmeyer, Florian Zormaier und Stefan Friedrich	
Sägenebenprodukte und Industrierestholz	26
Stefan Friedrich, Christina Schumann, Herbert Borchert, Fabian Schulmeyer und Jan-Philipp Egner	
Pellethersteller und Pelletproduktion	33
Stefan Friedrich	
Altholz	37
Remigius Hammerl, Stefan Friedrich, Herbert Borchert und Christina Schumann	

Inhaltsverzeichnis

Flur- und Schwemholz	41
Elke Dietz	
Kurzumtriebsplantagen	45
Frank Burger, Stefan Friedrich, Christina Schumann und Florian Zormaier	
Energieholzverbrauch in Privathaushalten	50
Stefan Friedrich und Christina Schumann	
Feuerungsanlagen in Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden	57
Stefan Friedrich, Fabian Schulmeyer und Jan-Philipp Egener	
Biomasseheiz(kraft)werke	59
Christina Schumann, Stefan Friedrich und Florian Zormaier	
Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie	64
Stefan Friedrich	
Holzbilanz	70
Stefan Friedrich, Florian Zormaier und Herbert Borchert	
Literatur	80
Zusammenfassung	86
Summary	88
Anhang	90
Anschrift der Autoren	92

Einleitung

Stefan Friedrich und Florian Zormaier

Seit dem Jahr 2001 ist der Preis für den fossilen Energieträger »leichtes Heizöl« – von einem starken Rückgang in der Wirtschaftskrise 2008/ 2009 abgesehen – von 28 ct/l (Cent pro Liter) (Januar 2000) auf rund 75 ct/l (Januar 2012) gestiegen (Statistisches Bundesamt 2012a).

Diese Entwicklung fand insbesondere die letzten fünf bis sechs Jahre statt. Die Preissteigerungen auf den Märkten für fossile Energieträger belebten die Nachfrage nach Holz zur Wärme- und Stromerzeugung. Außerdem ist es politisches Ziel, den Anteil der Erneuerbaren Energien bei der Bereitstellung von Wärme und Strom zu erhöhen. Die erhöhte Nachfrage nach Holz führte auch zu einer Verteuerung der Preise für dessen energetische und stoffliche Verwendung. So nahm der Preis für Nadelholzhackschnitzel seit 2005 um über 80 % zu (Stand Januar 2012) (Statistisches Bundesamt 2012c).

Für Bayern liegen keine aktuellen und detaillierten Erkenntnisse zum Marktgeschehen im Bereich Energieholz vor, die letzte Berichterstattung war im Jahr 2005. Daher beauftragte das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), eine erneute Marktanalyse durchzuführen.

Zielsetzung

Ziel dieses Berichtes ist es, nach den Jahren 2000 und 2005 einen aktualisierten Überblick über das Aufkommen und die Verwendung von Energieholz in Bayern für das Jahr 2010 zu geben. Zum Teil werden, soweit Daten vorliegen, aktuellere Zahlen dargestellt. Die wesentlichen Veränderungen der Stoffströme seit dem letzten Bericht werden beschrieben und aktuelle Trends dargestellt.

Methodik

Im Anhalt an bisherige Studien zum Rohholzaufkommen und Energieholzverbrauch (Hick und Mantau 2008; Mantau 2008; Röder et al. 2008) wurden umfangreiche Befragungen der Marktteilnehmer durchgeführt. Dadurch konnte die Berichterstattung auf eine

fundierte Datenbasis gestellt werden, die z.T. für die letzte Marktanalyse nicht zur Verfügung stand. Auch wurde die Berichterstattung um eine GIS (Geoinformationssystem)-basierte Potentialanalyse von Flurholz sowie eine Umfrage bei Privathaushalten erweitert.

Aufbau

Der Aufbau dieses Berichtes folgt im Wesentlichen der Gliederung des letzten Energieholzmarktberichtes für Bayern (Bauer et al. 2006). Zunächst wird das Aufkommen von Energieholzsortimenten abgebildet, anschließend die Verbraucher beschrieben, um in einem dritten Schritt beides in einer Bilanz gegenüberzustellen.

Energieholzaufkommen: Holz wird in verschiedenen Sortimenten energetisch genutzt: Waldholz, Sägen Nebenprodukte und Presslinge daraus, Industrierestholz sowie Rinde und Hobelspäne, Altholz und Flur- und Schwemmholz sowie Holz aus Kurzumtriebskulturen. Auf eine erneute Kalkulation des Waldenergieholzpotentials wurde verzichtet. Jedoch wurde das Potential von Flurholz durch einen GIS-basierten Ansatz neu berechnet.

Energieholzverbrauch: Die wesentlichen Verbraucher (Feuerstätten und Biomasseheiz- und -heizkraftwerke) werden ausführlich beschrieben und deren Bedarf an Holz zur Wärme und Stromerzeugung für das Jahr 2010 berechnet. Als weitere Nachfrager werden auch die stofflichen Verwerter der Holzwerkstoff- und Papierindustrie dargestellt, weil deren Bedarf an Holzsortimenten sich besonders stark mit dem des Energieholzmarktes überschneidet.

Bilanzierung: Angebot und Verbrauch von Energieholz werden gegenüberstellend verglichen. Für unterschiedliche Zielgruppen werden die Energiekennzahlen aufbereitet.

Schlussfolgerungen: Aus den Ergebnissen der Berichterstattung werden Empfehlungen für politische Entscheidungsträger und Akteure auf dem Energieholzmarkt abgeleitet. Aus den Erfahrungen, die im Zuge der Datenerhebung und -aufbereitung gewonnen wurden, wurde weiterer Forschungsbedarf formuliert.

Rahmenbedingungen der energetischen Holznutzung

Fabian Schulmeyer und Florian Zormaier

Erneuerbare Energien spielen bei der Energieversorgung bereits heute eine tragende Rolle. Die Biomasse leistet dabei einen wichtigen Beitrag zur Energiewende. Im Bereich der Stromerzeugung und der Mobilität werden vorrangig flüssige und gasförmige, aus Biomasse erzeugte Kraftstoffe eingesetzt. Bei der Wärmeerzeugung steht die feste Biomasse, vor allem Holz, im Mittelpunkt.

Energiewende in Europa, Deutschland und Bayern

Auf europäischer Ebene stellt die *Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen* die Weichen für die zukünftige Energieversorgung in der Europäischen Union. Bis 2020 sollen mindestens 20 % des Endenergieverbrauchs der EU aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Für die Mitgliedsstaaten wurden verbindliche nationale Gesamtziele vereinbart. Für Deutschland ist die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch auf 18 % im Jahr 2020 festgeschrieben.

Das *Energiekonzept der Bundesregierung* (Bundesregierung 2010) von 2010 beschreibt die energiepolitische Ausrichtung Deutschlands und wurde durch den Beschluss zum Atomausstieg 2011 ergänzt. Wesentliche Ziele sind:

- Die Reduktion der Treibhausgase um 60 % bis 2020 gegenüber 1990.
- Eine deutlichen Steigerung der Energieeffizienz.
- Die Absenkung des Primärenergieverbrauchs um 20 % bis 2020 gegenüber 2008.
- Die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch entsprechend den Vorgaben der Europäischen Union von 11 % im Jahr 2010 auf 18 % im Jahr 2020.
- Die Steigerung des Anteils an der Stromversorgung von 17 % im Jahr 2010 auf 35 % im Jahr 2020.
- Die Verdoppelung des Anteils im Bereich der Mobilität von 6 % im Jahr 2010 auf 12 % im Jahr 2020.

- Der Ausbau der Wärmeerzeugung mit Biomasse auf 14 %, zu der sie mit aktuell 10 % den Großteil beiträgt.

Da die zur Verfügung stehende Energiemenge nicht grenzenlos erhöht werden kann, kommt dem effizienten Einsatz der Energien eine Schlüsselrolle zu.

Energie innovativ

Mit dem bayerischen Energiekonzept *Energie innovativ* (Bayerische Staatsregierung 2011) wird als Reaktion auf das schwere Reaktorunglück in Japan im März 2011 eine Strategie entworfen, die neben der Reduktion der Treibhausgasemissionen auch den Ausstieg aus der Kernenergie vorsieht. Hiervon ist in erster Linie der Bereich der Stromerzeugung betroffen. Neben einem deutlich verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien von 23 % im Jahr 2008 auf 54 % im Jahr 2021 soll auch der Anteil des Erdgases von 11 % im Jahr 2008 auf 37 % im Jahr 2021 erhöht werden. Windkraft und Photovoltaik sollen im Bereich der Stromerzeugung am deutlichsten gesteigert werden. Der Anteil der Biomasse an der Stromerzeugung soll von 6 % im Jahr 2009 auf 10 % im Jahr 2021 anwachsen.

Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe

Das vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) herausgegebene *Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe* (StMELF 2009) stellt die Trends und Ziele der energetischen Biomassennutzung in Bayern dar. Der potentielle Beitrag der Biomasse zum Primärenergieverbrauch Bayerns wird auf rund 10 % geschätzt. Die Biomasse soll dabei, wie alle Energiequellen, möglichst effizient genutzt werden. Die effizienteste Form der energetischen Holznutzung ist die Wärmeerzeugung und die wärmegeführte Kraft-Wärme-Kopplung.

Zur Integration der im Energiekonzept *Energie innovativ* formulierten Ziele wird das *Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe* (StMELF 2009) derzeit vom StMELF überarbeitet.

Gesetzliche Regelungen

EEG 2012

Die Novellierung des *Gesetzes für den Vorrang erneuerbarer Energien* (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) trat zum 1. Januar 2012 in Kraft. Das Gesetz zielt auf die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf 35 % bis zum Jahr 2020 ab. Betreiber von Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erhalten eine variable Einspeisevergütung. Die wichtigsten Änderungen für Neuanlagen, in denen Holz energetisch verwendet wird, sind:

- Die Grundvergütung bei Biomasseanlagen wird in vier leistungsbezogenen Anlagenkategorien gestaffelt.
- Zusätzlich gibt es eine einsatzstoffabhängige Vergütung. Die Einsatzstoffvergütung kann anteilig erfolgen, das heißt die Einsatzstoffklassen können gemischt eingesetzt werden.
- Jede Biomasseanlage muss neben der Stromproduktion einen Zusatznutzen erfüllen, z. B. die Nutzung von mindestens 60 % der anfallenden Wärme. Diese Nutzung kann auch in Form von Holz Trocknung erfolgen.
- Bei Neuanlagen wurde die Vergütung für die Altholzverbrennung gestrichen.

EEWärmeG

Das *Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz* (EEWärmeG) trat zum 1. Januar 2009 in Kraft und wurde zum 1. Mai 2011 neu gefasst. Ziel ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmebedarfsdeckung von 6 % im Jahr 2007 auf 14 % im Jahr 2020 zu erhöhen. Neubauten müssen seit Inkrafttreten mindestens einen Teil ihres Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien decken. Der vorgeschriebene Mindestanteil variiert je nach eingesetzter Energiequelle. Bei Verwendung von fester Biomasse wurde diese als Nutzungspflicht bezeichnete Quote auf 50 % des Wärmeenergiebedarfs festgesetzt.

Für die (freiwillige) Umstellung der Wärmeversorgung in Altbauten und für über die Nutzungspflicht hinausgehende Anlagen in Neubauten bestehen außerdem Fördermöglichkeiten im Rahmen des Marktanzreizprogramms der Bundesregierung.

Förderprogramme

Marktanzreizprogramm der Bundesregierung

Nach den *Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt* (Bundesregierung 2011) umfasst das Marktanzreizprogramm zwei Teile:

- Projektförderung durch Investitionszuschüsse, z. B. für automatisch beschickte Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse für die thermische Nutzung oder besonders emissionsarme Scheitholzvergaser mit 5–100 kW (Kilowatt) Nennwärmeleistung.
- Zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im KfW-Programm Erneuerbare Energien, z. B. für automatisch beschickte Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse für die thermische Nutzung mit mehr als 100 kW Nennwärmeleistung, Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung oder Nahwärmenetze, die mit Wärme aus erneuerbaren Energien gespeist werden.

Anlagen in Neubauten sind nur förderfähig, wenn sie über die Erfüllung der aus dem EEWärmeG entstehenden Nutzungspflicht hinausgehen. Nähere Informationen sind beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder der KfW erhältlich.

BioKlima

Im Rahmen des Klimaprogramms Bayern 2020 wurde vom Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die *Richtlinie zur Förderung der CO₂-Vermeidung durch Biomasseheizanlagen* (StMELF 2010) erlassen. Diese regelt Investitionszuschüsse für Biomasseheizanlagen, durch deren Betrieb kalkulatorisch in sieben Jahren mehr als 500 t CO₂ vermieden werden. Als Brennstoff dürfen ausschließlich naturbelassene Biomassebrennstoffe aus heimischer Produktion verwendet werden. Nähere Informationen sind beim Technologie- und Förderzentrum (TFZ) erhältlich.

Aktuelle Diskussionspunkte

Die energetische Verwendung von Holz wird sowohl von Vertretern der Forstwirtschaft als auch durch die Klima- und Energiepolitik auf europäischer, bundesdeutscher und bayerischer Ebene unterstützt. Jedoch werden bei der energetischen Verwendung von Waldholz auch verschiedene Punkte diskutiert. Dazu zählen die Nutzungskonkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Verwendung sowie die Nährstoffnachhaltigkeit im Wald.

Konkurrenz um Holz

Die erhöhte Nachfrage nach Energieholz verstärkt die Konkurrenz um Sortimente, welche auch von der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie verwendet werden. Damit geht ein Preisanstieg einher, der zu einer Belebung des Marktes und zu Verschiebungen von Holzströmen führt. Im Rahmen des politischen Diskurses wird gefordert, die den Markt beeinflussenden Gesetze und Förderprogramme zu überprüfen und die Kaskadennutzung zu favorisieren (Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie 2011).



Abbildung 1: Holzpolter (links) für die stoffliche Verwendung in der Papierindustrie und Fichtengipfel (rechts) für die energetische Verwendung in einem Biomasseheizkraftwerk. (Foto: H. Borchert)

Nährstoffnachhaltigkeit im Wald

Ebenfalls diskutiert wird der Entzug von Nährstoffen durch eine gesteigerte Entnahme von Nadeln, Laub und Feinreisig bei der energetischen Verwendung von Kronenbiomasse. In diesen Pflanzenteilen ist der Großteil der für das Pflanzenwachstum relevanten Nährstoffe gespeichert. Bei der Frage der Verträglichkeit von Maßnahmen zur Kronennutzung sind die standörtlichen Verhältnisse entscheidend. Auf gut nährstoffversorgten Standorten ist die Nutzung von Kronenbiomasse in der Regel unproblematisch, solange noch genügend Material für die Humusbildung zurückbleibt. Auf ärmeren Standorten muss der Nährstoffentzug minimiert werden. Hierzu setzen die Bayerischen Staatsforsten seit 2011 ein Nährstoffmanagement-Instrument ein (Bayerische Staatsforsten 2011 a). Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) arbeitet an entsprechenden Informationsmaterialien für die Beratung im Privat- und Körperschaftswald. Außerdem können spezielle Holzernterverfahren eingesetzt werden, bei denen ein möglichst hoher Anteil an Nadeln, Laub und Feinreisig im Bestand verbleibt.

Ausblick

Die steigende Nachfrage nach Holz zur energetischen Verwendung macht eine genaue Betrachtung der Rohstoffkonkurrenz und der Nährstoffnachhaltigkeit notwendig. Die durch die Klimapolitik gesteckten und durch den Atomausstieg weiter erhöhten Ziele für den Einsatz erneuerbarer Energien haben auch Einfluss auf den Energieholzmarkt. Um die Nachfrage zu bedienen, muss unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit weiter an der Mobilisierung von Holzreserven und der Erhöhung des Potentials (z. B. durch die Anlage von Kurzumtriebsplantagen) gearbeitet werden. Parallel dazu ist aber ein möglichst effizienter Einsatz des vorhandenen Energieholzes und die Optimierung der Stoffströme erforderlich.

Material und Methoden

Stefan Friedrich, Elke Dietz, Christina Schumann und Florian Zormaier

Der vorliegende Bericht ist eine Nachfolgestudie zu Wagner und Wittkopf (2000) und Bauer et al. (2006), die den Energieholzmarkt in Bayern für die Jahre 2000 und 2005 analysierten. Um an Daten, die in vorhergehenden Studien erhoben wurden, anzuknüpfen, stützt sich der aktuelle Energieholzmarktbericht für das Jahr 2010 in Struktur und Inhalt daher insbesondere auf Bauer et al. (2006) sowie methodisch auf die Clusterstudie für Bayern (Röder et al. 2008). Letztere bildete die Rohholzströme für Bayern über Befragung der Marktteilnehmer ab. Als Bezugsjahr wurde das Kalenderjahr 2010 gewählt. Durch umfangreiche Befragungen der Marktteilnehmer (Industrie-/ Gewerbebetriebe und Privathaushalte), Anfragen bei Experten und Literaturrecherchen wurden die Daten zum Aufkommen und Verbrauch an Energieholz aktualisiert. Ein neuer, GIS-gestützter Ansatz wurde bei der Berechnung des Potentials von Flurholz verfolgt.

Datenerhebungen bei Unternehmen

Um fundierte Informationen zum Aufkommen und Verbrauch von Energieholz in Bayern zu erhalten, wurden umfangreiche Erhebungen bei Betrieben der ersten Verarbeitungsstufe des Clusters Forst und Holz, sowie bei Biomasseheiz- und -heizkraftwerken durchgeführt. Insgesamt wurden über 2.000 Adressaten mit Fragebogen angeschrieben. Eine summarische Zusammenstellung der jeweiligen Grundgesamtheit und des Rücklaufs befindet sich im Anhang.

Sägeindustrie

Nach Angaben des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung (Statistisches Landesamt) für das Jahr 2009¹ existierten 1.336 umsatzsteuerpflichtige Unternehmen des Wirtschaftszweiges 16.1 »Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke«. Im Juni 2011 wurden rund 1.200 Sägewerke in Bayern, von denen Adressen und größtenteils Informationen zur Einschnittskapazität vorlagen, schriftlich zu Rohstoffbedarf und Schnittholzproduktion sowie dem Anfall an Sägenebenprodukten und deren weiterer Verwendung befragt. Auf Grund des geringen Rücklaufs (vgl. Anhang) wurden die Betriebe Ende September erneut angeschrieben.

Die Berechnung der Kennzahlen von Verbrauch und Produktion der Sägewerke erfolgte in Anlehnung an Röder et al. (2008) getrennt nach Sägern mit einer jährlichen Einschnittskapazität von über 20.000 Fm (Festmeter) Laubholz oder mehr als 50.000 Fm Nadelholz und Sägern mit weniger Einschnittskapazität als die o.g. Grenzwerte, d.h. getrennt nach »Groß- und Klein-/ Mittelsägern«.

Da die gut drei Dutzend als Großsägewerke identifizierten Betriebe rund zwei Drittel des gesamten Einschnitts leisten (Röder et al. 2008), wurden diese, sofern sie nicht an der schriftlichen Befragung teilgenommen hatten, im Oktober/November 2011 telefonisch zu Kapazität und Rundholzeinschnitt befragt. An der schriftlichen Befragung hatten 13 von 34 Betrieben teilgenommen. Die statistische Qualität der Aussagen zu den einzelnen Merkmalen ist daher unterschiedlich: Einschnitt und Einschnittskapazität konnten in Summe aus der Befragung der Großsäger entnommen werden, da hierzu 100 % Rücklauf vorlagen. Alle weiteren Kennwerte (z. B. Schnittholzausbeute, Sortimentsverteilung der Nebenprodukte oder Verwendung der Sägenebenprodukte) wurden über statistische Durchschnittswerte für Großsäger aus den 38 % Rücklauf der schriftlichen Befragung hochgerechnet.

Der schriftliche Rücklauf für Klein- und Mittelsäger lag bei etwa 8 %, wobei nach Größenklassen unterschieden werden muss, wie Abbildung 2 zeigt.

Alle Sägewerke unterhalb der Leistungsgrenzen für Großsäger wurden auf Größenklassen verteilt, für die Klassen Mittelwert und Median des Einschnitts und der Kapazität ermittelt und diese mit der Grundgesamtheit hochgerechnet. Als Grundgesamtheit wurde die in der Umsatzsteuerstatistik des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung genannte Zahl von Sägewerken verwendet. Weil für 2010 noch keine Angabe vorlag, wurde die Entwicklung von 2005 bis 2009 fortgeschrieben. Es wurde angenommen, dass sich die Grundgesamtheit so auf die Größenklassen verteilt,

¹ Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen die Zahlen für 2010 noch nicht vor.

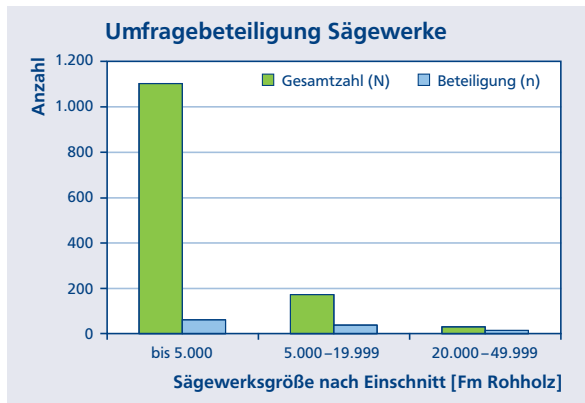


Abbildung 2: Grundgesamtheit der kleinen und mittleren Sägewerke nach Klassen in Bayern (nach Mantau 2007) und Beteiligung an der Befragung 2011.

wie Mantau (2007) ermittelt hatte und der Rücklauf der eigenen Befragung hinsichtlich der Betriebsgröße erheblich verzerrt war. Der Rundholzeinschnitt in Bayern wurde klassenweise über das arithmetische Mittel des Einschnitts der jeweiligen Klasse hochgerechnet. Aus dem Einschnitt wurde entsprechend der durchschnittlichen Ausbeute die Schnittholzmenge und der Anfall an Nebenprodukten errechnet. Für die weiteren Kennwerte wurden analog zu den Großsägern die aus der Befragung errechneten Verteilungen auf den hochgerechneten Einschnitt bzw. auf die Masse der Nebenprodukte im Jahr 2010 übertragen.

Statistische Kenngrößen zum erhobenen Einschnitt für die einzelnen Klassen sind im Anhang dargestellt. Der Standardfehler beträgt in der Klasse bis 4.999 Fm und der Klasse von 20.000 bis 49.999 Fm Einschnittskapazität 15 % des Mittelwerts bzw. in der Klasse von 5.000 bis 19.999 Fm 8 %. Für die Klasse mit dem insgesamt höchsten Rundholzeinschnitt kann auf Grund des verhältnismäßig höheren Rücklaufs die statistisch beste Aussage getroffen werden. Dennoch führt die verhaltene Beteiligung an der Sägewerksbefragung zu Unsicherheiten in den Ergebnissen. Da die Betriebe bereits zweimal angeschrieben worden waren, schien dieser Ansatz ausgereizt. Auf eine telefonische Befragung der kleinen und mittleren Sägewerke wurde aus Zeit- und Kostengründen verzichtet.

Biomasseheizwerke und -heizkraftwerke

Über das Centrale Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e.V. (C.A.R.M.E.N. e.V.), eigene Recherchen und Literaturangaben konnten für Bayern rund 680 Adressen von Biomasseheizwerken und -heizkraftwerken ermittelt werden. Da der Adressenliste auch eine Abfrage der Landratsämter durch C.A.R.M.E.N. e.V. zu den ihnen bekannten Anlagen zu Grunde lag, wurde die Zahl der Adressaten als Grundgesamtheit der Werke für Bayern angenommen.

Die schriftliche Befragung erfolgte von August bis September 2011. Insgesamt gingen Antworten zu 215 Anlagen ein, von denen 30 allerdings erst 2010 in Betrieb genommen wurden. Der Rücklauf lag für reine Biomasseheizwerke bei rund 30 %, für ORC-Heizkraftwerke (Organic Rankine Cycle) und Biomasse-dampfheizkraftwerke bei 43 % bzw. 63 %.

Zu den beiden Letztgenannten konnte auch auf zwei Diplomarbeiten der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf zurückgegriffen werden (Moll 2011; Meier 2011), die jedoch ein anderes Bezugsjahr als der vorliegende Marktbericht aufwiesen und zudem nicht alle Standorte in Bayern abbildeten. Daher konnten die Daten nur zum Abgleich der Befragungsergebnisse herangezogen werden.

Betrachtet man die Beteiligung an der Erhebung nach der Feuerungswärmeleistung, so sind die Heiz(kraft)werke mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 500 kW (20 %) im Vergleich zu den Werken ab 500 kW unterrepräsentiert (Abbildung 3 bzw. Tabelle 23 im Anhang). Dies ist jedoch für die Hochrechnung des Holzverbrauchs kein gravierendes Problem, da die Gesamtmenge des eingesetzten Brennstoffes in dieser Klasse mit Abstand die kleinste ist, trotz der großen Zahl der Marktteilnehmer.

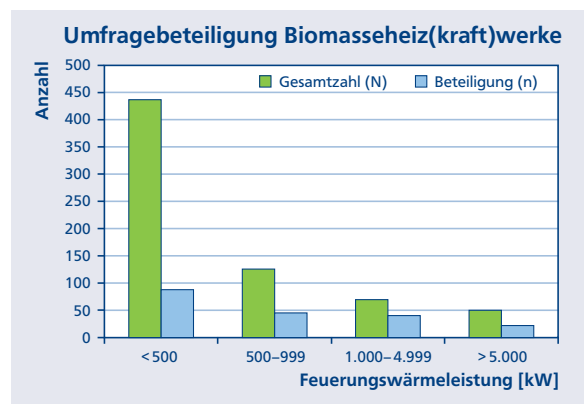


Abbildung 3: Anzahl der Biomasseheiz(kraft)werke 2010 und Befragungsbeteiligung nach Feuerungswärmeleistung

Die Berechnung der Kennzahlen zu Energieholzverbrauch sowie Wärme- und Stromproduktion erfolgte nach Größenklassen über die Feuerungswärmeleistung des Biomassekessels. Für die jeweilige Größenklasse wurde der arithmetische Mittelwert des Brennstoffverbrauchs ermittelt. Über die Gesamtzahl der in der Klasse vorhandenen Heizanlagen in Bayern wurde der Gesamtverbrauch berechnet und über die Klassen für Bayern summiert.

Die Anteile der einzelnen Brennholzsortimente wurden ebenfalls klassenweise ermittelt und auf die hochgerechneten Verbräuche umgelegt.

Die Hochrechnung über Klassen war möglich, da durch die Förderdatenbank des Technologie- und Förderzentrums Straubing (TFZ), C.A.R.M.E.N. e.V. und eigene Recherchen die Feuerungswärmeleistung der meisten Biomasseheizwerke bekannt war. Für Werke, zu deren Leistung keine Informationen vorlagen, wurde über die Befragungsdaten ein Durchschnittswert (d.h. Median: 0,25 MW [Megawatt]) ermittelt. Die Feuerungswärmeleistungen der ORC- und Dampfheizkraftanlagen waren über die Arbeiten von Moll (2011) und Meier (2011) bekannt.

Papier- und Holzwerkstoffindustrie

In Bayern wurden vier Hersteller von Holzwerkstoffen und etwa 20 Betriebe der Papier- und Zellstoffindustrie schriftlich befragt. Leider war der Rücklauf sehr gering, so dass z. B. zum Frischholzeinsatz keine Aussagen getroffen werden konnten.

Die fehlenden Daten wurden über Internet- und Literaturrecherchen soweit wie möglich ergänzt: Zu den Standorten mit Frischholzbedarf wurden Informationen aus den Umwelterklärungen aus verschiedenen Bezugsjahren herangezogen.

Pelletindustrie

In Kooperation mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) – Fachbereich Holzenergie – wurden im Rahmen einer Bachelorarbeit (Degenbeck 2012) alle Pellethersteller in Bayern identifiziert und angeschrieben. Bei Betrieben, die nicht geantwortet hatten, erfragten Mitarbeiter der LWF die jährliche Produktionskapazität und die Produktion des Jahres 2010 telefonisch. Auf diese Weise wurde ermittelt, dass von 23 befragten Betrieben 16 zum Befragungszeitpunkt produzierten, von diesen nahm nur einer nicht an der Studie teil.

Von zehn Betrieben lagen vollständige Angaben vor, von den übrigen nur zu Produktion und Kapazität. Die durchschnittliche Exportquote der Betriebe, die diese mitgeteilt hatten, wurde auf die Gesamtproduktion in Bayern hochgerechnet.

Altholzensorger und -händler

Über Adressverzeichnisse des Landesamtes für Umwelt (LfU 2011a, LfU 2011b), des Bundesverbandes der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V. (BAV 2011) und des Bundesverbandes Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (BVSE 2011) wurde versucht, die Altholzhändler und -verwerter in Bayern zu identifizieren. Insgesamt wurden 210 Adressaten recherchiert und schriftlich befragt. Geantwortet haben 47 Betriebe bzw. Unternehmen mit mehreren Standorten, darunter 23 reine Händler und 24 Aufbereiter (z. T. mit Handelstätigkeit). Da bekannt war, dass nur eine kleine Zahl an Unternehmen die Hauptmasse des Altholzes erfasst, wurden deren Kapazitäten, sofern sie nicht an der Umfrage teilgenommen hatten, telefonisch und über Internetrecherchen ermittelt.

Weimar und Mantau (2008) unterscheiden das Handelsvolumen an Altholz vom Marktvolumen, d. h. die in der Branche insgesamt erfasste und auch intern gehandelte Menge von derjenigen, die real den Endverbrauchern zugeht. Deshalb wurde zur Hochrechnung nur auf die Mengenangaben zurückgegriffen, die direkt vom Altholzaufbereiter zum Endkunden verkauft wurden.

Die Hochrechnung erfolgte getrennt nach zwei Größenklassen von Aufbereitern. Zusammengefasst wurden Betriebe mit einer erfassten Menge ab 20.000 t lutro (Tonnen lufttrocken) pro Jahr und diejenigen bis 19.999 t lutro pro Jahr. Die größeren Aufbereiter gingen mit dem erhobenen Altholzaufkommen direkt in die Hochrechnung ein, wohingegen die kleinen und mittleren Betriebe über ihren Anteil an der Gesamtzahl der Adressaten und die mittlere erfasste Altholzmenge hochgerechnet wurden.

Umfrage in Privathaushalten

Die Aussagen zum Energieholzverbrauch in privaten Haushalten basieren auf einer repräsentativen Befragung in Anlehnung an Mantau und Sörgel (2006) bzw. Hick und Mantau (2008) im Juli 2011 zum Heizverhalten in der Heizperiode 2010/2011. Diese führte ein Marktforschungsinstitut in Form telefonischer Interviews durch. Die Hochrechnung erfolgte über die Gesamtzahl von 6,065 Millionen bayerischer Haushalte.

Der Stichprobenumfang wurde in Rücksprache mit Marktforschungsinstituten auf 1.000 Haushalte festgelegt. Studien aus Hamburg stützten sich auf Mailpanels mit jeweils bundesweit 11.000 Teilnehmern. Daher schien ein Stichprobenumfang von 1.000 Befragten zunächst ausreichend. Im Zuge der Auswertung zeigte sich jedoch, dass die Aussagen zu Energieholzsortimenten mit sehr kleinem Nutzerkreis mit Unsicherheiten verbunden sind. Dies führte u. a. dazu, dass die Berechnungen zum Hackschnitzelverbrauch der privaten Haushalte in Bayern verworfen werden mussten.

Die Form des Telefoninterviews zur Erhebung des Energieholzverbrauchs ist als suboptimal zu beurteilen, in aller Regel können die Verbraucher ihren Bedarf in der Kürze der Zeit nicht anhand von Rechnungen recherchieren. Da diejenige Person im Haushalt befragt wurde, die sich mit dem Thema Heizen und Energieverbrauch am besten auskannte, dürften die meisten Angaben qualifizierte Schätzungen sein. Falls anhand von Rechnungen über z. B. Scheitholz- oder Pelletlieferungen geantwortet wurde, wurde nicht der Verbrauch, sondern die Einkaufsmenge erfasst.

In der Befragung wurden keine gewerblichen Kleinfeuerungen erfasst. Anlagen, die Mehrfamilienhäuser oder Wohnkomplexe zentral versorgen, wurden als »Zentralheizungen« oder »Fernwärmeheizungen« abgefragt, sofern den Verbrauchern bekannt war, dass es sich um Holzfeuerungen handelte. Angaben zur verbrauchten Holzmenge konnten in diesen Fällen allerdings nicht getroffen werden bzw. sind vermutlich größtenteils fehlerhaft. Da keine zusätzliche Umfrage z. B. bei Vermietern und Wohnungsbauträgern durchgeführt wurde, konnten diese Verbräuche nicht ermittelt werden.

Die Angaben der Verbraucher wurden auf Plausibilitäten statistisch geprüft. So konnte z. B. ein signifikanter Zusammenhang zwischen Holzverbrauch und Heizungstypen festgestellt werden. Haushalte mit Einzelfeuerungen verbrauchen signifikant weniger Holz als diejenigen mit Holzzentralheizung. Der Energieholzverbrauch wächst mit steigender Haushaltsgröße. Verbraucher, die nach eigenen Angaben ein Niedrigenergiehaus bewohnen und dieses ausschließlich mit Holz beheizen, benötigten signifikant weniger Holz als diejenigen in Gebäuden ohne Niedrigenergiestandard.

Der Gesamtverbrauch der Privathaushalte wurde mit Hilfe des Medians der Stichprobe und der Zahl aller privaten Haushalte geschätzt. Zwar ist das arithmetische Mittel einer Stichprobe grundsätzlich ein besserer Schätzer als der Median für die Ausprägung eines Merkmals in der Grundgesamtheit (Bortz 1993). Hier war die Menge des verbrauchten Energieholzes in den privaten Haushalten der Stichprobe jedoch nicht annähernd normalverteilt, sondern zeigte eine ausgeprägte linkssteile Verteilung. Nach Sachs (1992) ist der Vertrauensbereich des Medians bei nicht normalverteilten Grundgesamtheiten besser geeignet als der des arithmetischen Mittels.

Zur Hochrechnung wurden die Verbraucher in Straßen aufgeteilt. Generell wurde nach Sortimenten getrennt hochgerechnet. Der Scheitholzverbrauch wurde, da hier ausreichend Angaben vorlagen, noch nach Haushaltsgröße differenziert.

Die Mengenangaben beziehen sich auf das Winterhalbjahr 2010/2011, werden jedoch auf das Kalenderjahr 2010 angerechnet, um einen Vergleich mit Zahlen der Unternehmensbefragungen, die sich ebenfalls auf das Kalenderjahr 2010 beziehen, zu ermöglichen.

GIS-gestützte Berechnung des Flurholzpotentials

Ziel war es, das Biomassepotential (theoretisches Potential) aus Baum-, Hecken- und Strauchschnitt, Straßen- und Bahnbegleitgehölzen, dem kommunalen Gehölzschnitt sowie aus land- und forstwirtschaftlichen Sonderkulturen für Bayern zu ermitteln. Im Gegensatz zum Energieholzmarktbericht für 2005 erfolgte dies gemäß einem GIS-basierten Ansatz. Die Definitionen von »kommunalem Gehölzschnitt« oder

»Baum-, Hecken- und Strauchschnitt« bzw. die Auswahl der einzubeziehenden Landschaftsbereiche erfolgten nach Thrän (2009). Die in Tabelle 1 aufgeführten Landschaftsbereiche wurden gegenüber Thrän (2009) stärker differenziert und in den ATKIS-Basisdaten² 1 : 25.000 gemäß dem Objektkatalog für Bayern ausgeschrieben.

Landschaftsbereiche und -elemente

Moore und Streuobstwiesen auf Grün- und Ackerflächen konnten nicht berücksichtigt werden, da mit den ATKIS-Basisdaten keine Differenzierung in Flächen mit und ohne Baumbestand möglich war. Würde man die gesamte Fläche verwenden, bekäme man deutlich zu hohe Werte für die Biomassepotentiale. Waldsäume werden in den ATKIS-Basisdaten nicht als eigenes Objekt geführt und sind daher nicht von den Waldflächen abgrenzbar. Sie wurden entlang von Verkehrswegen nur als Anteil der Waldfläche (4–8 m von Straßen bzw. Schienen ausgehend) berücksichtigt, da hier der Baumschnitt zu Verkehrssicherungszwecken vorgenommen werden muss. Dies betrifft Waldflächen entlang von Autobahnen, Bundes-, Land-, und Kreisstraßen sowie Bahnschienen. Holziges Straßenbegleitgrün und Waldränder entlang von Gemeindestraßen (inner- und außerorts) sowie Potentiale entlang von Feld- und Wirtschaftswegen sind in der vorliegenden Zusammenstellung mangels Informationen zu Turnus und Art von Pflegeeingriffen nicht berücksichtigt. Baumgruppen werden in den ATKIS-Basisdaten nicht ausgeschrieben. Ein Teil der Baumgruppen könnte als Baumreihen oder ab einer Fläche von 0,1 ha (Hektar)³ als Gehölz in den ATKIS-Basisdaten geführt sein. Baumreihen, Einzelbäume, Feldgehölze und Hecken konnten gemäß ihrem Baumbestand in Laub-, Nadel- und Mischbestände differenziert werden. Öffentliche Grünflächen wurden nach ihrer Nutzung unterschieden. Es wurden Sportanlagen, Friedhöfe, Parks und Zoos sowie weitere Grünflächen in Siedlungsgebieten wie Freizeitparks, Freilichtkinos, -theater und -museen berücksichtigt. Bei den Sonderkulturen wurden die Flächen von Baumschulen, Rebflächen und Obstbaumplantagen eingerechnet. Im ATKIS wird Straßen- und Schienenbegleitgrün unter Grünland geführt. »Verkehrsbegleitgrün« ist in den ATKIS-Basisdaten derzeit noch nicht flächig differenziert, sondern unter Grünland (FKT 2740 »Verkehrsbegleitgrün«, FTK 2730 »Landwirtschaftsfläche«) subsummiert. Es ist nicht zwischen landwirtschaftlicher Fläche und Verkehrsbegleitgrün zu unterscheiden. Auch ob die Fläche einen Baum-/Strauchbestand aufweist

oder es sich um reine Rasen- bzw. Grasflächen handelt, ist derzeit nicht mit den ATKIS-Daten differenzierbar. Daher wurde eine GIS-gestützte Verschneidung mit dem Straßen- und Schienennetz (hier nur Eisenbahn, S-Bahn, Museumsbahn; Status »in Betrieb«) vorgenommen, bei dem je nach Verkehrswegart von einem Pflegesaum zwischen 4–8 m nach Kern et al. (2010) entlang der Verkehrswege ausgegangen wurde. Nur dieser Pflegesaum wurde für die weiteren Berechnungen herangezogen. Zudem wird Straßen- und Schienenbegleitgrün teilweise in den ATKIS-Basisdaten »Baumreihen« (z. B. Alleen), »Gehölze« und »Wald« erfasst, sofern diese entlang von Verkehrswegen zu finden sind.

Berechnungsverfahren

Die Flächenermittlung für Gehölze, öffentliche Grünflächen (Parks, Friedhöfe, Sportplätze und Zoos), Grünflächen in Siedlungsbereichen, die in der Regel nicht öffentlich sind (Freizeitparks, Freilichtkinos, -theater und -museen), Sonderkulturen (Baumschule, Weinberge, Obstplantagen) und Hecken erfolgte im GIS unter Aufsummierung der im ATKIS angegebenen Flächen. Für Hecken wurde eine durchschnittliche Breite von 5 m angenommen. Hecken werden im ATKIS erst ab einer Länge von 200 m, sofern sie landschaftsprägend sind, erfasst.

Thrän (2009) gibt für die einzelnen Landschaftsbereiche ein flächenspezifisches Potential in Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr ($t_{TM}/ha \cdot a$) oder in Schüttraummeter (Srm) an. Die Mittelwerte dieser Potentiale wurden mit der errechneten Fläche pro Landschaftsbereich multipliziert.

Für Einzelbäume wurde der Baumschnitt gemäß der Studie »Regio-Energieholz« (Plenum westlicher Bodensee 2007–2008) errechnet. Das dort aus 55.547 Einzelbäumen ermittelte Potential pro Baum betrug 3,86 Srm. Im Unterschied zu der Studie wurde in diesem Bericht das anfallende Potential pro Baum (Einzelbaumdefinition gemäß ATKIS) auf 3 Srm reduziert und von einem Wassergehalt von durchschnittlich 50% ausgegangen. Gründe hierfür sind, dass bei der Studie »Regio-Energieholz« pflegeintensive Baumreihen und Alleen nicht gesondert ausgewiesen wurden. Es ist davon auszugehen dass sie unter den »Einzelbäumen« subsummiert wurden. Für »Einzelbäume«

² ATKIS (= Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) für Bayern (Stand 2010); Basisdaten entsprechen dem Maßstab 1 : 10.000 – 1 : 25.000

³ 31 m x 31 m

Landschaftsbereich	ATKIS-BASIS-Daten (Stand 2010) OBA (Objektart)	gesetzlich geschützte Biotope	natur-schutz-gerecht bew. Grünland	Schutz-gebiete	inner-örtliche Frei-flächen	Außen-bereich ohne Nutz-oder Schutz-flächen
Moore	4105	xx ¹		x		
Waldsäume	4107 (Pflugesaum)			x		xx
Einzelbäume	4201			x		xx
Baumgruppen in offener Landschaft	im ATKIS nicht extra differenziert			x		xx
(Feld)gehölze	4108			x		xx
Hecken (Knicks) in offener Landschaft	4203			x		xx
Uferbereiche, Verlandungsflächen stehender und fließender Gewässer	im ATKIS nicht extra differenziert	xx		x		x
Grünflächen und Anlagen	2200 weiter differenziert				xx	x
Grünflächen/ Streuobstwiesen	4102/VEG 8000		x	x		xx
Bahnstrecken	3201/BKT 1100, 1104, 1400					xx
Autobahnen	WDM 1301 (Pflugesaum)					xx
Bundes-, Land-, Kreisstraßen	WDM 1303, 1305, 1306 (Pflugesaum)					xx
Schwemmholz						xx

Tabelle 1: Zuordnung von Landschaftsbereichen, in denen Baum- und Strauchschnitt anfallen, zu ATKIS-Basisdaten sowie Schutzstatus nach Thrän 2009.

¹ xx überwiegend, x zum Teil

im Sinne von ATKIS würde sich ohne die Korrektur des Potentials auf 3 Srm eine Überschätzung der Potentiale ergeben. Für eine genauere Einschätzung der Potentiale von Einzelbäumen liegen derzeit keine ausreichenden Daten vor. Baumreihen werden im ATKIS ab 200 m Länge als Linienelement in Kilometern angegeben. Es handelt sich hierbei um Baumreihen entlang von Verkehrswegen aber auch um Baumreihen in der freien Landschaft, wenn sie landschaftsprägend sind. Um diese Baumreihen auf Einzelbäume umzurechnen, wurde angenommen, dass im Durchschnitt beidseitig pro Straßenkilometer je Straßenseite zehn Bäume stehen (20 Bäume pro km). Das Biomassepotential wurde dann analog zu den »Einzelbäumen« berechnet.

Für Obstplantagen und Baumschulen wurde ein Potential von im Mittel 8 t FM/ha*a (Tonnen Frischmasse pro Hektar und Jahr) nach Kaltschmitt et al. (2009) angenommen. Zudem erfolgt bei Obstplantagen im Schnitt alle 10–15 Jahre eine Rodung bei der im Mittel 60 t/ha an Frischmasse anfallen (durch-

schnittlich 4,8 t/ha*a). Für Weinberge steht etwa alle 30 Jahre eine Rodung an; hieraus ergibt sich gemäß Kaltschmitt et al. (2009) im Mittel ein Biomasseaufkommen von 3 t FM/ha*a.

Für die Erfassung der Potentiale entlang von Verkehrswegen wurde zwischen Autobahnen, Bahntrassen sowie Bundes-, Land- und Kreisstraßen differenziert, wobei aus berechnungstechnischen Gründen Bundes-, Land- und Kreisstraßen (Bu-La-Kr) zusammengefasst wurden. Bei den Bahntrassen wurden aus dem Schienenverkehr Eisenbahnen, S-Bahnen und Museumsbahnen herausgefiltert und nur die berücksichtigt, deren Status »in Betrieb« war. Für Autobahnen ergab sich durch die GIS-Berechnungen ein Pflugesaum im Mittel von 4 m, für Bu-La-Kr-Straßen von 8 m (Plenum westlicher Bodensee 2007–2008 und Cremer 2007) und für Bahntrassen von 6 m (Kern et al. 2010). Die entsprechenden Pflugesäume wurden mit den Objekten »Grünland«, »Gehölze« und »Wald« verschnitten. Bei den aus »Grünland« ermittelten Pflugesäumen kann es sich, auf Grund der fehlenden

Differenzierung der ATKIS-Daten, sowohl um Wiesenflächen als auch um holzartiges Straßenbegleitgrün handeln. Um dem Rechnung zu tragen und den Anteil an holzigem Straßenbegleitgrün nicht zu überschätzen, wurde von einem holzartigen Anteil von 45 %, analog der Studie des Umweltbundesamtes (Kern et al. 2010) ausgegangen. Nur dieser Flächenanteil des Pflegesaumes wurde in die Potentialberechnung einbezogen. Anschließend wurden die ermittelten Flächen mit den Flächenpotentialen für »Waldsäume« bzw. »Verkehrswege« (Baum- und Strauchschnitt) nach Thrän (2009) in Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr ($t_{TM}/ha \cdot a$) multipliziert. Hieraus ergibt sich das bayernweite Potential entlang der Verkehrswege. Nur ein Teil der Verkehrswegekilometer weist Verkehrsbegleitgrün auf oder führt durch Waldflächen, so dass Pflegemaßnahmen und damit Pflegesäume nur für diese Streckenbereiche in die Berechnung eingeflossen sind, daher war es nicht notwendig die Bereiche Innerorts und Außerorts zu unterscheiden.

Die Validierung der Daten erfolgte z. B. für den »Baum- und Strauchschnitt aus öffentlichen Grünflächen« mit dem Aufkommen der Grüngutabfälle aus Hausgärten und der kommunalen Grünflächenpflege aus der *Bilanz zum Hausmüll 2010 für Bayern* (Landesamt für Umwelt 2010). Nach Auskunft von Letalik (2011) beträgt der Anteil des kommunalen Gehölzschnitts an den gesamten Grüngutabfällen in Bayern zwischen 10 % und 20 % (im Mittel 15 %). Für Straßenbegleitgrün wurden zur Validierung die Erhebungen des Witzenhausen-Institutes von 2008 aus Kern et al. (2010) für Bayern herangezogen.

Bei den Berechnungen wurden Hecken, Gehölze und Bäume entlang von Gewässern (Ufer- und Gewässerbegleitgrün) nicht getrennt aufgeführt, da davon ausgegangen wurde, dass diese mit den ATKIS-Basisdaten »Gehölzen«, »Hecken«, »Bäumen« und »Baumreihen« weitgehend erfasst wurden.

Das Aufkommen an Schwemholz wurde mangels aktueller Daten aus Wagner und Wittkopf (2000) bzw. Bauer et al. (2006) übernommen.

Holzeinschlagserhebung

Die Daten zum Aufkommen von Waldholz basieren auf der amtlichen Einschlagstatistik des Statistischen Bundesamtes, gegliedert nach Waldbesitzart und Baumartengruppen. Für den Privat- und Körperschaftswald entstammen die Daten den Ergebnissen der jährlich durchgeführten Einschlagserhebung der LWF. Soweit aus den Erhebungen der LWF differenziertere Informationen vorlagen, als in der amtlichen Statistik dargestellt, wurden auch diese verwendet. Zum Einschlag im Bayerischen Staatswald gab das Unternehmen *Bayerische Staatsforsten AöR* Auskunft (BaySF 2012).

Sonstige Datenquellen

Umfrage bei den Ansprechpartnern für Holzenergie der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Im August und September 2011 meldeten die Ansprechpartner für Holzenergie an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) die Scheitholzpreise in ihrem Zuständigkeitsbereich sowie die vorhandenen Flächen an Kurzumtriebsplantagen (KUP) an die LWF.

InVeKoS-Datenbank

In der zentralen Datenbank des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS Datenbank) werden die landwirtschaftlichen Flächen derjenigen Betriebe erfasst, die Betriebsprämien erhalten. Über das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wurde eine Datenbankabfrage zur Fruchtart »Niederwald« (Code 848) für die Jahre 2005 bis 2011 nach Landkreisen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden über die Abfrage bei den Holzenergieberatern (s. o.) überprüft und Abweichungen im Einzelfall nachgetragen.

Beteiligung von Experten

Die Ergebnisse wurden mehreren Experten vorgestellt und mit ihnen diskutiert. Die Experten deckten die Bereiche Forst- und Holzwirtschaft sowie die energetische Nutzung von Biomasse ab⁴. Die Kommentare und Anmerkungen flossen in die Fertigstellung des Berichts mit ein. Darüber hinaus wurden verschiedene Verbandsvertreter zur Klärung offener Detailfragen beteiligt.

Klärung grundlegender Begriffe und Definitionen

Arten und Herkünfte von Energieholz

Diese Studie befasst sich mit dem Festbrennstoff Holz als Energieträger zur Wärme- und Stromerzeugung. Weitere Formen nachwachsender Rohstoffe sind nicht Untersuchungsgegenstand.

Die aktuelle Definition der verschiedenen Energieholzarten ergänzt diejenige aus dem Jahr 2006 um die mittlerweile deutlich wichtiger gewordenen Presslinge (Pellets und Holzbriketts). Die verschiedenen Arten von Energieholz werden nach ihrer Herkunft unterschieden (Abbildung 4).

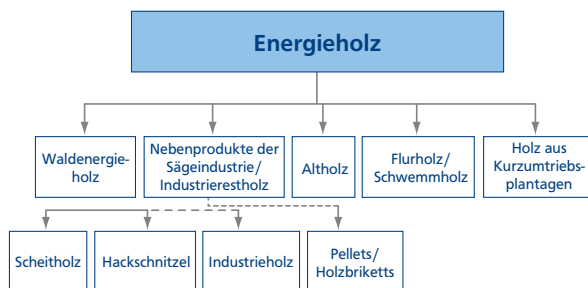


Abbildung 4: Arten von Energieholz (nach Bauer 2006, verändert)

Den größten Teil des Energieholzes nimmt Waldenergieholz in Form von Scheitholz und Hackschnitzeln ein, gefolgt von den Nebenprodukten aus der Säge-

und holzverarbeitenden Industrie und Altholz. Von untergeordneter Bedeutung sind Flurholz aus der Landschaftspflege (Gehölze in der freien Flur, innerstädtischen Grünanlagen und Gärten) inklusive Straßenbegleitgrün und Schwemmh Holz, sowie Holz aus Kurzumtriebsplantagen mit schnellwachsenden Baumarten.

In Studien wird der Begriff Sägenebenprodukte nicht einheitlich definiert. Mantau et al. (2001) verwenden ihn nur für Sägespäne/Sägemehl, Schwarten/Spreißel und Hackschnitzel. Moser (2008) und Röder et al. (2008) zählen auch die nicht im eigentlichen Einschnittprozess anfallenden Hobelspäne und Rinde dazu. Die vorliegende Studie folgt der Systematik von Bauer et al. (2006), in der die Rinde separat zu den Sägenebenprodukten ausgewiesen wird. Neu in der Reihe der Energieholzmarktberichte für Bayern ist, dass zusätzlich das Aufkommen an Hobelspänen betrachtet wird. Diese sind ein Nebenprodukt der Sägewerke mit integrierter Hobelinie und stehen zur stofflichen und thermischen Verwertung zur Verfügung.

Unterscheidung von Aufkommen, Verbrauch und Potential

Der Fokus dieser Studie liegt auf Aufkommen und Verbrauch verschiedener Energieholzsortimente im Jahr 2010. Unter Aufkommen ist die Menge an Holz zu verstehen, die von Seiten der Forst- und Holzwirtschaft sowie weiteren Branchen im Jahr 2010 bereitgestellt und produziert wurde. Diese Mengen wurden auf dem Markt angeboten, im eigenen Betrieb weiterverarbeitet oder für die Eigenversorgung verwendet.

Der Verbrauch beschreibt alle Mengen, die energetisch oder stofflich in Privathaushalten oder Betrieben genutzt werden. Die Studie unterscheidet als Endverbraucher von Energieholz Haushalte, Gewerbebetriebe (z. B. Schreinereien, Zimmereien), Biomasseheizwerke und Biomasseheizkraftwerke sowie als stoffliche Nutzer derselben Sortimente die Holzwerkstoff- und Papier-/Zellstoffindustrie.

Im Unterschied zum Energieholzmarktbericht des Jahres 2005 wird in dieser Studie das Potential der verschiedenen Energieholzsortimente nur für das Sortiment Flurholz ermittelt. Für die Definition der verschiedenen Potentialarten und die Herleitung des Waldenergieholzpotentials wird auf Bauer et al. (2006) verwiesen.

⁴ Folgende Experten waren in verschiedenen Gesprächsrunden beteiligt: Prof. Dr. Stefan Wittkopf, Matthias Wilnhammer (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf); Dr. Jürgen Bauer, Markus Blenk (Cluster Forst und Holz in Bayern); Edmund Langer, Christian Leuchtweis (C.A.R.M.E.N.); Dr. Hans Hartmann, Dr. Daniel Kuptz, Peter Turowski (Technologie- und Förderzentrum); Prof. Dr. Udo Mantau, Przemko Döring (Universität Hamburg); Dr. Björn Seintsch, Dr. Holger Weimar (Johann Heinrich von Thünen-Institut).

Umrechnung von Bezugseinheiten der Mengenangaben

Die verschiedenen Energieholzsortimente werden in unterschiedlichen Einheiten gehandelt, z.T. gilt dies bereits für ein und dasselbe Sortiment. Beispielsweise rechnen Biomasseheizwerke mit ihren Kunden die gelieferten Hackschnitzel in Schüttraummeter (Srm), Tonnen (t) oder Megawattstunden (MWh) ab. In den Befragungen waren daher Antworten in unterschiedlichen Einheiten oder auch als Prozentangaben zugelassen, um die Hürde für eine Rückantwort gering zu halten. Um die verschiedenen Quellen des Aufkommens und die Verbräuche zu verrechnen, mussten alle Angaben in eine einheitliche Maßeinheit umgerechnet werden.

Da für die unterschiedlichen Zielgruppen dieses Berichtes jeweils andere Maßeinheiten ausschlaggebend sind, wird in den einzelnen Kapiteln die für das Sortiment wichtigste Einheit verwendet (z.B. Festmeter [Fm] für Waldholz, hingegen Tonnen *atro* [t *atro*] für Pellets). Der Begriff »Festmeter« steht im Bericht für den Erntefestmeter ohne Rinde (Efm o. R.) und umfasst damit nur *Derbholz*⁵. Bei Sortimenten, die mit Rinde verwendet werden (z.B. Kronenholz, Sägerestholz, Scheitholz), wurde dies im Bericht berücksichtigt (Festmeter mit Rinde [Fm m. R.]). Sortimenten, die Nicht-*Derbholz* beinhalten (v.a. Kronenholz), wurden aus der erhobenen Gewichts- oder Raumeinheit in Festmeter umgerechnet, um die Teilmengen vergleichbar zu machen. Angaben zu Umrechnungsfaktoren finden sich in Hahn et al. (2011) und Wittkopf (2005).

Zum Teil mussten Mittelwerte (z.B. für die Rohdichte des Holzes oder den Wassergehalt) angenommen werden. Für die Sägeindustrie (Nebenprodukte) wurden je nach Baumartenzusammensetzung des Einschnitts Umrechnungsfaktoren für die Rohdichte gebildet, im Mittel wurde als Umrechnungsfaktor vom Gewichts- zum Volumenmaß (Tonne *atro* zu Festmeter) 2,3 verwendet. Die Umrechnung der in Biomasseheiz(kraft)werken eingesetzten Waldhackschnitzel erfolgte analog.

Folgende Liste gibt einen Überblick über die wichtigsten verwendeten Umrechnungsfaktoren von Raum- und Gewichtsmaß:

- Sägenebenprodukte, Rinde und Hobelspäne: 1 Fm = 2,5 Srm (Schüttraummeter), die Umrechnung von Festmeter zu Tonne *atro* erfolgte nach dem Baumartenanteil.

- Hackschnitzel: 1 Fm = 2,5 Srm, die Umrechnung von Festmeter zu Tonne *atro* erfolgte nach dem Baumartenanteil.
- Pellets: 1 t = 2,38 Fm; 1 Fm = 0,65 Srm.
- Briketts: 1 t = 2,38 Fm; 1 Fm = 0,47 Rm (Raummeter).
- Scheitholz: Für die Befragung der Privathaushalte: 1 Fm = 1,43 Ster/Rm = 2,5 Srm; 1 t (w = 15 %) = 1,8 Fm (50 % Laubholzanteil); die Umrechnung vom Festmeter zu Tonne *atro* in der Einschlagsstatistik erfolgte mit der Rohdichte der jeweiligen Baumartengruppe (im Mittel ergab sich ein Umrechnungsfaktor 1 t *atro* = 2,25 Fm).
- Altholz: 1 Fm = 1,43 Ster/ Rm = 2,5 Srm; 1 t (w = 15 %) = 1,9 Fm (2/3 Nadelholzanteil).
- Hackschnitzel und Rohholz für Papier-/ Zellstoffindustrie: 1 t *atro* = 2,64 Fm (Nadelholz Fichte) bzw. 1,79 Fm (Laubholz Buche).
- Rohholz für Holzwerkstoffindustrie: 1 t *atro* = 2,48 Fm (Mischfaktor für Nadelholz).

Für die Berechnung des Energieinhalts der Sortimente wurden folgende Faktoren angewandt:

- Der mittlere Heizwert von Nadelholz (Fichte) beträgt 18,7 MJ/kg (Megajoule pro Kilogramm Trockenmasse) bzw. von Laubholz 18,4 MJ/kg.
- Konnte nicht eindeutig zwischen Laub- und Nadelholz differenziert werden, wurde ein mittlerer Heizwert von 18,5 MJ/kg zu Grunde gelegt (Bauer et al. 2006).

Die Bilanzierung am Ende des Berichtes findet sowohl in der Raumeinheit »Festmeter«, dem Gewichtsmaß »Tonne *atro* « (Wassergehalt 0 %) als auch in der Energieeinheit »Petajoule« (PJ) statt.

Weimar (2011) verwendet, um unterschiedliche Holzprodukte in eine Stoffflussdarstellung zu integrieren, eine Bezugseinheit, die auf dem Volumen der im Produkt enthaltenen Holzfasern in faseresättigtem Zustand beruht, das sogenannte *Holzfaserequivalent* ($m^3(f)$). Da jedoch bisher keine Konversionsfaktoren für die unterschiedlichen Produkte veröffentlicht sind bzw. eine Herleitung den Rahmen dieser Studie überschreitet, wurde darauf verzichtet, die verschiedenen Energieholzsortimente in das Holzfaserequivalent umzurechnen.

⁵ *Derbholz* ist die oberirdische Holzmasse über 7 cm Durchmesser mit Rinde (Kramer 1985)

Aufkommen von Waldholz als Scheitholz, Waldhackschnitzel und Industrieholz

Fabian Schulmeyer, Florian Zormaier und Stefan Friedrich

Wald und Forstwirtschaft

In Bayern sind circa 2,6 Millionen ha der Landesfläche mit Wald bedeckt. Dies entspricht einem Anteil von 36 %. Mehr als die Hälfte der Waldfläche (58 %) befindet sich im Eigentum von etwa 700.000 Privatwaldbesitzern. Annähernd zwei Drittel der Privatwaldfläche sind Kleinprivatwald mit einer Betriebsgröße bis 20 ha. Des Weiteren gehören 30 % des Waldes dem Freistaat Bayern, 10 % den Kommunen und 2 % der Bundesrepublik Deutschland (Röder et al. 2008).

Die häufigste Baumart in Bayern ist die Fichte mit einem Anteil von 45 %, gefolgt von Kiefer (19 %), Buche (12 %) und Eiche (6 %). Die bayerischen Wälder

haben im Vergleich mit den anderen Bundesländern die höchsten Vorräte je Hektar. Der im Rahmen der zweiten Bundeswaldinventur im Jahr 2002 ermittelte Gesamtvorrat beläuft sich auf 980 Millionen Vfm (Vorratsfestmeter)⁶, das entspricht 403 Vfm pro Hektar (Schnell und Bauer 2005).

Auf Basis der zweiten Bundeswaldinventur mit einem gemessenen jährlichen Holzzuwachs in Bayern von 33 Millionen Vfm prognostizierte Borchert (2005) für ein Szenario mit gleichbleibenden Holzvorräten ein jährliches potentielles Rohholzaufkommen von 20,7 Millionen Efm o. R. Auf die Neukalkulation des nachhaltigen Rohholzpotentials wurde verzichtet, da zum Berichtszeitpunkt die Daten der dritten Bundeswaldinventur (BWI³) noch nicht zur Verfügung standen.

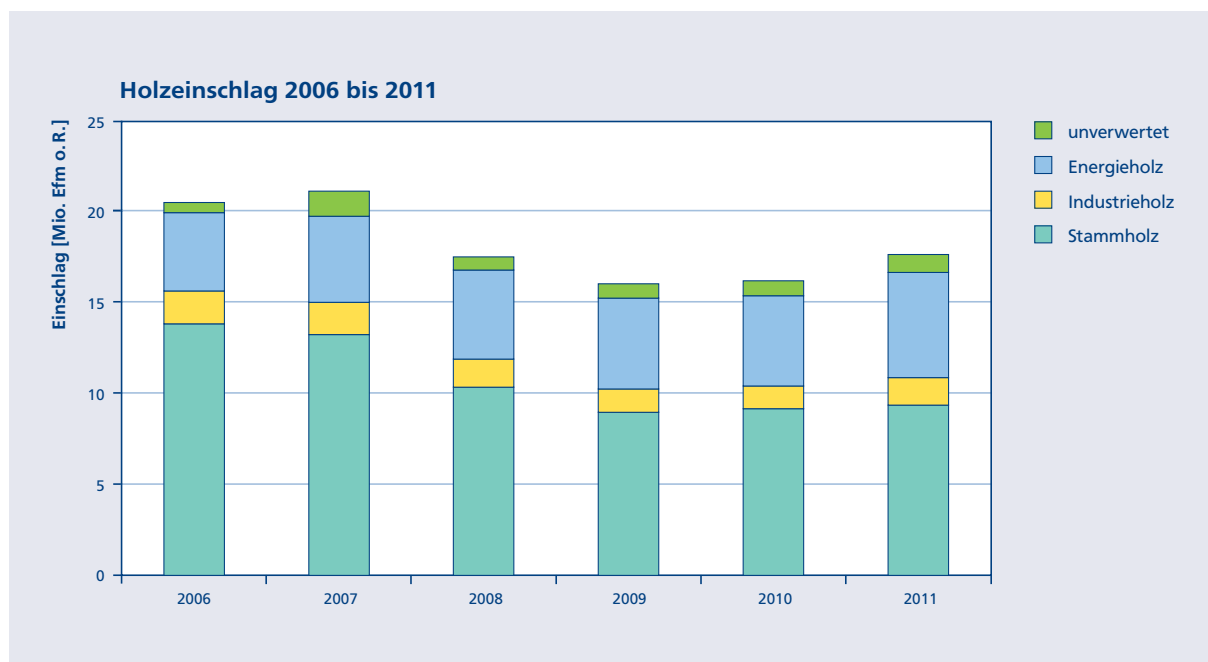


Abbildung 5: Holzeinschlag in Bayern gegliedert nach Sortimenten von 2006 bis 2011 in Millionen Erntefestmeter ohne Rinde (Quelle: Statistisches Bundesamt)

⁶ Der Vorratsfestmeter umfasst die Masse des gesamten oberirdischen Derbholzes. Die Differenz zu dem Verkaufsmaß Erntefestmeter (Efm) ergibt sich durch die Masse des Stocks/Stubben, die forstübliche Abrundung, die Masse der Rinde und Schnittverluste.

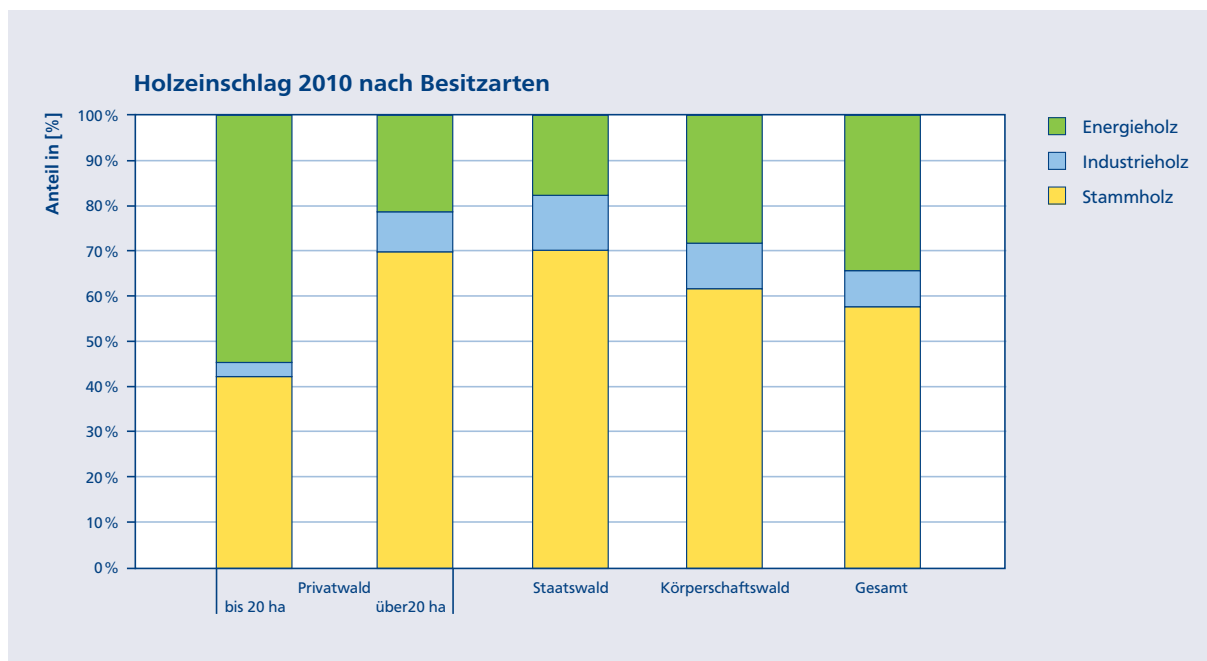


Abbildung 6: Holzeinschlag 2010 anteilig nach Sortimenten und Waldbesitzart (nach Hastreiter 2011, BaySF 2012, verändert).

Holzeinschlag

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung des sortimentsweisen Holzeinschlags in Bayern im Zeitraum von 2006 bis 2011. Zu beachten ist, dass dies die für die Einschlagsstatistik des Statistischen Bundesamtes erhobenen Daten in der Einheit *Erntefestmeter ohne Rinde* sind.

In den Jahren 2006 und 2007 wurde auf dem Niveau des Holznutzungspotentials eingeschlagen. 2008 betrug der Holzeinschlag in Bayern 17,6 Millionen Fm o. R., 2009 16,1 Millionen Fm o. R. und 2010 16,3 Millionen Fm o. R. Im Jahr 2011 stieg der Holzeinschlag auf 17,7 Millionen Fm o. R. an. Mit 5,8 Millionen Fm o. R. steigerten die Forstbetriebe ebenso die Energieholzbereitstellung, dessen Anteil am Gesamteinschlag zunahm. Der rückläufige Einschlag in den Jahren 2008 und 2009 ist vor allem in den Auswirkungen der Finanzkrise auf die Schnittholznachfrage und dem Ausbleiben von zwangsbedingtem Einschlag begründet. Zudem drosselte das Unternehmen *Bayerische Staatsforsten (BaySF)* den Einschlag, um die durch den Sturm Kyrill angefallene Schadholzmenge auszugleichen. Im Zuge der Erholung der Wirtschaft nach der Krise stieg 2010 und 2011 die Nachfrage nach (Bau-)Holz. Der Energieholzbedarf der Privathaushalte und gewerblichen Energieerzeuger

war durch Investitionen in Feuerungsanlagen bereits in den Vorjahren gestiegen. Durch die hohe Nachfrage nach Holz, die durch den Holzeinschlag in Bayern nicht gedeckt wurde, stiegen die Preise für Rohholz. Dies dürfte 2011 für Waldbesitzer Motivation gewesen sein, mehr einzuschlagen. Zudem näherte sich der Einschlag im Staatswald wieder dem Regelerhiebssatz an. Den stärksten Einfluss auf die jährlich in Bayern bereitgestellte Rohholzmenge hatte in den letzten Jahren das Einschlagsverhalten im Kleinprivatwald.

Vor allem das Sortiment Stammholz, aber auch das Industrieholz waren 2010 von der Mengenreduzierung betroffen. Energieholz hingegen wurde in verstärktem Maße ausgehalten. Die Anteile der Sortimente am Holzeinschlag unterscheiden sich zwischen den Waldbesitzarten deutlich (Abbildung 6). Im Privatwald mit einer Besitzgröße von unter 20 ha wurde über 50 % Energieholz ausgehalten, ein großer Anteil davon dient der Eigenversorgung. Das Energieholz wird dominiert von der Fichte (53 %), gefolgt von den Baumartengruppen Buche mit 25 %, Kiefer mit 17 % und Eiche mit 5 % (Hastreiter 2011, BaySF 2012).

Aufkommen

Für die Erhebung des Statistischen Bundesamts zu Holzeinschlag und Holzverkauf wurden für das Jahr 2010 in Bayern insgesamt 16,3 Millionen Fm o.R. Holzeinschlag erfasst. Davon waren 5,0 Millionen Fm o.R. Energieholz. Gemäß der Erläuterung zum Formblatt *Erfassung des Holzeinschlags und Holzverkaufs* des Statistischen Bundesamtes ist unter Energieholz »Holz in jeglicher Aufarbeitungsform (in langer Form, kurzer Form oder als Hackschnitzel), das zu energetischen Zwecken (privat oder gewerblich) genutzt wird«, zu verstehen. Im Vergleich zu 2006⁷ stieg das Waldenergieholzaufkommen um 16 %. Der Anteil des Energieholzes am Gesamteinschlag nahm von 21 % im Jahr 2006 auf 31 % im Jahr 2010 zu.

Scheitholz und Hackschnitzel

In der Erhebung des Statistischen Bundesamts wird keine klare Differenzierung zwischen Energieholz in Form von Scheitholz und in Form von Hackschnitzeln getroffen. Deshalb wurden die Teilmengen entsprechend der typischen Anteile in den Waldbesitzarten hergeleitet. Hastreiter (2012) hat in einer Befragung von Privat- und Körperschaftswaldbesitzern ermittelt, dass der Anteil von Scheitholz am im Privatwald geschlagenen Energieholz 79 % und der Anteil von Hackschnitzeln 21 % beträgt. Von den vom Statistischen Bundesamt für den Privatwald erhobenen 4,3 Millionen Fm o.R. sind demnach 3,4 Millionen Fm o.R. Scheitholz und 0,9 Millionen Fm o.R. Hackschnitzel. Für den Körperschaftswald ergab sich ein Anteil von 90 % Scheitholz und 10 % Hackschnitzel. Von den im Körperschaftswald gemeldeten 0,36 Millionen Fm o.R. sind somit 0,33 Millionen Fm o.R. Scheitholz und 0,03 Millionen Fm o.R. Hackschnitzel.

Im Staatswald wurden nach Mitteilung des Unternehmens *Bayerische Staatsforsten* (BaySF 2012) im Jahr 2010 etwa 579.000 Fm o.R. Brennholz (in langer oder kurzer Form) und rund 297.000 Fm o.R. Energieholz zur Hackschnitzelerzeugung bereitgestellt.

Insgesamt betrug das Aufkommen 2010 in allen Waldbesitzarten 5,5 Millionen Fm o.R., wovon 4,3 Millionen Fm o.R. Scheitholz und 1,3 Millionen Fm o.R. Hackschnitzel waren. Da bei der energetischen Verwendung die Rinde mit zum Einsatz kommt, müssen die Werte um den Rindenabzug korrigiert werden. Unter Verwendung der in den Hilfstafeln für die Forsteinrichtung (StMELF 1990) angegebenen baumartenspezifischen Rindenanteile ergibt sich ein Aufkommen von insgesamt 6,1 Millionen Fm m.R. Davon sind 4,7 Millionen Fm m.R. Scheitholz und 1,4 Millionen Fm m.R. Hackschnitzel.

Das Gesamtaufkommen an Scheitholz und Hackschnitzeln nach Berücksichtigung des Rindenzuschlages ist in Tabelle 2 zusammengefasst.

Industrieholz

Das Aufkommen an Industrieholz in Bayern belief sich 2010 auf 1,3 Millionen Fm o.R. Dies entspricht 8 % des gesamten Einschlags (Hastreiter 2011). Um das Aufkommen mit den Werten für Scheitholz und Hackschnitzel in Bezug setzen zu können, wurde auch hier, nach Baumarten gewichtet, die angefallene Rinde aufgeschlagen. Es ergibt sich ein Industrieholzaufkommen von 1,4 Millionen Fm m.R. (Tabelle 2).

Waldbesitzart	Scheitholz [Mio. Fm m. R.]	Hackschnitzel [Mio. Fm m. R.]	Industrieholz [Mio. Fm m. R.]	Summe [Mio. Fm m. R.]
Privatwald	3,8	1,0	0,6	5,4
Körperschaftswald	0,4	0,0	0,1	0,5
Staatswald	0,6	0,3	0,6	1,5
Bundeswald	0,0	0,0	0,1	0,1
Summe	4,7	1,4	1,4	7,5

Tabelle 2: Gesamtaufkommen an Scheitholz, Hackschnitzeln und Industrieholz in Bayern 2010 in Millionen Festmeter mit Rinde nach Waldbesitzarten (Quelle: Hastreiter 2011, 2012, BaySF 2012 und eigene Berechnungen)

⁷ Im Jahr 2006 wurde die Systematik der Einschlagserhebung im Körperschaftswald umgestellt, daher wird dieses Jahr zum Vergleich herangezogen.

Preisentwicklung bei Scheitholz, Hackschnitzeln und Industrieholz

Die Scheitholzpreise sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen (Abbildung 7). Nach bundesweiten Erhebungen des TFZ (2012) stieg der durchschnittliche Preis für Buchen-Scheitholz (gespalten und auf 33 cm abgelängt inklusive Lieferung bis 10 km) im Winter 2006/2007 auf über 70 Euro je Rm an und bewegte sich zwischen Januar 2007 und Dezember 2010 im Bereich um 75 Euro je Rm. Im Winter 2010/2011 wurde eine weitere Steigerung um 8 Euro je Rm auf 83 Euro

je Rm im deutschlandweiten Durchschnitt verzeichnet (TFZ 2012). Dies entspricht einer Steigerung von 22 % im Vergleich zum Winter 2005/06.

Die Preise schwanken regional sehr stark. Faktoren sind neben der Nähe zu Ballungsräumen die örtlich möglichen Verwendungsalternativen und die Waldstruktur. Nach Erfahrungen der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten betrug der Preis je Raummeter Hartholz (gespalten und auf 33 cm abgelängt) im Winter 2010/11 zwischen 52 und 105 Euro, beim Weichholz waren es zwischen 38 und 85 Euro.

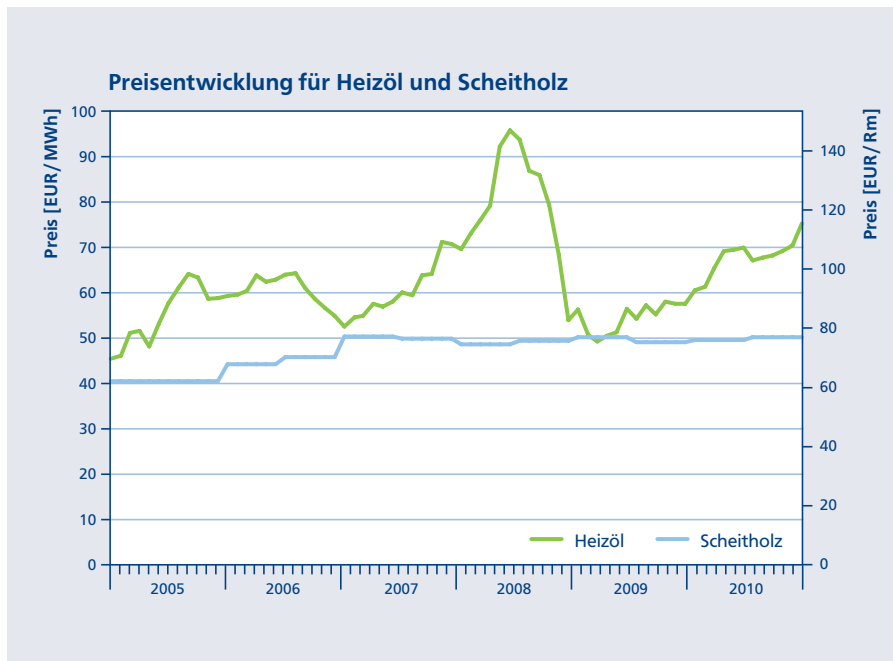


Abbildung 7: Preisentwicklung für Heizöl (3.000 l inkl. MwSt.) und Scheitholz (Buche, gespalten, 33 cm) im Zeitraum 2005 bis 2010. Die Primärachse bezeichnet den Preis je Megawattstunde Energieinhalt und gilt sowohl für Heizöl als auch für Scheitholz. Die Sekundärachse bezeichnet den durchschnittlichen Preis pro Raummeter Scheitholz in Deutschland (Quelle: TFZ 2012).

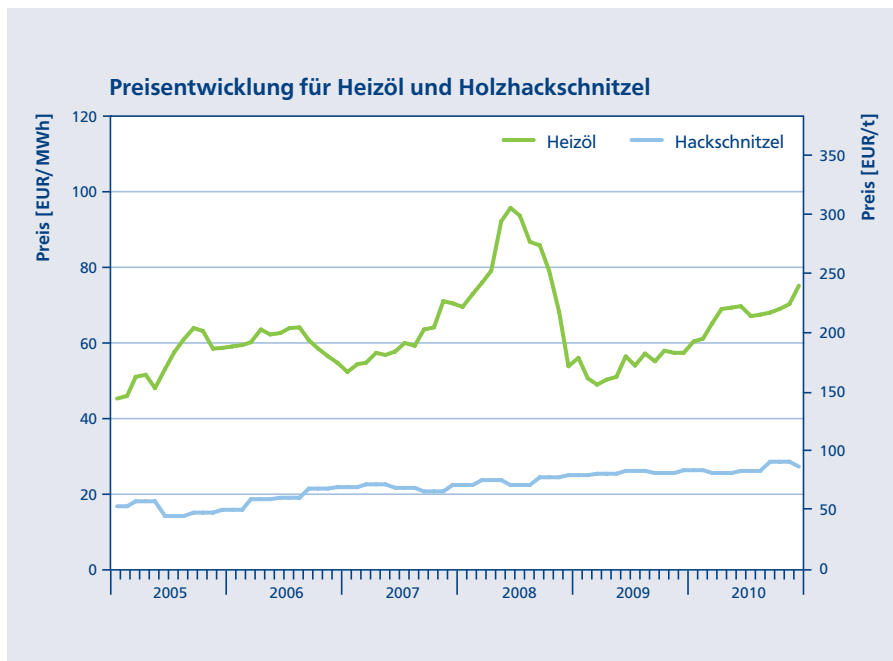


Abbildung 8: Preisentwicklung für Heizöl und Hackschnitzel im Zeitraum 2005 bis 2010. Die Primärachse bezeichnet den Preis pro Megawattstunde Energieinhalt und gilt sowohl für Heizöl als auch für Hackschnitzel. Die Sekundärachse bezeichnet den durchschnittlichen Preis pro Tonne Hackschnitzel (Wassergehalt 35 %) in Deutschland (Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. 2012).

Bei den Preisen für Hackschnitzel zeigt sich ebenfalls ein Aufwärtstrend (Abbildung 8). C.A.R.M.E.N. e.V. (2012) hat für das vierte Quartal 2010 bei Hackschnitzellieferanten einen mittleren Preis für Hackschnitzel (35 % Wassergehalt inklusive Lieferung bis 20 km und Mehrwertsteuer) von 87,15 Euro je t im deutschlandweiten Durchschnitt erhoben. Der Median aus 159 ausgewerteten Rückmeldungen der befragten Biomasseheiz(kraft)werke in Bayern liegt bei 94,30 Euro je t atro frei Werk. Umgerechnet auf 35 % Wassergehalt entspräche dies 61,30 Euro je t. Die starke Abweichung erklärt sich dadurch, dass C.A.R.M.E.N. e.V. die Preise bei Hackschnitzellieferanten abfragt, während die befragten Biomasseheiz(kraft)werke in der Regel langfristig große Mengen direkt vom Erzeuger an sich binden.

Beim Industrieholz ist der Preisanstieg besonders ausgeprägt. Abbildung 9 zeigt den Preisindex mit Bezugsjahr 2005.

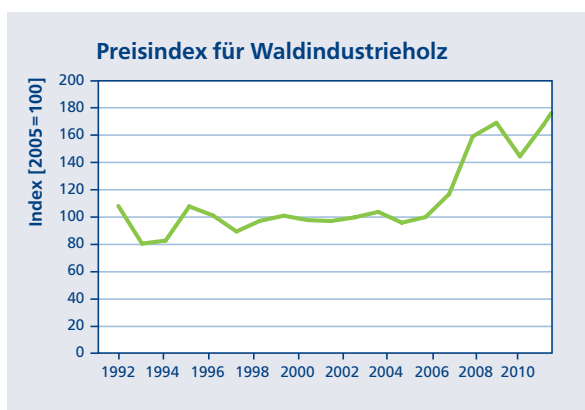


Abbildung 9: Preisindex für Waldindustrieholz in Deutschland (Quelle: Statistisches Bundesamt 2012c)

Waldenergieholzpotential

Bauer et al. (2006) haben das Waldenergieholzpotential auf Grundlage der Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur berechnet. Da die dritte Bundeswaldinventur derzeit durchgeführt wird, liegen noch keine neueren Daten zu Waldstruktur und Vorräten vor. Im Folgenden wird deshalb das von Bauer et al. (2006) ermittelte Potential verwendet. Die detaillierte Darstellung der Methodik und die aufgeschlüsselten Ergebnisse finden sich ebenda.

Demnach beträgt das jährliche Waldenergieholzpotential in Bayern rund 4,2 Millionen t atro, bestehend zu je 40 % aus den Baumartengruppen Fichte und Laubholz und zu 20 % aus der Baumartengruppe Kiefer. Die Verteilung auf die Regierungsbezirke ist in Abbildung 10 dargestellt. Bei der Umrechnung in Fm m. R. (analog zur Umrechnung beim Aufkommen) ergibt sich ein Potential von 9,4 Millionen Fm m. R. (Tabelle 3). Der Großteil des Potentials (59 %) entstammt dabei dem Kleinprivatwald mit einer Betriebsgröße bis 20 ha. Zu beachten ist, dass das Industrieholzpotential bereits mit inbegriffen ist, welches zur stofflichen Verwendung ausgehalten und je nach Marktlage und regionaler Abnehmerstruktur in schwankenden Anteilen auch energetisch verwendet wird.

Waldenergieholzpotential [t atro] nach Baumartengruppen

- Anteil Laubholz
- Anteil Kiefer
- Anteil Fichte

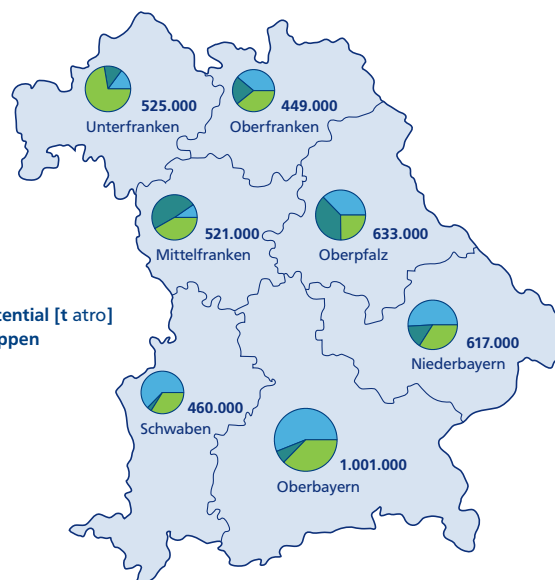


Abbildung 10: Jährliches Waldenergieholzpotential je Regierungsbezirk in Tonnen atro, unterteilt nach Baumartengruppen (nach Bauer et al. 2006)

Potential	Fichte	Kiefer	Laubholz	Summe
Volumen [Mio. Fm m. R.]	4,5	1,9	3,0	9,4
Gewicht [Mio. t atro]	1,68	0,84	1,68	4,2

Tabelle 3: Jährliches Potential an Waldenergieholz und Industrieholz in Bayern (nach Bauer et al. 2006)

Dem Potential an Waldenergie- und Industrieholz von 9,4 Millionen Fm m. R. steht ein Aufkommen von 7,5 Millionen Fm m. R. gegenüber (Abbildung 11). Die energetische Verwendung von Waldholz ist demnach noch steigerbar.

Verbrauch an Scheitholz und Hackschnitzeln

Scheitholz wird in Bayern vorrangig in privaten Feuerungsanlagen eingesetzt. Der Verbrauch im Jahr 2010 betrug laut der Befragung der Privathaushalte 6,3 Millionen Fm. Davon stammten 5,6 Millionen Fm aus dem Wald, der Rest aus dem Garten.

Der Verbrauch an Hackschnitzeln setzt sich zusammen aus dem Verbrauch in Haushalten, in Gewerbebetrieben und in Biomasseheiz(kraft)werken. Über die in privaten Haushalten verfeuerten Hackschnitzelmengen können keine konkreten Aussagen getroffen werden. Schätzungsweise liegt der Bedarf für Hackschnitzelzentralheizungen bei rund 100.000 t atro (250.000 Fm). Mangels genauer Daten für Anlagen in Gewerbebetrieben wird ausgehend von der Auswertung der Datenbank der über das Marktanzreizprogramm geförderten Hackschnitzelheizungen (Biomasseatlas 2012) von einem Verbrauch von 200.000 t atro ausgegangen. In Biomasseheiz(kraft)werken wurden 420.000 t atro Waldhackschnitzel verfeuert. In Summe ergibt sich ein Hackschnitzelverbrauch von 0,72 Millionen t atro oder rund 1,66 Millionen Fm m. R.

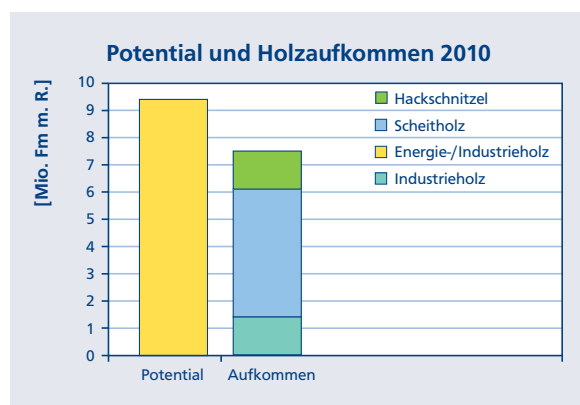


Abbildung 11: Vergleich des Aufkommens an Waldenergieholz und Industrieholz im Jahr 2010 mit dem Potential (nach Bauer 2006; eigene Erhebungen)

Die Differenzen zum Aufkommen sind sowohl durch den Abbau von Lagerbeständen und Importe zu erklären als auch durch Ungenauigkeiten in der Erfassung von Aufkommen und Verbrauch.

Trends

Aus dem Vergleich von bayernweitem Potential und Aufkommen geht hervor, dass die bereitgestellte Waldenergieholzmenge noch steigerbar ist. Allerdings können die freien Potentiale regional sehr unterschiedlich ausfallen. Je nach bestehender Abnehmer- und Waldbesitzerstruktur, Baumartenzusammensetzung, Durchforstungszustand etc. kann die bereitgestellte Menge noch steigerbar oder bereits ausgereizt sein. Der Bau eines großen Biomasseheiz(kraft)werkes kann langfristige Auswirkungen auf den regionalen Energieholzmarkt, aber auch auf den Industrieholzmarkt haben. Jeder Investition in diesem Bereich muss also die Aufstellung eines fundierten Logistik- und Versorgungskonzeptes vorangestellt werden.

Durch die mit der Anzahl der Verbraucher steigende Nachfrage wird sich auch die Konkurrenz zwischen den Energieholzsortimenten (Scheitholz, Hackschnitzel, Brennholz in langer Form) einerseits und Sortimenten zur stofflichen Verwendung (vor allem Industrieholz) andererseits weiter verschärfen.

Sägenebenprodukte und Industrierestholz

Stefan Friedrich, Christina Schumann, Herbert Borchert, Fabian Schulmeyer und Jan-Philipp Egner

In der Sägeindustrie fallen im Rahmen der Schnittholzproduktion Nebenprodukte an, die als wichtiger Rohstoff für die Holzwerkstoff- und Papierindustrie sowie zur Wärme- und Stromerzeugung (auch über den Umweg als Pellets oder Briketts) dienen. Im Jahr 2010 wurden insgesamt 4,9 Millionen m³ (Kubikmeter) Nebenprodukte einschließlich Kappholz, Rinde und Hobelspäne in der Sägeindustrie erzeugt. Die schnittholzweiterverarbeitende Industrie (im Wesentlichen Zimmereien und Schreinereien) produziert in der zweiten Absatzstufe der Holzverarbeitung Industrierestholz als Koppelprodukt.

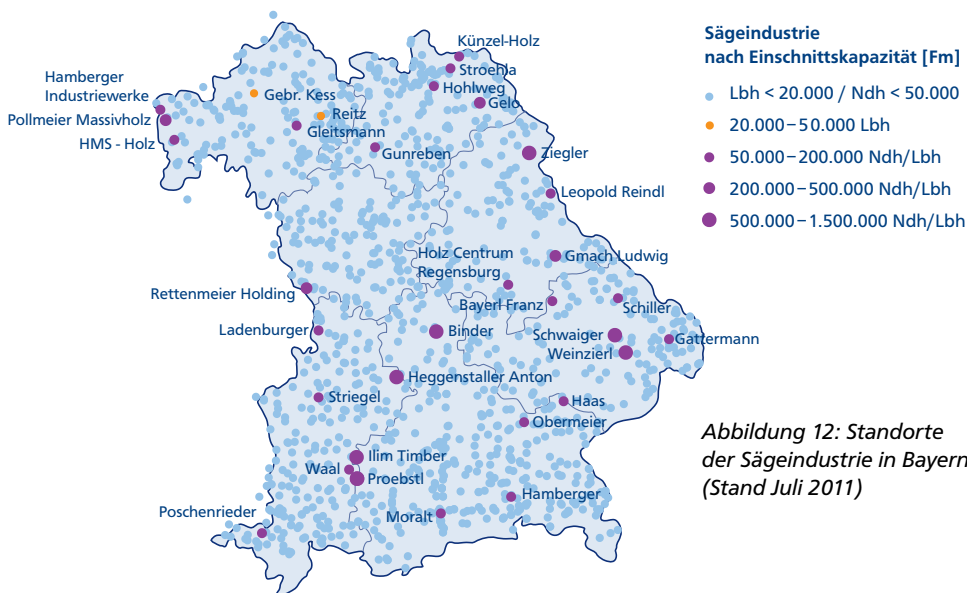
Struktur der Sägeindustrie

Für die Ermittlung von Gesamteinschnitt und -produktion der Sägeindustrie in Bayern ist die Kenntnis der Zahl der Sägewerke und deren Struktur notwendig, um aus den Befragungsergebnissen auf die Grundgesamtheit hochrechnen zu können. Im Verlauf der schriftlichen Befragung gaben 102 Betriebe an, die Produktion eingestellt zu haben bzw. kein Sägewerk zu sein. Dies entspricht mehr als 50 % des

Rücklaufs. Es wurde jedoch als unrealistisch eingeschätzt, dass mehr als die Hälfte der Sägewerke den Betrieb eingestellt hatten, insbesondere da die Umsatzsteuerstatistik nicht darauf schließen lässt. Vielmehr wurde angenommen, dass Adressaten, die kein Sägewerk mehr betreiben, häufiger geantwortet hatten, um künftig nicht mehr befragt zu werden.

Daher wurde auf die Umsatzsteuerstatistik für Bayern zurückgegriffen, um die Gesamtzahl der Sägewerksbetriebe zu ermitteln. Nach Angaben des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung für das Jahr 2009⁸ existierten 1.336 umsatzsteuerpflichtige Unternehmen des Wirtschaftszweiges 16.1 »Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke«.

Wird die Entwicklung der Zahl an umsatzsteuerpflichtigen Unternehmen wie in Tabelle 4 seit 2005 fortgeschrieben, so ergibt sich für 2010 eine geschätzte Zahl von rund 1.300 Unternehmen.



⁸ Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen die Zahlen für 2010 noch nicht vor.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Anzahl Umsatzsteuerpflichtiger	1.394	1.389	1.394	1.378	1.336	1.319 ¹
Veränderung zum Vorjahr	-2,04 %	-0,36 %	0,36 %	-1,15 %	-3,05 %	

Tabelle 4: Entwicklung der Anzahl umsatzsteuerpflichtiger Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke von 2005 bis 2010 (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, Daten für 2010 fortgeschrieben)

¹ Fortschreibung über den Mittelwert der Änderung zum Vorjahr zwischen 2005–2009

Mantau (2007) ermittelte die Größenklassenverteilung der Sägewerke in Bayern (Tabelle 5) im Jahr 2004. Die Befragung der LWF ergab einen Anteil von 41 % für die Klasse von 5.000 bis 19.999 Fm Rundholzeinschnitt. Dies unterscheidet sich stark von den Zahlen in Tabelle 5. Da die Entwicklung der umsatzsteuerpflichtigen Sägewerksbetriebe in Bayern keinen Hinweis auf einen starken Rückgang der Werke gibt, wird angenommen, dass sich die Größenklassenverteilung nicht wesentlich geändert hat. Daher wird die Verteilung nach Mantau (2007), die auf einer wesentlich größeren Stichprobe beruht (Sörgel 2005), als realistischer angesehen, fortgeschrieben und auf die aktualisierte Zahl der Betriebe in Bayern (Tabelle 4) übertragen.

Rundholzeinschnitt und Schnittholzproduktion

Tabelle 6 sind die Produktionskennzahlen der bayrischen Sägeindustrie für das Jahr 2010 zu entnehmen. Die Sägewerke erreichen je nach Technologie und Intensität der Rohstoffbehandlung eine Schnitt-

Größenklasse [m ³ Rohholzeinschnitt]	Anteil an Gesamtzahl
Klasse bis 4.999 m ³	83 %
Klasse 5.000 – 19.999 m ³	13 %
Klasse 20.000 bis 49.999 m ³	2 %
Klasse ab 50.000 m ³	2 %

Tabelle 5: Größenklassenverteilung der Sägewerke in Bayern nach Mantau (2007) für das Jahr 2004

Typ	Einschnitt [Fm o. R.]	Einschnittskapazität [Fm o. R.]	Schnittholzausbeute [m ³]	Sägenebenprodukte inkl. Rinde und Hobelspäne [m ³]
Klein- und Mittelsäger	3.541.000	4.840.000	2.275.000	1.457.000
Großsäger	6.498.000	10.181.000	3.892.000	3.464.000
Summe	10.039.000	15.021.000	6.167.000	4.921.000

Tabelle 6: Rohholzeinschnitt, Schnittholzproduktion und Anfall an Sägenebenprodukten in Bayern 2010

holzausbeute von 56–73 % (Röder et al. 2008). Bei einem Rundholzverbrauch von 10,0 Millionen Fm erzeugte die Sägeindustrie in Bayern im Jahr 2010 etwa 6,2 Millionen m³ Schnittholz, was einer Ausbeute von 61 % entspricht. Da Sägenebenprodukte als Koppelprodukt direkt vom Einschnitt abhängig sind, nehmen Konjunkturlage und Rundholzverfügbarkeit auch Einfluss auf deren Verfügbarkeit für nachgeordnete Industriebetriebe und Energieerzeuger.

Aufkommen und Verbleib von Sägenebenprodukten

Aufkommen und Sortimente

Im Jahr 2010 fielen in den Sägewerken in Bayern insgesamt rund 3,88 Millionen m³ Sägenebenprodukte an. Neben den im eigentlichen Sägeprozess entstehenden Sägespänen, Hackschnitzeln und Schwarzen/ Spreißeln blieben in der ersten Verarbeitungsstufe auch Rinde – sofern nicht im Wald entrindet wurde – und Kappholz übrig. Viele Betriebe hobeln die Rohware in einem weiteren Verarbeitungsschritt, so dass in diesen Fällen zusätzlich Hobelspäne anfallen. Reine Hobelwerke wurden über die Sägewerksbefragung nicht erreicht. Dort anfallende Mengen an Hobelspänen sind deshalb hier nicht enthalten.

In der Befragung wurden alle Sortimente abgefragt, die nach dem Produktionsprozess zur stofflichen oder energetischen Weiterverwertung zur Verfügung

Nebenprodukte der Sägeindustrie

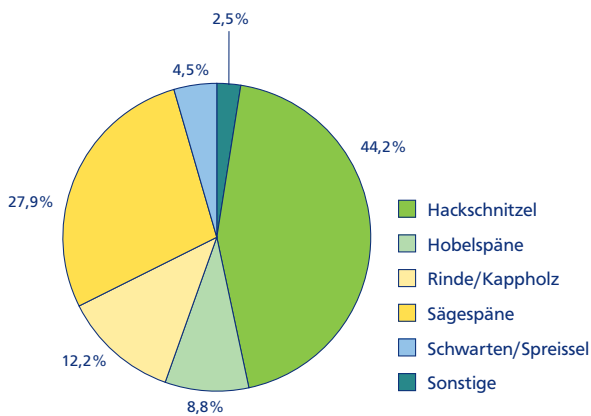


Abbildung 13: Anteile der verschiedenen Sortimente an den Sägenebenprodukten inkl. Rinde und Hobelspäne aus bayerischen Sägewerken

stehen. Inklusiv Rinde/ Kappholz und Hobelspänen produziert die Sägeindustrie eine Gesamtmenge an Nebenprodukten von 4,92 Millionen m³. Rund 70 % der Sägenebenprodukte stammen aus Großsägewerken, die – bedingt durch die Einschnittechnologie – deutlich höhere Anteile an Hackschnitzeln (etwa 60 %) als Klein- und Mittelsäger aufweisen. Schwarten und Spreißel fallen im Wesentlichen in den kleinen und mittleren Sägewerken an.

Die Verteilung auf die einzelnen Sortimente kann Abbildung 13 entnommen werden.

Das Hauptsortiment sind Hackschnitzel, die bei guter Qualität größtenteils in der Zellstoffindustrie und teils in der Papierindustrie verwendet werden, bei geringerer Güte eher der Energieerzeugung dienen. Knapp über ein Viertel der Menge besteht aus Sägespänen, die in die Spanplattenproduktion bzw. mittlerweile auch in die Pelletproduktion fließen. Für letztere sind auch die etwa 9 % Hobelspäne auf Grund des geringen Wassergehalts ein sehr guter Rohstoff. Rinde und Kappholz werden zunehmend im eigenen Betrieb zur Schnittholztrocknung verbrannt bzw. zum Teil daraus Rindenprodukte für Landwirtschaft und Gartenbau hergestellt (Bauer 2006; Moser 2008).

Verwendung

Nebenprodukte der Sägeindustrie sind Rohstoffe für die Holzwerkstoff-, Papier- und Zellstoffindustrie zur stofflichen Nutzung. Etwas über 40 % der in der Sägewerksbefragung erfassten Menge werden zu Holzwerkstoffen oder Papier und Zellstoff weiterverarbeitet (Abbildung 14). In der Clusterstudie 2008 wird dies noch als die Hauptverwendung genannt (Röder et al. 2008). Mittlerweile hat die energetische Nutzung (auch als Pellets) mit insgesamt 42 % den gleichen Anteil wie die stoffliche Verwendung, so dass hier eine Verschiebung stattgefunden hat.

Die energetische Nutzung gliedert sich folgendermaßen: 14 % werden in den Sägebetrieben direkt verfeuert bzw. an Heizanlagen geliefert. Dies entspricht in etwa dem Anteil an Rinde und Schwarten (Abbildung 13).

Weitere 28 % werden pelletiert. Damit ist die Bedeutung der Weiterverarbeitung zu Pellets für die Sägeindustrie deutlich gestiegen. Nach Degenbeck (2012) ist an sechs bayerische Großsägewerke⁹ ein Pelletwerk angeschlossen. 2005 lag die Produktionskapazität für Pellets bei rund 0,1 Millionen t in Bayern (Bauer 2006), die eigene telefonische und die Erhebung durch Degenbeck (2012) lassen auf eine Produktion von 0,6 Millionen t Pellets für das Jahr 2010 schließen.

Für eine Restmenge von 17 % der Nebenprodukte kann auf Grund der Befragung keine Aussage zur Verwendung getroffen werden, da sie in den Handel gelangt. Dieser wiederum bedient alle weiterverarbeitenden Branchen.

Verwendung der Sägenebenprodukte

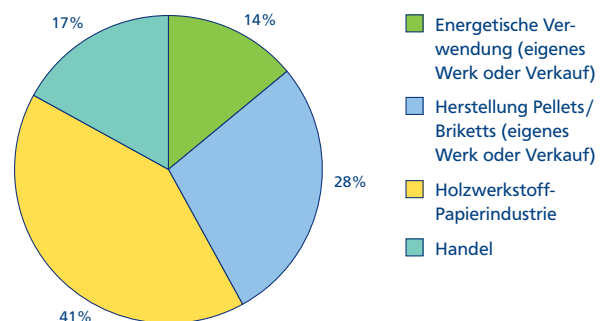


Abbildung 14: Verwendung der Sägenebenprodukte inkl. Rinde und Hobelspäne: Anteile der energetischen Verwendung, der Pelletierung/Brikettierung, der stofflichen Verwendung und des Handels

⁹ Über 50.000 Fm Nadelholzeinschnitt

Verbleib	Großsäger [Mio. m ³]	Klein- und Mittelsäger [Mio. m ³]	Gesamt [Mio. m ³]
Gesamt	3,3	1,5	4,8
Energetische Verwendung (eigenes Werk oder Verkauf)	0,3	0,3	0,7
Herstellung Pellets/ Briketts (eigenes Werk oder Verkauf)	1,2	0,1	1,3
Holzwerkstoff- Papierindustrie	1,4	0,6	2,0
Handel	0,3	0,5	0,8

Tabelle 7: Verbleib der in bayerischen Sägewerken 2010 angefallenen Nebenprodukte [Millionen Kubikmeter] (Abweichungen zu Tabelle 6 sind umrechnungsbedingt)

Verkauf in andere Bundesländer und Export

Befragt nach dem Verbleib der Nebenprodukte gaben die Sägewerke an, dass gut die Hälfte der Menge stofflich oder thermisch innerhalb Bayerns verwendet wird. Abbildung 15 ist zu entnehmen, dass etwa ein Drittel der Menge in andere Bundesländer geliefert und rund ein Fünftel ins Ausland exportiert wird. Rechnerisch ergeben sich 2,5 Millionen m³ Sägenebenprodukte inklusive Rinde und Hobelspäne aus bayerischen Sägewerken, die in Bayern verwendet werden.

Zu den aus dem Ausland oder anderen Bundesländern bezogenen Mengen können im Rahmen dieser Studie keine Aussagen getroffen werden.

Verbleib der Sägenebenprodukte

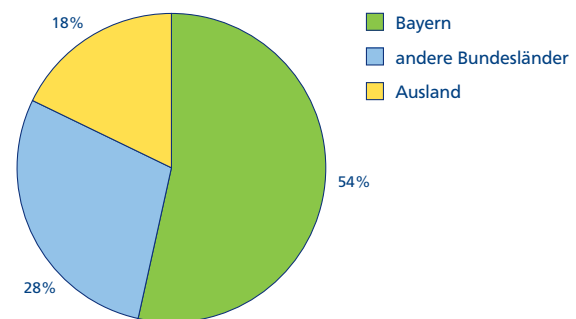


Abbildung 15: Verbleib der Sägenebenprodukte: Anteile der Verwendung in Bayern, in anderen Bundesländern und Export ins Ausland

Preisentwicklung für Sägenebenprodukte

Abbildung 16 zeigt die Preisentwicklung für Sägespäne und Hackschnitzel in Süddeutschland. Deutlich erkennbar ist für das Jahr 2010 ein Anstieg der Abnehmerpreise für Hackschnitzel um bis zu 40 % von Januar bis Dezember des Jahres.

Grund für diesen Anstieg ist die zunehmende Nachfrage nach Sägenebenprodukten zur energetischen Nutzung. Die Kapazitäten zur Pelletproduktion wurden in den letzten Jahren enorm ausgebaut, die Zahl der Biomasseheizwerke und -heizkraftwerke hat deutlich zugenommen und mit ihnen der Bedarf nach Rohstoffen. Rundholzeinschlag und -einschnitt hatten nicht proportional zur Nachfrage nach Sägenebenprodukten zugenommen, was zu einer Verknappung führte. Dies verteuert die Rohstoffe für Holzwerkstoff- und Papierindustrie. Nach Angaben des Verbands Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP) stiegen die Preise für Holz- und Zellstoff in der Bundesrepublik von 2009 auf 2010 um 39 % (vgl. VDP 2011).

Im Jahr 2011 ist ein erneutes Sinken der Preise für Sägenebenprodukte zu beobachten, was mit dem von Seiten des privaten Waldbesitzes höherem Holzeinschlag zur Erklärung ist. Dieser wurde in bayerischen Sägewerken eingeschnitten und hatte somit eine verbesserte Versorgung des Marktes mit den Nebenprodukten der Sägeindustrie zur Folge. Gleichzeitig drohte die Abnehmerseite die Produktion.

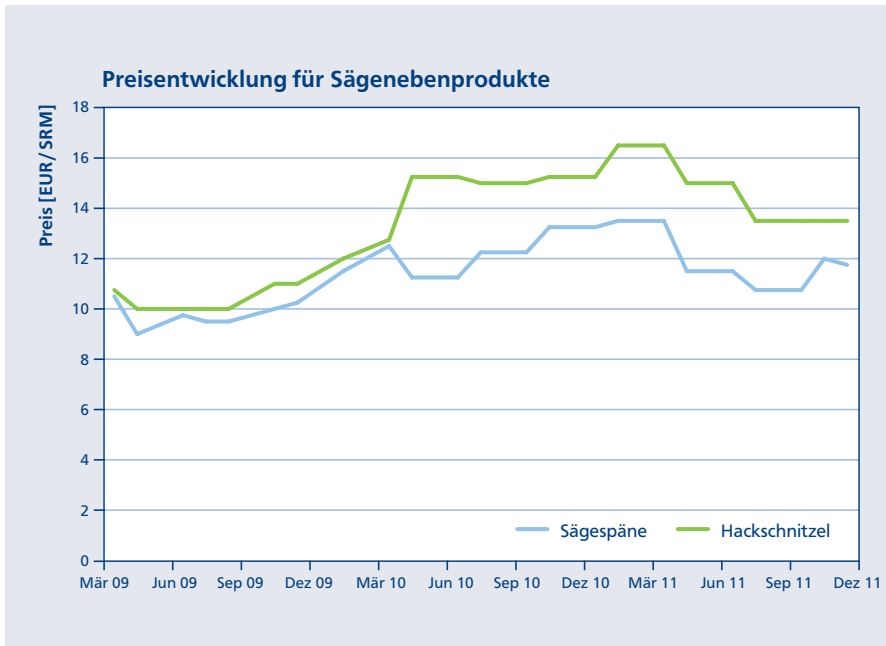


Abbildung 16: Preisentwicklung [Euro/Srm] für Sägespäne und Hackschnitzel in Süddeutschland von 2009 bis 2011 (Preise ab Werk für durchschnittliche Industrieannehmer) (Quelle: EUWID 2012)

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 (z. B. Zimmereien, Schreinereien, Fertighausbau) an. Für die vorliegende Studie wurden keine Erhebungen zum Aufkommen bei Handwerks- oder Industriebetrieben dieser Branchen durchgeführt.

Bauer et al. (2006) schätzten das Industrierestholzaufkommen mit folgendem Ansatz: Die jährlich in Deutschland anfallende Industrierestholzmenge lag 2002 bei rund 4,8 Millionen m³. Davon stammten knapp 40 % aus der Möbelindustrie. Unter Berücksichtigung der verwerteten Schnittholzmenge sowie unter Einbezug der Möbelindustrieverteilung in Deutschland ergab sich ein Potential für Bayern von über 1,6 Millionen m³ pro Jahr. Dies entsprach einer Menge von über 0,8 Millionen t atro für das Jahr 2004. Von diesem Teil wurde nach Einschätzung im letzten Marktbericht der überwiegende Teil von 0,75 Millionen t atro pro Jahr energetisch verwertet (Bauer et al. 2006).

Kaltschmitt et al. (2009) nehmen an, dass in Deutschland pro Jahr 8–10 Millionen t Industrierestholz (inklusive Sägenebenprodukte) anfallen. Davon ausgehend, dass 50 % der deutschen Sägewerke in Bayern stehen und dort rund ein Viertel des Einschnitts getätigt wird, ergibt sich für Bayern eine Menge von 2–2,5 Millionen t im Jahr. Abzüglich der Nebenprodukte aus der Sägeindustrie (Tabelle 6) kann von einer Menge von schätzungsweise 0,1–0,6 Millionen t Industrierestholz, die in Bayern anfallen, ausgegangen werden.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass der Datenbestand zum Industrierestholzaufkommen für Bayern nicht ausreichend ist, um eine genaue Menge zu ermitteln. Der Restholzanfall in den einzelnen Holzbe- und -verarbeitenden Betrieben über die letzten Jahre ist zurückgegangen, da zunehmend vorbearbeitete Materialien (Hobelware, Holzwerkstoffe etc.) eingesetzt werden (Krämer 2011). Helm (2011) ermittelte für die Schreinereien im Landkreis Bad Tölz–Wolfratshausen einen Rückgang von 10 % in den letzten fünf Jahren. Parallel ist allerdings die Zahl der umsatzpflichtigen Zimmereien und Unternehmen des Ingenieurholzbaus in Bayern von rund 2.500 im Jahr 2005 auf 2.800 (2009)¹⁰ gestiegen, im Möbelbau ist die Zahl geringfügig gesunken.

¹⁰ Quelle: Statistisches Landesamt (Umsatzsteuerstatistik 2005 und 2009)

Da eine energetische Nutzung von Industrierestholz in Zimmereien und Schreinereien in einer Größenordnung von rund 300.000 t angenommen wird (siehe Kapitel »Feuerungsanlagen in Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden in Bayern« S. 57), dies jedoch nur eine Teilmenge des Gesamtanfalls darstellt, wird dieser auf 500.000 t für das Jahr 2010 geschätzt.

Fazit und Trends

Die Produktionskapazitäten der Sägeindustrie wurden vor allem zwischen 2004 und 2007 erheblich erweitert. Die Forstwirtschaft erhöhte gleichzeitig ihr Rundholzangebot¹¹. Der Preisanstieg beim Fichten-Stammholz während dieses Zeitraums zeigt jedoch eine zunehmende Verknappung an (Abbildung 17). Infolge der Finanzkrise ging die Schnittholznachfrage erheblich zurück, die Sägeindustrie drosselte die Produktion und die Forstwirtschaft das Stammholzangebot. Da zudem die Forstbetriebe (z. B. Bayerische Staatsforsten AÖR) den Einschlag nach dem Sturm Kyrill drosselten, um die sturmbedingte größere Nutzung zu kompensieren, sank die Menge des bereitgestellten Rohholzes.

Einen Vergleich zwischen den durch verschiedene Studien ermittelten Jahreseinschnittsmengen der bayerischen Sägeindustrie gibt Tabelle 8. Im Jahr 2010 hat sich laut dem Verband der Deutschen Säge- und Holzindustrie e.V. (VDS) die wirtschaftliche Situation der Unternehmen wieder erholt (VDS 2010). Demzufolge stieg im Berichtsjahr der Einschnitt und als Koppelprodukt auch der Anfall der Nebenprodukte wieder. Auch die Holzpreise zogen an.

Allerdings reagierten die Forstwirtschaft und dort insbesondere der Kleinprivatwald nicht mit einem erhöhten Rundholzangebot. Die Gründe dürften zum einen die seit 2008 außergewöhnlich niedrigen zwangsbedingten Holzanfälle (Sturm-, Schnee-, Käferschäden) sein, zum anderen die Unsicherheit bezüglich der Geldwertstabilität. Holzeinschläge über den momentanen Liquiditätsbedarf hinaus werden zurückgestellt, weil das im stehenden Holz im Wald angelegte Vermögen als sicherer angesehen wird. Darüber hinaus können auch steuerliche Erwägungen diese Zurückhaltung beim Holzeinschlag erklären.

Dem knappen Rundholzangebot entsprechend stiegen 2010 und 2011 die Preise für Fichten-Stammholz stärker als die für Schnittholz. Der Außenhandel mit Rundholz veränderte sich dramatisch. Die Rundholz-Exporte aus Bayern, vor allem nach Österreich, gingen zwischen 2006 und 2010 um mehr als die Hälfte zurück, während die Importe um mehr als das fünffache wuchsen. Insbesondere der Rundholzbezug aus der Tschechischen Republik und aus Österreich wurde erheblich ausgeweitet. Außerdem wichen die Sägewerke zum Teil auf Kiefern-Stammholz aus. Die Preise für Kiefern-Stammholz stiegen rascher als die für Fichte und der Preisabstand zwischen der Kiefer und der Fichte reduzierte sich. Die Sägeindustrie kann, wie die Differenz zwischen Einschnittskapazität und realisiertem Einschnitt im Jahr 2010 zeigt, ihre Kapazitäten weiterhin nicht voll auslasten. Dass es trotz der stark gestiegenen Rohstoffkosten nicht in größerem Umfang zu Werksschließungen kam, dürfte auf der höheren Nachfrage nach Sägenebenprodukten (inklusive Pellets) für die Energieerzeugung und den gestiegenen Erträgen bei diesen Sortimenten beruhen.

Quelle	Rohholzeinschnitt in Sägewerken [Fm o.R.]	Anfall Sägenebenprodukte ohne Rinde [m ³]
Energieholzmarktbericht 2005 (Bauer et al. 2006, S. 28)	ca. 8 Millionen	2,85 Millionen
Clusterstudie 2008 (Röder et al. 2008, S. 52)	ca. 11,5 Millionen	4,47 Millionen ¹
Erhebung LWF für 2010	10,0 Millionen	4,32 Millionen

Tabelle 8: Entwicklung des Rohholzeinschnitts und des Anfalls von Sägenebenprodukten in Bayern (Gegenüberstellung dreier Studien)

¹ andere Systematik bei Ausweisung von Rinde und Hobelspänen

¹¹ Vgl. Einschlagstatistik Bayern unter www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/betriebswirtschaft-forsttechnik/holzmarkt-holzaufkommen/39607/index.php (Stand Januar 2012)



Abbildung 17:
Preisindex für Fichten-
und Tannenschnittholz
und Fichtenstammholz
von 2000 bis 2011
(Quelle: Statistisches
Bundesamt 2012)

Die zukünftige Entwicklung wird vor allem von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland abhängen. Wird das Nutzungspotential der Holzaufkommensprognose für Bayern zu Grunde gelegt (Borchert 2005), könnte das Angebot an Nadelrundholz gegenüber dem Stand von 2010 noch um circa 20 % erhöht werden. Entsprechend könnten auch die Produktion der Sägewerke und das Aufkommen von Sägenebenprodukten steigen. Die vorhandenen Kapazitäten der Sägeindustrie reichen aus, um diese Produktion zu ermöglichen. Allerdings kann Nadelholz zumindest nicht langfristig auf dem hohen Niveau von 2006 geerntet werden, ohne den Holzvorrat in den Wäldern abzusenken.

Beim Laubholz ist die Holzmarktsituation völlig anders. Hier wird das Nutzungspotential mangels ausreichender Nachfrage nach Stammholz bei weitem nicht ausgeschöpft. Das Potential wurde seit der zweiten Bundeswaldinventur im Durchschnitt jährlich nur zu etwas mehr als der Hälfte genutzt. Da beim Laubholz der größere Teil des Baumes als Industrie- oder Energieholz verwendet wird, wäre ein steigender Holzeinschlag auch mit einem größeren Energieholzaufkommen verbunden. Solange die Nachfrage vor allem nach Buchen-Schnittholz nicht zunimmt, wird Stammholz mittlerer und guter Qualitäten kaum in größeren Mengen eingeschlagen werden. Allerdings haben die Energieholzpreise inzwischen das Niveau der Preise für Stammholz geringer Qualität und für Industrieholz erreicht. Da zahlreiche Laubbaum-Bestände zur Pflege anstehen, ist zu erwarten, dass die günstige Gelegenheit zum Absatz von Energieholz genutzt wird, um diese Durchforstungen zu realisieren. Beim Laubholz ist deshalb mit einem zunehmenden Energieholzaufkommen zu rechnen.

Pellethersteller und Pelletproduktion

Stefan Friedrich

Struktur der Pelletindustrie

Deutschland war mit einer Gesamtmenge von 1,75 Millionen t¹² laut Angabe des Deutschen Energieholz- und Pellet-Verbands e.V.(DEPV 2011) im Jahr 2010 nach den USA der zweitgrößte Produzent für Pellets.

Bayern besitzt die deutschlandweit größten Produktionskapazitäten. Insgesamt wurden in Bayern im Jahr 2010 an 16 Standorten Pellets produziert (2011 an nur 14 Standorten auf Grund von Insolvenz bzw. aussetzender Produktion). Die größten Pellethersteller sind große Nadelholzsägewerke, die ihre Sägebenebenprodukte (im Wesentlichen Späne, Sägemehl) pelletieren und rund 70 % der Produktionskapazitäten besitzen. Eine Übersicht über die Betriebe der Pelletindustrie in Bayern gibt Abbildung 18.

Probleme der Branche (u. a. Überkapazitäten, steigende Rohstoffpreise) führten zu einem Konsolidierungsprozess mit mehreren Insolvenzen, von dem laut dem Europäischen Wirtschaftsdienst (EUWID) erwartet wird, dass er sich auch in der Zukunft fortsetzt (EUWID 2010a).

Aufkommen

Die Gesamtproduktionskapazität lag laut Angaben der Hersteller im Jahr 2010 bei etwa 0,9 Millionen t¹³ Pellets. Berücksichtigt man eine technisch realisierbare Maschinenauslastung von 80 %, so dürften die tatsächlichen Produktionskapazitäten circa 720.000 t betragen (Deutsches Pelletinstitut DEPI 2011). Im Jahr 2010 wurden insgesamt 0,6 Millionen t Pellets hergestellt, eine Größenordnung, die auch vom DEPI bestätigt wird. Die im Rahmen des Energieholzmarktberichtes durchgeführte Umfrage bei Sägewerken ergab, dass etwa 546.000 t Sägebenebenprodukte pelletiert werden. Dazu kommen Mengen, die über den Handel an Pellethersteller gelangen, so dass sowohl die gemeldete Produktion als auch der angegebene Rohstoffeinsatz plausible Ergebnisse liefern. In Bayern verwenden bis auf einen Hersteller (Enviva) alle Produzenten ausschließlich Sägebenebenprodukte als Rohstoff für Pellets. Die befragten Pellethersteller pressten auch Briketts. Deren Produktionsmenge fiel mit etwa 25.000 t deutlich geringer aus als die der Pellets.

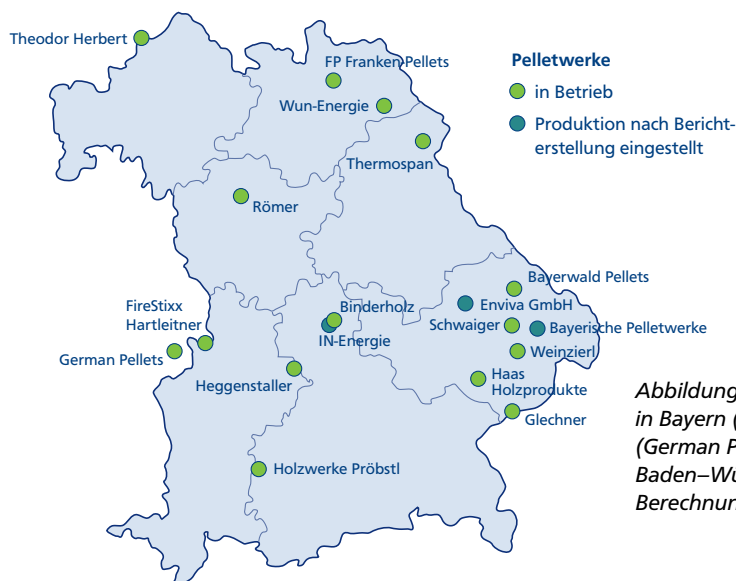


Abbildung 18: Karte der Pellethersteller in Bayern (Stand Anfang 2012) (German Pellets in Herbrechtingen/ Baden-Württemberg wurde bei Berechnungen nicht berücksichtigt)

¹² Angabe von Pellets in Tonnen bei Wassergehalt $w = 10\%$

¹³ Für die vorliegende Studie wurde von einem Wassergehalt von 10 % (gem. EN 14961-2) ausgegangen

Verwendung

Bayern war und bleibt Nettoexporteur für Pellets. Der Gesamtverbrauch in Bayern zur Wärmeerzeugung von 540.000 t (Tabelle 9) nähert sich jedoch der produzierten Menge an. Das Deutsche Pelletinstitut (DEPI 2011) geht von einem Gesamtverbrauch von rund 600.000 t Pellets in Bayern aus. Die Abweichung ist mitunter dadurch zu erklären, dass Anlagen im gewerblichen Bereich durch die Methodik der LWF nicht vollständig erfasst wurden bzw. das DEPI über die Anlagenzahl und einen durchschnittlichen Verbrauch hochrechnet.

	Menge [t bei w = 10 %]	Menge [Fm]
Gesamtproduktion	600.000	1.430.000
Gesamtverbrauch in Bayern, davon:	542.000	1.289.000
• Nutzung in kleinen privaten Anlagen	330.000	785.000
• Nutzung in größeren privaten und gewerblichen Anlagen (30–100 kW)	198.000	471.000
• Nutzung in Heizkraftwerken und Großpelletheizungen (> 100 kW)	14.000	33.000
Export ins Ausland	132.000	315.000

Tabelle 9: Produktion, Verbrauch und Einfuhr von Pellets in Bayern im Jahr 2010 (Quellen: Eigene Erhebungen, C.A.R.M.E.N. e.V., Biomasseatlas 2012)

Laut der Haushaltsbefragung im Auftrag der LWF nutzen 2,9 % oder rund 170.000 Haushalte in Bayern Pellets als Heizenergieträger. In dieser Zahl enthalten sind auch Nutzer, die Pellets zusätzlich zu anderen Energieträgern und weiteren Energieholzsortimenten nutzen. Der Gesamtverbrauch betrug rund 330.000 t Pellets. Diese Menge bezieht sich im Wesentlichen auf die Verbraucher in Ein- und Zweifamilienhäusern mit Zentralheizung und Einzelöfen, sowie diejenigen in Mehrfamilienhäusern, die Pellets in einer Einzelfeuerstätte zuheizen. Diese Gruppen stellen die Hauptabnehmer für Pellets in Bayern dar.

Zusätzlich werden Pellets in Feuerungsanlagen für Wohnanlagen, Gebäudekomplexe und Gewerbebauten (Hotels, Büros, Schreinereien, Krankenhäuser, landwirtschaftliche Betriebe) verbraucht. Diese Menge lässt sich über die Angaben der Datenbank des Biomasseatlas¹⁴ berechnen.

Ausgehend von der Zahl der seit 2001 im Rahmen des Marktanzreizprogramms geförderten Pelletanlagen zwischen 30 kW und 100 kW kann der Pelletbedarf hochgerechnet werden. In diesem Leistungsbereich wurden seit 2001 in Bayern rund 370.000 kW thermische Wärmeleistung installiert. Der durchschnittliche Bedarf je Anlage liegt bei 5,4 t Pellets je 100 kW Leistung¹⁵. Somit ergibt sich eine jährliche Bedarfsmenge von 198.000 t.

C.A.R.M.E.N. (2011) hat eine Liste von größeren Pelletheizanlagen zusammengestellt, deren Gesamtverbrauch 5.000 t beträgt. Hinzu kommt der Biomasseinput in Form von Pellets in Heizwerken, die zusätzlich zu den Großanlagen Energie gewerblich erzeugen. Eine Hochrechnung über die Angaben der befragten Biomasseheizwerke ergab, dass etwa 35.000 Fm (15.000 t) in Biomasseheiz(kraft)werken verwendet wurden. Im Segment der gewerblichen Wärme- und Stromerzeugung spielen Pellets (sog. Industriepellets) somit nur eine sehr untergeordnete Rolle. Auch auf den Gesamtbedarf von Pellets in Bayern bezogen ist die Menge nicht von Bedeutung. Da Überschneidungen zwischen den Datenquellen vorliegen dürften, wird die Masse an Pellets, die beide Kategorien verbrauchen, auf 14.000 t geschätzt.

Die befragten Pellethersteller gaben an, 22 % der Produktion ins Ausland zu verkaufen. Ausgehend von einer insgesamt hergestellten Menge von 600.000 t Pellets, entspricht dies etwa 132.000 t. Der innerdeutsche Handel wurde nicht erfasst. Die in Bayern verbrauchte Menge von rund 542.000 t Pellets übersteigt zusammen mit der exportierten Menge die bayerische Produktion. Diese in der Bilanz fehlenden Mengen werden im Zuge des Binnen- und Außenhandels nach Bayern geliefert. So produziert beispielsweise German Pellets in einem Werk mit über 250.000 t jährlicher Kapazität im baden-württembergischen Herbrechtingen nahe der bayerischen Landesgrenzen. Der Umfang des Imports und Handels mit anderen Bundesländern ist nicht bekannt.

¹⁴ www.biomasseatlas.de

¹⁵ Auswertung einer Datenbank des C.A.R.M.E.N. e.V. zu berichtspflichtigen Biomasseheizwerken

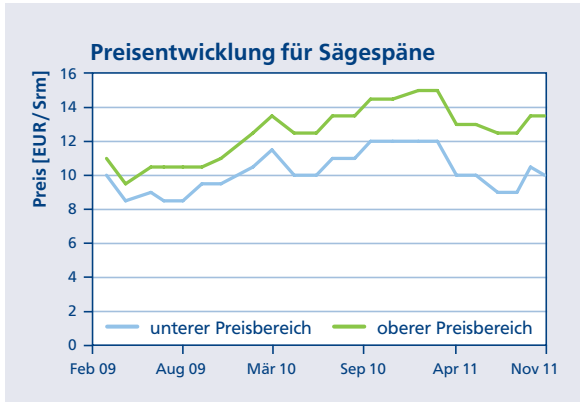


Abbildung 19: Preisentwicklung für Sägespäne in Süddeutschland von 2009 bis 2011 (Preise ab Werk für durchschnittliche Industrieabnehmer) (Quelle: Europäischer Wirtschaftsdienst)

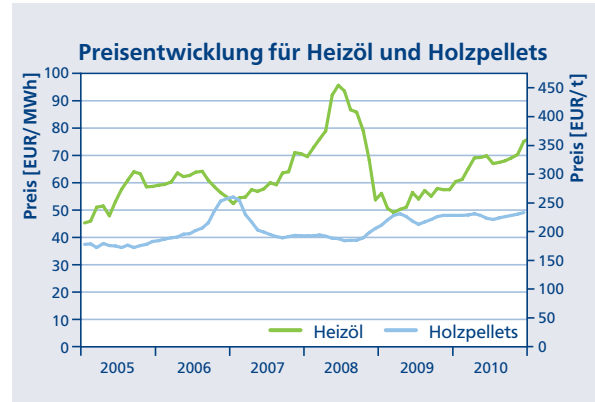


Abbildung 20: Preisentwicklung bei Holzpellets und Heizöl von 2005 bis 2010 (Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. 2012)

Preisentwicklung für Rohstoffe und Pellets

Rohstoffpreise

Die Preise für Sägespäne (EUWID 2011a) stiegen in Süddeutschland im Jahr 2010 von Januar bis Dezember um 15 % an (Abbildung 19).

Mittlerweile sind die Rohstoffpreise wieder gesunken und seit Mitte 2011 stabil. Grund hierfür könnte der höhere Stammholzeinschlag bei gleichzeitig rückläufiger Produktion der Holzwerkstoffindustrie sein. Mit dem höheren Stammholzaufkommen dürfte die Schnittholzproduktion in der Sägeindustrie gestiegen sein und damit auch das daran gekoppelte Angebot an Nebenprodukten.

Pelletpreise

Zur Darstellung der Verbraucherpreise für Holzpellets eignet sich der Pellet-Preis-Index des C.A.R.M.E.N. e.V. Dieser beruht auf Erhebungen bei allen dort bekannten Holzpelletthändlern, die z.T. monatlich ihre Preise melden (C.A.R.M.E.N. 2012).

Der Pelletpreis¹⁶ in Deutschland ist demnach seit dem Jahr 2005 von etwa 180 Euro pro Tonne (Euro/t) auf 230 Euro/t im Jahr 2010 gestiegen. Diese Steigerung verlief im Vergleich zu Preisen für fossile Brennstoffe deutlich moderater (Abbildung 20).

Jedoch stiegen im Winter 2006/2007 auf Grund der hohen Nachfrage und des verhältnismäßig kalten Winters die Pelletpreise stark an (Januar 2006: 184 Euro/t, Januar 2007: 206 Euro/t; + 40 %). Da zeitgleich der Preis für fossile Energieträger sank, war der Energieträger Holz (Holzpellet) zeitweilig teurer als Öl. Der Vorteil des günstigeren Energiepreises beim Heizen mit Holz kam kurzfristig ins Wanken und die Verbraucher wurden verunsichert. Im Jahr 2007 sank der Preis für die Tonne Pellets wieder unter 200 Euro. Diese Entwicklung ist auch an den Absatzzahlen der deutschen und österreichischen Pelletheizungshersteller nachvollziehbar, die im Jahr 2007 einbrachen (Abbildung 21 und Landwirtschaftskammer Niederösterreich 2011)

In Bayern betrug der Durchschnittspreis 2010 je Tonne Pellets 223 Euro (Januar 2008: 186 Euro; Januar 2009: 218 Euro). Im Jahr 2011 erfolgte ein weiterer leichter Anstieg um 1–2 %. Die Verbraucher in Bayern zahlen im Bundesvergleich geringere Preise und konnten zuletzt mit Preisstabilität rechnen.

¹⁶ Preis bei Lieferung von 5 t im Umkreis von 50 km inkl. MwSt. und weitere Pauschalen für Lieferung, Wiegen, Einblasen o. ä.

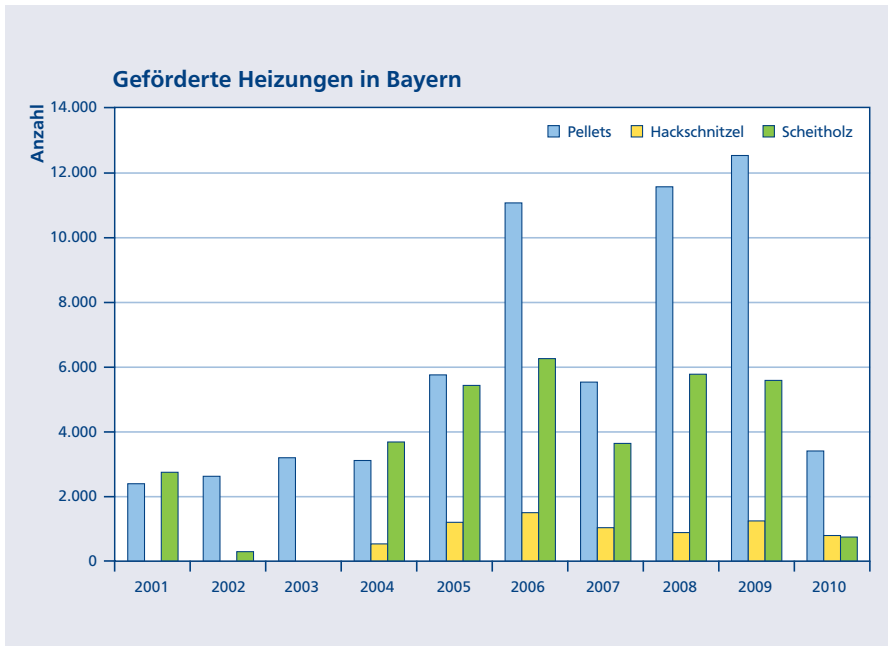


Abbildung 21:
Anzahl der über das Markt-
anreizprogramm in den
Jahren 2001 bis 2010
geförderten und installier-
ten Heizungen (Pellets,
Hackschnitzel und
Scheitholz)
(Quelle: Biomasseatlas
2012)

Trends

Marktentwicklung

Das Jahr 2010 war gekennzeichnet durch den weltweiten Ausbau der Produktionskapazitäten (insbesondere für Pellets zur industriellen Wärmeerzeugung) und deutschlandweit durch einen Konsolidierungsprozess der Branche (EUWID 2010a). So meldeten seit 2010 mittlerweile zwei Hersteller in Bayern Insolvenz an und Enviva Pellets (ehemals Compactec/Straubing) stellte die Produktion ein (EUWID 2011b).

Insgesamt wurde die Produktion im Jahr 2010 in Deutschland dennoch gesteigert und auch die Kapazitäten weiter ausgebaut. Das Deutsche Pelletinstitut (DEPI 2011) geht weiterhin von einer Überproduktion aus, so dass die deutschen Unternehmen als Exporteure (nach Italien, Österreich, Schweiz) auf den Märkten agieren.

Die von Degenbeck (2012) befragten Hersteller in Bayern gaben an, die Kapazitäten nicht weiter ausbauen zu wollen. In zwei neue Produktionsstandorte wurde jedoch investiert: Im Herbst 2010 nahm ein ostbayerisches Nadelholzsägewerk die Pelletherstellung auf (EUWID 2010b) und für den neuesten Standort wurde in Wunsiedel im Jahr 2011 der Grundstein für ein Biomasseheizkraftwerk (ORC) mit angegliedertem Pelletwerk gelegt. Dort werden die in einem angrenzenden Sägewerk anfallenden Späne weiterverarbeitet (Frankenpost 2011).

Normen und Zertifizierung von Pellets

Durch die Europäische Norm EN 14961-2 wurden 2010 die Anforderungen an Pellets für den Gebrauch besonders im häuslichen Bereich und in kleinen gewerblichen Anlagen weiter verschärft. Derzeit existieren zwei konkurrierende Zertifizierungssysteme (ENplus und DINplus), die diese Ansprüche erfüllen:

2010 wurden 57 % der Pellets nach DINplus-Zertifikat produziert, 23 % nach ENplus und 20 % nach sonstigen Kriterien. Somit werden in Bayern überwiegend Pellets für den Gebrauch in Haushaltsfeuerungsanlagen produziert, nicht zur industriellen Verwendung.

Im Jahr 2011 sind laut Angaben des Deutschen Pelletinstituts, das die ENplus-Zertifikate vergibt, die meisten großen Produzenten nach ENplus zertifiziert bzw. haben Antrag auf Zertifizierung gestellt. Die Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe geht davon aus, dass die ENplus-Zertifizierung langfristig die DINplus-Zertifizierung ablösen wird (Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe 2010).

Altholz

Remigius Hammerl, Stefan Friedrich, Herbert Borchert und Christina Schumann

Aufkommen

Als Altholz bezeichnet man Holz, das bereits einem Verwendungszweck zugeführt worden war und als Abfall zur Entsorgung oder als Sekundärrohstoff für eine stoffliche oder energetische Verwendung bereitsteht.

Altholz wird je nach Qualität und Anteil an Zusatzstoffen in vier Kategorien eingeteilt, die in Tabelle 10 dargestellt sind.

Altholz-Kategorie:	A I	A II	A III	A IV
Definition gemäß § 2 AltholzV	naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde	Verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel	Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel	Mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz [...] sowie sonstiges Altholz, das auf Grund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I, A II oder A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz
Beispiele (vgl. Anhang III AltholzV)	Holzpackmittel wie Paletten aus Massivholz, ohne Farbbeschichtungen, Lasuren o.Ä.	Spanplatten, roh oder mit Furnier und Klarlack, Fußbodenelemente aus Laminat	Altmöbel mit Oberflächenbeschichtungen bzw. Kantenanleimern aus PVC	Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Garten- und Rebpfähle sowie ölverschmutzte Holzpackmittel
Stoffliche Verwendung in Holzwerkstoffen	Zugelassen, es bestehen jedoch Schadstoffgrenzwerte für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen (vgl. Anhang II zu § 3 Abs. 1 AltholzV)	Zugelassen, es bestehen jedoch Schadstoffgrenzwerte für Holzhackschnitzel und Holzspäne zur Herstellung von Holzwerkstoffen (vgl. Anhang II zu § 3 Abs. 1 AltholzV)	Die Aufbereitung von Altholz der Altholzkategorie A III ist nur zulässig, wenn Lackierungen und Beschichtungen durch eine Vorbehandlung weitgehend entfernt wurden oder im Rahmen des Aufbereitungsprozesses entfernt werden.	nicht zugelassen
Energetische Verwendung	Nicht auf Anlagentypen beschränkt	Beschränkt durch das BImSchG, auf Anlagen mit Genehmigung nach der 4. BImSchV, soweit schwermetallfrei sowie nach der 1. BImSchV auf Anlagen ab 30 Kilowatt Nennwärmeleistung in Betrieben der Holzbe- oder -verarbeitung	Beschränkt durch das BImSchG auf Anlagen mit Genehmigung nach der 17. BImSchV	

Tabelle 10: Übersicht über die Altholzkategorien nach der Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (AltholzV)

Im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und der Altholzverordnung ist für Altholz eine gesetzliche Verwendungs- und Entsorgungspflicht festgelegt. Dies trägt zur Rohstoffsicherung für die weitere stoffliche oder energetische Verwendung und zur umweltschonenden und unbedenklichen Wiederverwendung oder Entsorgung bei. Die organisierte Altholzverwendung stellt damit ein zentrales Bindeglied der Kaskadennutzung dar.

Altholzhandel und Aufbereitung

Altholz wird überwiegend in Containern und auf Wertstoffhöfen gesammelt. Anschließend wird es in eigenen Aufbereitungsbetrieben nach Altholzkategorien sortiert, zerkleinert und zur stofflichen oder energetischen Verwendung an entsprechende Betriebe oder zur Entsorgung an Deponien weitergeleitet. In der Befragung wurde nur bei Verwendung innerhalb Bayerns nach verschiedenen Endverbrauchern getrennt. Mengen, die in andere Bundesländer oder das Ausland verkauft wurden, sind nur in Summe erfasst.

Die Struktur der Altholzaufbereiter wird von wenigen großen Betrieben mit eigenen stationären Zerkleinerungsanlagen und einer jährlich aufbereiteten Menge von jeweils 20.000 bis über 300.000 t atro dominiert. Über 85 % des in der Umfrage erhobenen Altholzes wird von fünf Betrieben mit jeweils über 100.000 t atro Jahresdurchsatz erfasst (Tabelle 11). Bei den Altholzhändlern ist die Situation ähnlich. Von den 38 befragten Händlern setzen alleine sieben Händler mehr als 70 % der Mengen um (Tabelle 12).

Die erfassten Mengen bei den Altholzhändlern sind im Vergleich zu den Mengen der Aufbereiter sehr gering. Die großen Altholzaufbereiter dominieren somit den gesamten Altholzmarkt. Sowohl bei den Händlern als auch bei den Aufbereitern wurden die größten Betriebe in Bayern durch die Umfrage erfasst. Damit liegt eine verlässliche Datengrundlage für die Ermittlung des gewerblich erfassten Altholzaufkommens vor. Da im Altholzsektor reger Zwischenhandel auch unter den Händlern stattfindet, kommt es in der Erhebung zur mehrfachen Erfassung von Teilmengen. Um diese auszuschließen, wurden zur Ermittlung des Altholzaufkommens nur die Mengen herangezogen, die von den Aufbereitern zur Verwendung oder Entsorgung weitergeleitet werden.

Klassen [1000 t atro]	Anzahl	erfasste Menge [t atro]
>100	2	450.000
20-100	3	180.000
<20	19	110.000
Summe	24	740.000

Tabelle 11: In der Befragung erfasste Altholzentsorger (n=24) und Altholzmenge nach Größenklassen

Klassen [1000 t atro]	Anzahl	erfasste Menge [t atro]
>20	2	68.000
10-20	1	9.000
5-10	4	26.000
1-5	18	41.000
<1	13	4.000
Summe	38	148.000

Tabelle 12: In der Befragung erfasste Altholzhändler (n=38) und Altholzmenge nach Größenklassen

Aus den Angaben der in der Befragung erfassten Altholzaufbereiter wurde das Marktvolumen für Bayern hochgerechnet. Insgesamt beträgt die gewerblich erfasste Altholzmenge 1,07 Millionen t atro. Dies entspricht 85 kg pro Einwohner und Jahr. Dabei ist zu beachten, dass ein großer Altholzaufbereiter mit Standort direkt an der bayerischen Grenze in Baden-Württemberg bei den Berechnungen nicht berücksichtigt wurde. Es ist davon auszugehen, dass ein erheblicher Teil der Altholzmengen dieses Betriebes aus Bayern stammt und daher das tatsächliche Altholzaufkommen über dem berechneten Wert von 1,07 Millionen t atro liegt. Weimar und Mantau (2008) ermittelten für die Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg ein Handelsvolumen von 1,684 Millionen t lutro (entspricht etwa 1,4 Millionen t atro) für das Jahr 2006.

Sonstige Altholzmengen

Das Gesamtaufkommen an Altholz umfasst neben den bei gewerblichen Altholzaufbereitern erfassten Mengen auch die in Privathaushalten angefallenen Mengen, die direkt stofflich oder energetisch weiterverwendet werden, ohne in den Altholzkreislauf zu gelangen.

Ein Teil dieses Altholzes wird in privaten Kleinf Feuerungsanlagen verbrannt. Nach der Umfrage bei privaten Haushalten beläuft sich die Menge auf 0,18 Millionen t atro.

Direkt stofflich verwendet wird Altholz zum Beispiel gelegentlich beim Bau landwirtschaftlicher Betriebsgebäude. Dieser Anteil wurde im Rahmen der Studie nicht ermittelt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass diese Nutzung im Vergleich zur energetischen Verwendung in Kleinf Feuerungsanlagen eine untergeordnete Rolle spielt.

Die in Sperr- und Restmüll enthaltenen Holzmen gen sind im vorliegenden Bericht nicht vollständig erfasst. Insgesamt kann dieses Volumen nicht abgeschätzt werden. Je nach Handhabung in der jeweiligen Kommune wird das im Sperrmüll enthaltene Holz vor oder nach der Sammlung sortiert. Erfolgte dies durch einen der befragten Altholzentsorger, so erscheint dieser Anteil im Bericht. Alle Mengen, die außerhalb dieses Systems energetisch genutzt werden, sind nicht erfasst. Die im Restmüll enthaltenen Altholzmen gen wurden auf Grund des Befragungsdesigns nicht ermittelt. Vor allem beim Sperrmüll könnte es sich um eine relevante Größenordnung handeln.

Gesamtaufkommen

Insgesamt ergibt sich somit ein Altholzaufkommen von 1,25 Millionen t atro, was rund 100 kg pro Einwohner und Jahr für Bayern entspricht. Kaltschmitt et al. (2009) geben für das Altholzpotential in Deutschland einen Wert von 95 kg pro Einwohner beziehungsweise 65 kg getrenntes Altholz an. Marutzky (2004) spricht von einem Altholzpotential von 100 kg pro Jahr und Einwohner. Weimar und Mantau (2008) geben ein Marktvolumen von 5,9 Millionen t für Deutschland an, was rund 71 kg je Einwohner entspricht. Die in dieser Studie hochgerechnete Menge liegt am oberen Ende der Studien von Marutzky (2004), Weimar und Mantau (2008) und Kaltschmitt et al. (2009). Dies könnte sowohl als systematische Überschätzung der realen Mengen durch das Hochrechnungsverfahren interpretiert werden, als auch an einem real gestiegenen Altholzaufkommen liegen.

Ersteres könnte auf die Überschätzung der Grundgesamtheit der Entsorger zurückzuführen sein oder darauf, dass bei der Hochrechnung des Altholzaufkommens die tatsächliche Verwendung inklusive der Importmen gen verwendet wurde. Die Abfallstatistik des Umweltbundesamtes (UBA 2011a und 2011b) weist für das Jahr 2010 eine Menge von 971.000 t importierter »anderer Holzabfälle« (Abfallart 07.53) bei ei-

ner exportierten Menge von 31.000 t aus. Es ist anzunehmen, dass sich dieser Importüberschuss auch in Bayern niederschlägt und das Altholzaufkommen in Bayern mit Ursprung im Freistaat unter der durch die Befragung erhobenen Menge liegt. Die Abfallstatistik deutet darauf hin, dass die in Bayern durch die Entsorger erfassten Mengen nahe am tatsächlichen Potential liegen, da versucht wird, durch Importe die Nachfrage zu befriedigen.

Der Grund für einen Anstieg der erfassten Altholzmen gen bei den Aufbereitern könnte die hohe Nachfrage von Seiten der energetischen und stofflichen Verwerter sein, die durch das Aufkommen in Bayern nicht gedeckt werden kann. Dies führt zu höheren Marktpreisen (s. u.), so dass Importe von günstigerem Altholz zum Beispiel aus Tschechien rentabel werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Menge an erfasstem Altholz bei den Altholzaufbereitern seit dem letzten Energieholzmarktbericht gestiegen ist. Da bereits für das Jahr 2004 (Bauer et al. 2006) von einem Aufkommen von 0,7 Millionen t atro ausgegangen wurde und in der vorliegenden Studie die Erhebungsmethode verbessert wurde, erscheint die Zahl von 1,07 Millionen t atro gewerblichen Altholzaufkommens durchaus realistisch.

Verwendung

Das aufbereitete Altholz wird in Bayern überwiegend thermisch in den großen Dampfheizkraftwerken genutzt (Abbildung 22). Bei der stofflichen Verwendung dominiert die Herstellung von Holzwerkstoffen wie zum Beispiel Spanplatten. In Bayern werden lediglich 1.800 t atro deponiert. Die Beseitigung spielt in Bayern wie auch in Deutschland (Weimar und Mantau 2008) im Vergleich zur Verwendung eine untergeordnete Rolle. Lässt man den Export außer Acht, werden rund drei Viertel des in Bayern gewerblich erfassten Altholzes der thermischen und etwas weniger als ein Viertel der stofflichen Verwendung zugeführt. Das entspricht in etwa der Verteilung für Gesamtdeutschland (Weimar und Mantau 2008).

Aus Bayern werden 0,14 Millionen t atro ins Ausland exportiert beziehungsweise in andere Bundesländer geliefert. Weimar und Mantau (2008) haben für Deutschland einen sehr geringen Exportanteil von 2,5 % ermittelt. Daher handelt es sich bei dem berechneten Anteil von 11 %, der aus Bayern abfließt, wohl überwiegend um den Absatz in andere Bundesländer.

Verwendung des Altholzes

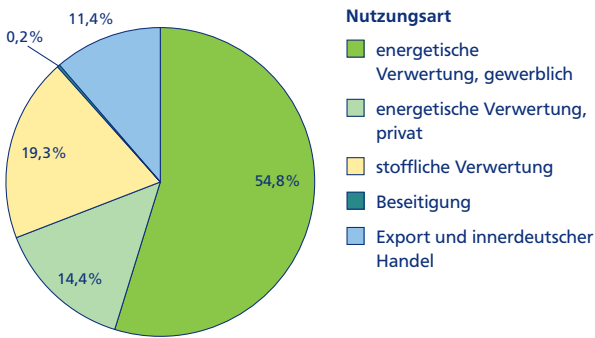


Abbildung 22: Verwendung des Altholzaufkommens in Bayern (inklusive Import) 2010.

Preisentwicklung für Altholz

Die Preise für Altholz stiegen in den letzten fünf Jahren auf Grund der erhöhten Nachfrage nach Biomasse (Abbildung 23). Damit bestätigt sich der Trend steigender Altholzpreise, der seit Mitte der Neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts beobachtet werden kann (vgl. dazu Müller-Langer et al. 2006 und Bauer et al. 2006). Vor 10–15 Jahren konnten die Endverwerter noch Gebühren für die Verwendung beziehungsweise Entsorgung von Altholz verlangen. Mit einem Rückgang der Nachfrage und damit der Preise ist in den nächsten Jahren nicht zu rechnen.

Trends

Verglichen mit vorangegangenen Studien stellt das ermittelte Aufkommen von 1,25 Millionen t atro im Jahr 2010 eine erhebliche Steigerung der Altholzmenge dar. Müller-Langer et al. (2006) und Bauer et al. (2006) weisen Altholzaufkommen von 0,8 beziehungsweise 0,7 Millionen t atro für Bayern aus. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass sich die Methodik der Datenermittlung der genannten Studien unterscheidet und daher die Zahlen nur bedingt vergleichbar sind. Auf eine deutliche Zunahme des Altholzaufkommens kann daher nicht geschlossen werden.

Der Altholzmarkt wird von einer geringen Anzahl großer Marktteilnehmer dominiert. Dabei handelt es sich um große Altholzaufbereiter mit eigenen stationären Brecher- und Sortieranlagen. Mit einer größeren Veränderung der Marktstrukturen und des Altholzvolumens ist in absehbarer Zeit nicht zu rechnen.

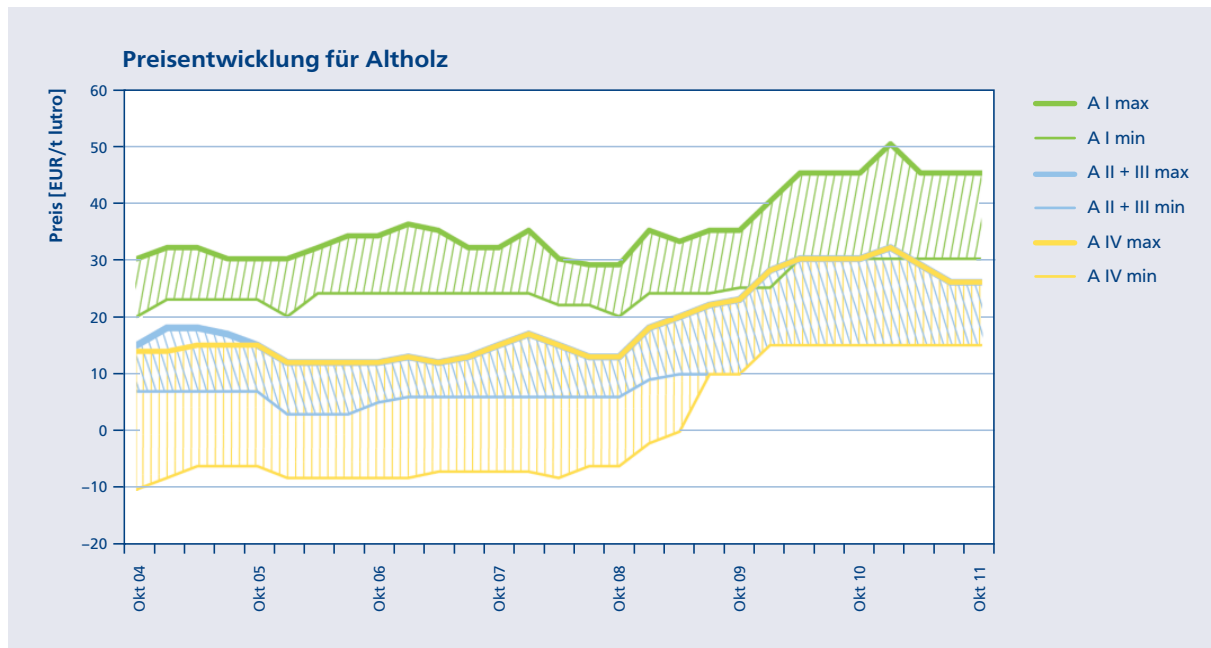


Abbildung 23: Preisentwicklung für Altholz (0–150mm Hackschnittel) nach den Hauptsortimenten (A I–A IV mit oberer und unterer Preisgrenze) für Süddeutschland frei Werk in Euro/Tonne lutro (Quelle: Europäischer Wirtschaftsdienst 2012)

Flur- und Schwemmh Holz

Elke Dietz

Bei Pflegearbeiten an Bäumen und Sträuchern, die nicht im Wald oder in Kurzumtriebsplantagen wachsen, fällt in regelmäßigen Abständen sogenanntes Flurholz an. Hierzu zählen:

- Gehölze (Feld- und Gewässergehölze) und Hecken in der Landschaft oder entlang von Verkehrswegen
- Land- und forstwirtschaftliche Sonderkulturen
- Gehölzschnitt aus Städten und Gemeinden
- Baumreihen in der Landschaft oder entlang von Verkehrswegen
- holziges Straßenbegleitgrün entlang von Verkehrswegen
- Waldränder entlang von Verkehrswegen
- Einzelbäume

Die Pflege von Baumreihen, Gehölzen und Hecken entlang von Verkehrswegen erfolgt in der Regel durch die zuständigen Autobahn- und Straßenmeistereien (Kaltschmitt et al. 2009), bei Bahntrassen durch den entsprechenden Betreiber bzw. über beauftragte Fremdunternehmer. Die Maßnahmen dienen neben der Verkehrssicherung (z. B. Freihaltung von Lichtraumprofil und Sichtflächen) auch der reinen Pflege wie Bestandessicherung oder Landespflege (Kaltschmitt et al. 2009). Nach Kaltschmitt et al. 2009 wird bisher der Großteil der holzartigen Biomasse, der beim Schnitt von Gebüsch und Hecken anfällt, nicht energetisch genutzt, da das Material vor Ort entweder gehäckselt zurückbleibt, dort verbrannt oder kompostiert auf Äckern zur Bodenverbesserung ausgebracht wird. Auch bei regelmäßigen Pflegemaßnahmen von land- und forstwirtschaftlichen Sonderkulturen, wie beispielsweise Obstplantagen, Streuobstwiesen, Baumschulen und auf Rebflächen fällt durch Schnitt oder Rodung holzartige Biomasse an. Der jährliche Schnitt wird in der Regel gehäckselt und als Mulch zur Verminderung des Unkrautwuchses bzw. zur Bodenverbesserung (Nährstoff- und Humusrückführung) verwendet und nicht energetisch genutzt. Dagegen wird die bei Rodungen von Obstplantagen anfallende Biomasse bereits in Form von Brennholz genutzt. Bei Pflegemaßnahmen in Städten und Gemeinden fällt z. B. in Parks, in öffentlichen Anlagen, im Bereich von Sportplätzen und -anlagen sowie auf Friedhöfen holzartige Biomasse

an. Derzeit wird dieses Material in der Regel kompostiert oder als Mulch in den Handel gebracht (Kaltschmitt et al. 2009).

Das tatsächliche Aufkommen an Flur- und Schwemmh Holz ist schwer zu ermitteln, hier fehlen weitgehend die Datengrundlagen. Daher wurden die Potentiale, d. h. die theoretisch nutzbaren Biomasse-mengen (theoretische Potentiale) ermittelt. Ob diese Mengen real nutzbar sind, hängt von der Zugänglichkeit der Flächen, entsprechenden Kapazitäten an Personal und Maschinen, sowie Vorschriften bzw. gesetzlichen Vorgaben, beispielsweise bei der Pflege von Gehölzen oder in Landschaftspflegebereichen ab. Entlang von Schienenwegen beläuft sich das technisch-wirtschaftliche Potential nur auf 5 % des theoretischen Potentials (Kern et al. 2010).

Potential

Gehölze und Hecken

Die Gehölzfläche beträgt in Bayern 42.828 ha. Davon entfallen 13.754 ha auf Laubgehölze, 21.542 ha auf Nadelgehölze und 7.532 ha auf Mischbestände. Bei einem Potential von 5–10 t TM/ha*a (Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr), im Mittel 7,5 t TM/ha*a (Thrän 2009), erhält man ein bayernweites jährliches Potential von 0,321 Millionen t atro/a.¹⁷ Die Hecken nehmen eine Fläche von 564 ha ein und ergeben damit ein Potential von 4.230 t atro/a. Für Hecken und Gehölze zusammen ergibt sich ein Gesamtpotential von 0,325 Millionen t atro/a.

Grünflächen im Siedlungsbereich (Baum- und Strauchschnitt)

Öffentliche Grünflächen weisen gemäß Thrän (2009) ein stark variierendes Potential von 1–12 t TM/ha*a auf (im Mittel 6 t TM/ha*a). Die zu Grunde gelegten Potentiale pro Hektar wurden für Parks, Friedhöfe und Campingplätze mit 6 t TM/ha*a berechnet, für

¹⁷ Dieser Begriff wird primär im Holzenergiebereich verwendet: 1 t TM entspricht 1 t atro

Herkunft	Potential [Mio t atro/a (Jahr)]				
	Feldgehölze	Waldsäume/ -ränder	Verkehrsbegleit- grün (holzig)	Baumschnitt (z.B. Alleen)	Gesamtpotential Verkehrspflegeholz
Autobahnen	0,0012	0,0031	0,0039	–	0,0082
Bundes-,Land-, Kreisstraßen	0,0023	0,0457	0,0385	0,0026	0,0891
Schienenwege ¹	0,0009	0,0047	0,0068	–	0,0124
Summe	0,0044	0,0535	0,0492	0,0026	0,1097

Tabelle 13: Holziges Biomassepotential aus Pflegesäumen entlang von Verkehrswegen

¹ in Betrieb; Eisenbahn, Museumsbahn, S-Bahn

Sportanlagen mit 4 t TM/ha*a, für Zoos, Freizeitparks und Freilichtmuseen mit 1 t TM/ha*a und für Freilichtkinos und -theater mit 0,5 t TM/ha*a. Gemäß den Flächenangaben im ATKIS nehmen Sportanlagen in Bayern eine Fläche von 27.374 ha, Friedhöfe von 4.289 ha, Parks von 6.934 ha und Campingplätze von 1.321 ha ein. Hieraus ergibt sich ein Biomassepotential von 0,184 Millionen t atro/a. Nur auf geringe Hektarzahlen kommen bayernweit Zoos mit 179 ha, Freizeitparks mit 642 ha, Freilichtkinos mit 5 ha, Freilichttheater mit 12 ha und Freilichtmuseen mit 191 ha. Das Biomassepotential dieser Flächen ist mit 1.020 t atro/a einzuschätzen. Insgesamt ergibt sich für Bayern aus Grünflächen im Siedlungsbereich ein Potential von 0,185 Millionen t atro/a.

Bäume und Baumreihen

Im ATKIS sind in Bayern 5.639 Einzelbäume als landschaftsprägend oder als Naturdenkmäler erfasst. Davon sind 5.373 Laubbäume und 266 Nadelbäume. Für die Baumreihen entfallen 1.166 km auf Laubbäume, 9,6 km auf Nadelbäume und 21,4 km auf Mischbestände. Dies entspricht 23.940 Bäumen. Bei einem Biomassepotential von etwa 3 t pro Baum und einem im Mittel 7,5-jährigen Pflegeschnitt (Thrän 2009) erhält man für Einzelbäume ein jährliches Potential von 410 t atro/a für Bayern. In welchem Umfang der Pflegeschnitt von Einzelbäumen zum Biomassepotential beitragen kann und soll, hängt u. a. von naturschutzfachlichen Vorgaben und dem entsprechenden Arbeitsaufwand ab. Bei Baumreihen ist im Mittel von einem fünfjährigen Pflegeschnitt auszugehen (Thrän 2009), daher erschließt sich ein Biomassepotential von 3.230 t atro/a. Insgesamt stünde für Bayern aus Bäumen und Baumreihen ein jährliches Potential von 3.640 t atro (0,004 Millionen t atro) zur Verfügung.

Sonderkulturen

Von den Sonderkulturen entfallen 3.929 ha der bayrischen Landesfläche auf Baumschulen, 6.972 ha auf Weinberge und 9.147 ha auf Obstplantagen. Für Obstplantagen in Bayern erhält man ein durchschnittliches jährliches Biomassepotential aus Baumschnitt und jährlich umgelegtem Rodungsanteil von 0,059 Millionen t atro. Für Baumschulen ergibt sich ein Potential von 0,016 Millionen t atro, für Weinberge, auf Grundlage der 30-jährigen Rodung, jährlich umgelegt, ein Potential von 0,01 Millionen t atro für Bayern.

Verkehrswege

Bayern weist 3.334 km an Autobahnen, 5.984 km an Bahntrassen (Eisenbahn, S-Bahn und Museumsbahn) »in Betrieb« und 40.113 km Bundes-, Land- und Kreisstraßen auf. Für Pflegesäume an Verkehrswegen entlang von Waldflächen wurde in Anlehnung an Thrän (2009) ein Potential von 4,9 t TM/ha*a veranschlagt sowie entlang von Gehölzen ein Potential von 7,5 t TM/ha*a. Somit ergibt sich entlang von Autobahnen ein, aus Verkehrsbegleitgrün (holzig), Wald- und Gehölzpflegesäumen bestehendes theoretisches Biomassepotential von 0,0082 Millionen t atro. Für Bundes-, Land- und Kreisstraßen beträgt das theoretische Potential, bestehend aus Verkehrsbegleitgrün (holzig), Wald- und Gehölzpflegesäumen, sowie Baumschnitt aus Alleen 0,0891 Millionen t atro/a. Entlang von Bahntrassen ergibt sich ein theoretisches Potential von 0,0124 Millionen t atro (Verkehrsbegleitgrün holzig, Wald- und Gehölzpflegesäume). Insgesamt ergibt sich damit bayernweit aus Pflegesäumen entlang von Verkehrswegen ein Potential an holziger Biomasse von 0,111 Millionen t atro/a (Tabelle 13). Ohne Gehölzsäume und Alleen, die in Tabelle 14 unter »Feldgehölzen« und »Baumreihen« subsummiert werden, verbleiben 0,103 Millionen t atro, die dort als »Verkehrsbegleitgehölz« aufgeführt werden.

Herkunft	Potential [Mio. t atro/a]
Feldgehölze	0,321
(Wall) Hecken, Knicks in offener Landschaft	0,004
Bäume, Baumreihen	0,003
kommunaler Gehölzschnitt ¹	0,185
Land- und forstwirtschaftliche Sonderkulturen	0,085
Verkehrsbegleitgehölz ²	0,103
Schwemmh Holz	0,005
Summe Flur und Schwemmh Holz ³	0,706

1 Grünflächen in Siedlungsbereichen

2 Feldgehölze und Baumreihen entlang von Verkehrswegen sind nicht berücksichtigt, sie werden in »Feldgehölzen« bzw. »Baumreihen« zugerechnet; enthalten sind Grünland anteilig mit 45 % (= holziges Straßenbegleitgrün) und Pflegesäume entlang von Waldrändern

3 aus Bauer et al. (2006) übernommen

Tabelle 14: Flur- und Schwemmh Holzpotential in Bayern

Das Aufkommen an Schwemmh Holz wurde mangels aktueller Daten aus Wagner und Wittkopf (2000) bzw. Bauer et al. (2006) übernommen. Das dort angegebene jährliche Potential liegt bei 0,005 Millionen t atro/a. Je nach Häufigkeit und Stärke der Hochwässer kann dieses stark schwanken.

Der Anstieg des Potentials an Flur- und Schwemmh Holz von 0,34 Millionen t atro im Jahr 2005 auf 0,706 Millionen t atro im Jahr 2010 ist auf die verbesserte, GIS-gestützte Berechnungsmethode sowie auf bessere und zahlreichere Datengrundlagen zurückzuführen. Das theoretisch vorhandene Potential konnte mit der GIS-gestützten Berechnung genauer erfasst und quantifiziert werden. Dennoch weist auch diese Methode noch Verbesserungsmöglichkeiten bei der Potentialabschätzung auf (siehe hierzu unter Ausblick).

Validierung

Die berechneten Daten wurden, soweit möglich, mit Angaben zu theoretischen Potentialen aus der Literatur und mit Aussagen von Experten validiert.

Die Potentialabschätzung für holziges Verkehrsbegleitgrün weist noch Unschärfen auf, die darin begründet liegen, dass über die ATKIS-Daten derzeit nicht zwischen Verkehrsbegleitgrün und landwirtschaftlichen Grünlandflächen zu unterscheiden ist. Eine Differenzierung zwischen grasigem und holzigem Verkehrsbegleitgrün ist ebenfalls nicht

möglich. Über eine geeignete Berechnungsmethode wurde versucht, den Fehler zu minimieren. Zudem wurden die Daten mit den Erhebungen des Witzhausen-Institutes von 2008 (Kern et al. 2010) plausibilisiert. Das Witzhausen-Institut gibt für Straßenbegleitgrün bayernweit ein theoretisches Potential von 228.000 t FM/a (Tonnen Frischmasse pro Jahr)¹⁸ an (Kern et al. 2010). Dies entspricht bei einem Anteil von 45 % holzartiger Biomasse am Straßenbegleitgrün und einem angenommenen Wassergehalt von 50 % rund 0,051 Millionen t atro/a. Die Berechnungen für den vorliegenden Bericht ergeben für Straßenbegleitgrün (inklusive Alleen, Gehölzsäumen, holzigem Straßenbegleitgrün) 0,049 Mio. t atro/a. Reines holziges Straßenbegleitgrün macht 0,042 Millionen t atro/a aus.

Als bundesweites theoretisches Potential geben Kern et al. (2010) für »holziges Schienenbegleitgrün« 1 Million t FM/a bei einem bundesweiten Schienennetz von etwa 34.000 km an. Bei einem Wassergehalt von 50 % sind dies 0,5 Millionen t atro/a, pro Schienenkilometer folglich 14,7 t atro/km*a. Im Gegensatz dazu ergeben die Berechnungen für diesen Bericht 2,1 t atro/km*a. Die Angaben von Kern et al. 2010 scheinen im Vergleich zu Kurzumtriebsplantagen, bei denen von einer durchschnittlichen Erntemenge von 10 t atro/a je ha (dies entspräche einem beiderseits 5 m breiten Streifen je Schienenkilometer) ausgegangen wird, relativ hoch. Die Autoren gehen davon aus, dass die Datenerfassung in einem sehr pflegeintensiven Jahr stattgefunden hat und die zukünftigen Erntemengen geringer sein werden.

Ungenutztes Potential

Ein bisher nicht genutztes Potential für die energetische Nutzung besteht noch bei turnusmäßig gerodeten Rebstöcken, dem anfallenden Baum- und Strauchschnitt aus Hecken sowie entlang von Verkehrswegen.

Gemäß Frey (2012) könnten pro Hektar Weinbergfläche jährlich 2–4 t (1,3–2,6 t atro) Rebholzschnitt zu Hackenschnitzeln verarbeitet und energetisch genutzt werden. Allerdings ist der Aufwand der Trocknung und Einholung des Holzes groß. Für die bayerische Rebfläche gerechnet ergäbe sich hier ein zusätzliches Poten-

¹⁸ FM = Frischmasse, in der Regel mit 50 % Wassergehalt

tial zwischen 0,009–0,018 Millionen t atro pro Jahr. Einen Vorteil bietet die Nutzung des Rebschnittes hinsichtlich der Weinberghygiene. Nachteilig ist die fehlende Nährstoff- und Humusrückführung, die durch Düngung z. B. mit Stallmist und Stroh kompensiert werden müsste (Frey 2012). Auch für die holzartige Biomasse aus dem Gehölzschnitt in Städten und Gemeinden ist das energetisch nutzbare Potential nicht ausgeschöpft. Das anfallende Material könnte beispielsweise in Biomasseheizkraftwerken genutzt werden (Kaltschmitt et al. 2009).

Da die verwendeten ATKIS-Basisdaten je nach Landschaftsbereich Flächen erst ab einer Größe von 0,1 ha bzw. ab 1 ha und Baumreihen und Hecken erst ab einer Länge von 200 m berücksichtigen, liegt hier noch ein Biomassepotential, das mit dem verwendeten Berechnungsverfahren nicht erfasst werden kann. Das zu erwartende theoretische Potential liegt folglich in allen Landschaftsbereichen über dem berechneten theoretischen Potential.

Die Eingriffstiefe der derzeitigen Pflegesäume wird entlang von Bundesstraßen mit 3–4 m und bei Land- bzw. Kreisstraßen mit 1,5–2 m angegeben (Kern et al. 2010). Technisch ist gemäß Plenum westlicher Bodensee (2007–2008) und Cremer (2007) eine Eingriffstiefe von 8 m möglich. In diesem Bericht wurde mit der maximalen Eingriffstiefe von 8 m entlang dieser Straßen gerechnet. Demnach wird derzeit etwa ein Drittel bis ein Viertel des möglichen Potentials an Verkehrsbegleitgehölz (0,0385 Millionen atro/a) genutzt. Dies entspricht in etwa 0,0128–0,0096 Millionen t atro/a.

Reales Aufkommen

Das reale Aufkommen lässt sich für Gehölze und Hecken, land- und forstwirtschaftliche Sonderkulturen, Einzelbäume und Baumreihen derzeit schwer ermitteln. Lediglich der Gehölzschnitt aus Städten und Gemeinden in Form von Grüngutabfällen aus Hausgärten und der kommunalen Grünflächenpflege kann bayernweit aus der »Bilanz zum Hausmüll 2010 für Bayern« (Kögl 2011) abgeschätzt werden. Ausgehend von einem Anteil von 15 % an holzartiger Biomasse (Letalik 2012) fielen etwa 0,083 Millionen t atro für das Jahr 2010 an, dies sind rund 45 % des berechneten theoretischen Potentials.

Private Verbraucher nutzen den in Gärten anfallenden Grünschnitt oftmals im Hausbrand. Mantau und Sörgel (2006) und Hick und Mantau (2008) ermittelten, dass etwa 11 % des Scheitholzes aus der Gartenpflege stammt. Dies ergibt im Rückschluss auf Bayern eine Menge von rund 0,33 Millionen t atro Gartenholz (etwa 0,7 Millionen Fm¹⁹).

Ausblick

Der Ansatz verbessert die Genauigkeit für die Abschätzung des theoretischen Potentials an Flurholz erheblich. Er weist, bedingt durch die zur Verfügung stehenden ATKIS-Daten, noch Grenzen bzw. Unschärfen bei der Betrachtung und Potentialabschätzung und somit Verbesserungsmöglichkeiten auf. Die Unschärfen ergeben sich insbesondere dadurch, dass im ATKIS per Definition Flächenbegrenzungen hinsichtlich der erfassten »Minimalfläche« existieren. Je nach Landschaftsbereich ist diese unterschiedlich groß. »Gehölze« werden ab 0,1 ha, »Wald« ab 0,1 ha, »Siedlungsfreiflächen« je nach Art ab 1 ha bzw. 0,5 ha, land- und forstwirtschaftliche Sonderkulturen ab 1 ha und Verkehrsbegleitgrün ab 1 ha Flächengröße im ATKIS erfasst und dargestellt. Hecken und Baumreihen sind nur ab einer Länge von 200 m erfasst. Das theoretische Potential dieser »Kleinflächen« kann mit der verwendeten Methode nicht erfasst werden, könnte aber ein beachtliches Potential bieten, das beispielsweise durch die Verwendung von Laserscandaten genauer einzuschätzen ist. Dies gilt auch für die Potentialangaben von »Einzelbäumen«. Die Potentialstudie *Regio-Energieholz* (Plenum westlicher Bodensee 2007–2008) geht von 3,86 Srm pro Einzelbaum aus. Für »Einzelbäume im Sinne der ATKIS-Definition« (Naturdenkmal oder landschaftsprägender Einzelbaum) scheint dies, auf Grund der in der Studie auch enthaltenen pflegeintensiven Alleebäume zu hoch. Andere Daten liegen derzeit nicht vor.

Die Verwendung von Laserscandaten sowie weitere Studien könnten die Wissenslücken bezüglich der theoretischen Potentiale für Einzelbäume, Baumreihen sowie für holziges Verkehrsbegleitgrün schließen und die Erfassung der Kleinflächen und ihrer Potentiale ermöglichen. Die in der Literatur angegebenen technischen Potentiale für Gehölzflächen, Verkehrsbegleitgehölze und für Grünflächen in Siedlungsbereichen sind immer noch sehr rar. Hier sind mehr Studien für verlässliche Berechnungsgrundlagen in Bayern notwendig.

¹⁹ Umrechnung über einen Mischfaktor (2/3 Nadelholz, 1/3 Laubholz)

Kurzumtriebsplantagen

Frank Burger, Stefan Friedrich, Christina Schumann und Florian Zormaier

Der Anbau schnellwachsender, wiederausschlagfähiger Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen, Kurzumtriebsplantage oder Energiewald genannt, kann das Rohholzaufkommen im energetischen Sektor erhöhen.

Eine Kurzumtriebsplantage (KUP) ist im Prinzip 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 zwei bis zehn Jahren angebaut wird.

Versuchsanbauten in Bayern lassen bei der Balsampappel einen Zuwachs von 10–13 t atro/ha*a (Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr) erwarten. Das Ertragspotential von Energiewäldern wird aber durch die Wiederaufnahme der Züchtung neuer Sor-

ten und Klone in der Zukunft mit Sicherheit noch steigen.

Mit der Verbrennung dieser Menge an Holz können 5.000–6.000 l Heizöl ersetzt werden. Das ist mehr als bei den konkurrierenden Fruchtarten Energieweizen und Non-Food-Raps.

Die Fragen des Anbaus und der Pflege von Energiewäldern sind weitgehend geklärt. Anders verhält es sich bei der Ernte. Während für kürzere Umtriebszeiten von bis zu vier Jahren landwirtschaftsähnliche Mähetechniken (Abbildung 25) und bei älteren Beständen ab acht Jahren forstliche Erntetechniken von der Motorsäge bis zum Fäller-Bündler-Aggregat wirtschaftlich eingesetzt werden können, gibt es zur Zeit für mittlere Umtriebszeiten keine kostenoptimalen Ernteverfahren (Stoll und Burger 2012).



Abbildung 24: Kurzumtriebsplantage während der Beerntung (Foto: F.Burger)



Abbildung 25: Der Holzerntevorsatz der Firma Biomasse Europa an einem Claas-Chassis für Umtriebszeiten bis etwa vier Jahre (Foto: F. Burger)

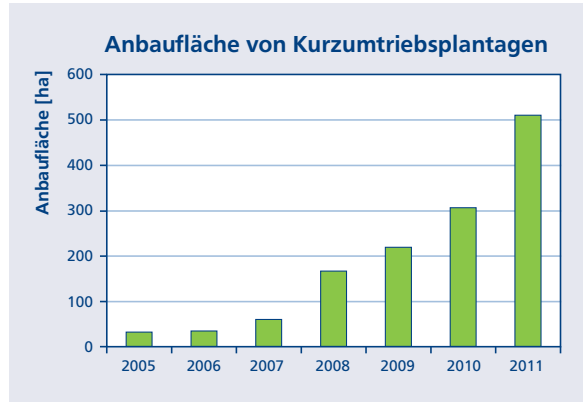


Abbildung 26: Gesamtfläche des Anbaus von Kurzumtriebsplantagen in Bayern (Quelle: InVeKoS 2005–2011 und eigene Erhebungen)

Der rechtliche Status von Kurzumtriebsplantagen ist mit der Novellierung des Bundeswaldgesetzes im Juli 2010 bundesweit einheitlich geregelt. Rechtlich bleiben sie bis zu einer maximalen Umtriebszeit von 20 Jahren landwirtschaftliche Flächen. Werden die in der »Liste der für den Niederwald mit Kurzumtrieb bei der Betriebsprämie geeigneten Arten und deren maximale Erntezyklen« (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung 2010) genannten Baumarten angebaut, so erhält der Landwirt die Betriebsprämie. In Bayern benötigt die Anlage von KUP nach Art. 16 des Waldgesetzes für Bayern eine Erlaubnis.

Flächenbestand

Die Anbaufläche von Energiewäldern beträgt in Bayern nach der Datenbank des »Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems«²⁰ (InVeKoS-Datenbank) 276 ha (Stand 2010).

Da hier nur Angaben zu den landwirtschaftlichen Betrieben mit Betriebsprämie und Sitz in Bayern zu entnehmen sind, fehlen Daten zu den Flächen nichtlandwirtschaftlicher Betreiber. Zu einer weiteren Unschärfe tragen die Kurzumtriebsplantagen bei, die nicht in Bayern liegen, aber dem Standort des Betriebes zugeordnet werden.

²⁰ Vgl. Verordnung über die Durchführung von Stützungsregelungen und des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS-Verordnung – InVeKoSV)

Die Größenordnung von ungefähr 300 ha im Jahr 2010 scheint aber realistisch. Über eine Abfrage an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wurden die InVeKoS-Daten aus den Jahren 2011 überprüft. Die durch Verschneidung der Abfragen gewonnenen Informationen zeigen, dass derzeit (Stand 2011) etwa 500 ha in Bayern als Kurzumtriebsplantagen genutzt werden. Abbildung 26 verdeutlicht, dass die Zuwachsraten der letzten Jahre im zweistelligen Bereich lagen, auch wenn der absolute Zuwachs noch gering ist.

Erwarteter Holzanfall aus Kurzumtriebsplantagen

Die Fläche hiebsreifer KUP im Jahr 2010 hatte nur einen geringen Umfang: Ausgehend von Umtriebszeiten von drei bis sechs Jahren waren maximal 100 ha hiebsreif. Bei einem Durchschnittsertrag von 30 bzw. 80 t TM/ha (Tonnen Trockenmasse pro Hektar) könnten je nach Umtriebszeit maximal etwa 3.000–8.000 t atro Holzmasse geerntet worden sein.

Trends und Potential

Die Entwicklung der Jahre 2010 und 2011 zeigt eine weitere deutliche Zunahme der KUP-Flächen und es ist auch weiterhin davon auszugehen, dass schnellwachsende Baumarten verstärkt gepflanzt werden. Eine Prognose der KUP-Fläche für Bayern wäre jedoch mit großen Unsicherheiten verbunden. Laut dem Energiekonzept *Energie innovativ* könnten in Bayern auf 100.000 ha nachwachsende Rohstoffe angebaut werden, ohne die Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln zu gefährden (Bayerische Staatsregierung 2011). Bisher ist jedoch von dieser potentiellen

Fläche nur ein Bruchteil realisiert worden. Die Gründe dafür sind unter anderem:

- Die langfristige Bindung des Bodens
- Die in weiten Teilen nicht vorhandene automatisierte Erntetechnik
- Unzureichende ökonomische Anreize
- Hindernisse in der Genehmigungspraxis

Zudem ist es ratsam, die derzeit noch geringe genetische Ausgangsbasis, die auf einer kleinen Zahl von Klonen beruht, durch Züchtungen weiter auszubauen.

Der verstärkte Anbau von KUP in den letzten Jahren wird zu steigenden Erntemengen führen. Diese werden jedoch auch in den nächsten Jahren keine große Marktrelevanz entwickeln. Die Ergebnisse der bisherigen Anbauversuche und Praxiserfahrungen zeigen, dass längere Umtriebszeiten höhere Durchschnittserträge erwarten lassen. Dies wird dazu führen, dass der erste Einschlag später stattfinden wird und nennenswerte Holzmengen für Bayern ab 2020 erwartet werden können.

Insgesamt sind – auf Grund der geringen Gesamtfläche und der Unschärfe in der Flächenerfassung – Aussagen zu den erwarteten Gesamterträgen für Bayern mit Unsicherheiten behaftet.

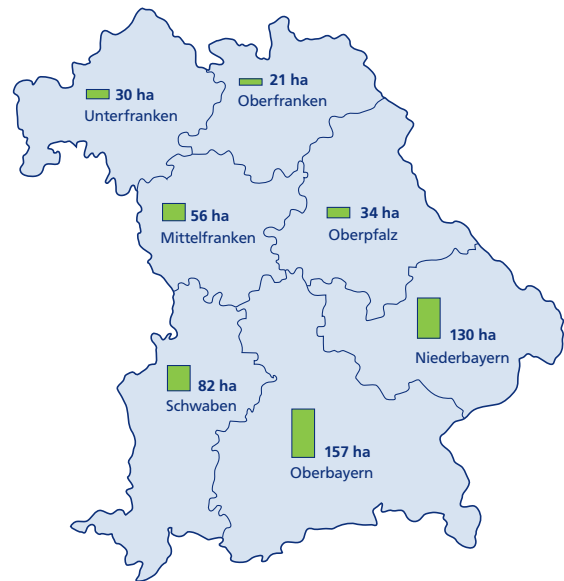


Abbildung 27: KUP-Flächen 2011 nach Regierungsbezirken in Bayern (Quelle: InVeKoS-Datenbank, eigene Erhebungen)

Ökobilanzierung

Durch den Verzicht auf Düngung und die sehr sparsame Bodenbearbeitung ist die Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen sehr energieintensiv. Dies bringt Abbildung 28 zum Ausdruck. Sie zeigt das Verhältnis von eingesetzter zu gewonnener Energie bei einem angenommenen Zuwachs von 10 t trockener Biomasse pro Jahr und Hektar. Die eingesetzte Energie wird für fünf Ernteverfahren, drei davon im fünf-

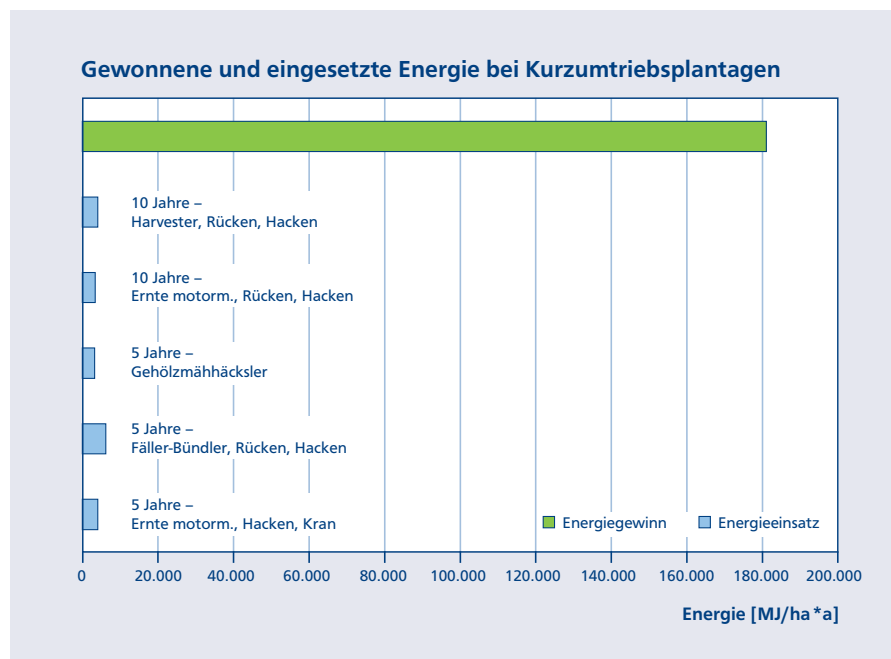


Abbildung 28: Energiegewinn und Energieeinsatz bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen differenziert nach fünf Erntelinien

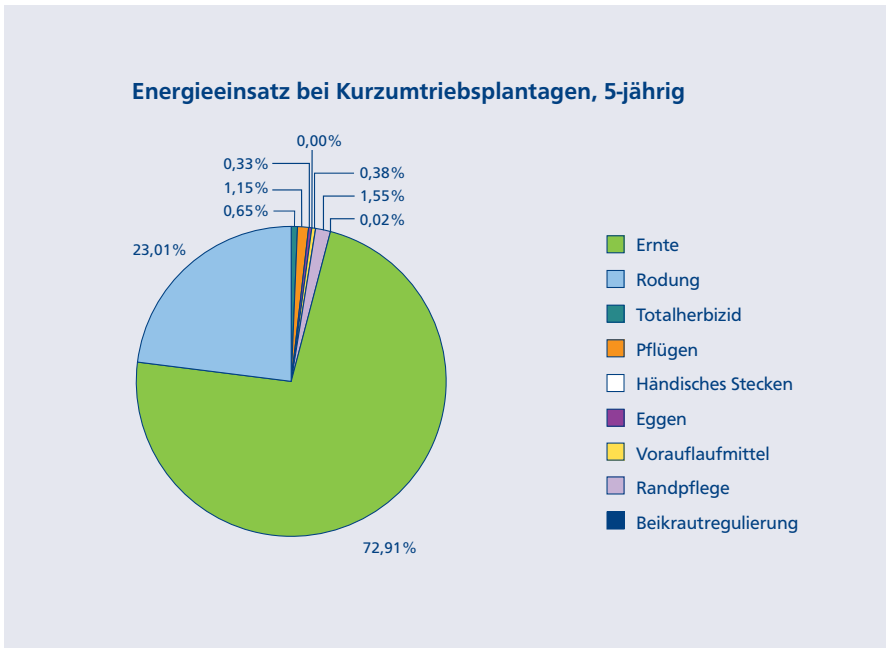


Abbildung 29: Energieeinsatz bei Anbau und Ernte von Kurzumtriebsplantagen mit fünfjährigem Umtrieb und Ernte mit dem Gehölmähhäcksler.

jährigen Umtrieb und zwei in der zehnjährigen Rotation differenziert dargestellt. Die Erntetechnik reicht von der Motorsäge über Fäller-Bündler-Technik und Harvester bis zur vollautomatischen Ernte mit dem Gehölmähhäcksler. Den niedrigsten Energieeinsatz benötigt der Anbau von KUP, wenn diese vollautomatische Maschine zum Einsatz kommt. Den zweitbesten Wert erzielt die motormanuelle Ernte im zehnjährigen Umtrieb. Insgesamt ist der Energieeinsatz im Verhältnis zum Output gering. Die Input-Output-Verhältnisse bewegen sich in einem Rahmen von

1:55 beim Gehölmähhäcksler und 1:29 bei der Ernte mit dem Fäller-Bündler und anschließendem Rücken und Hacken, beides in der fünfjährigen Rotation.

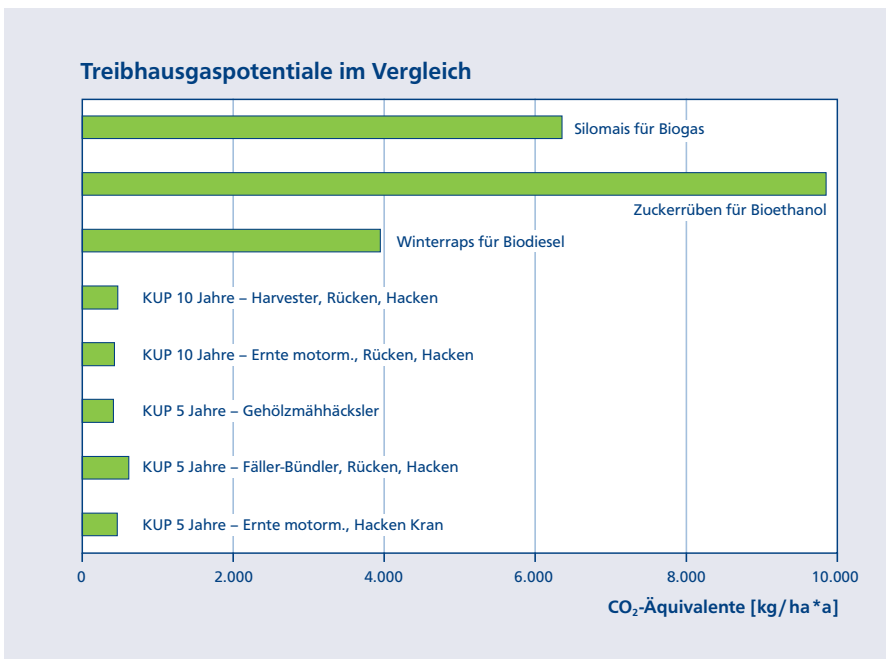


Abbildung 30: Treibhausgaspotential von Kurzumtriebsplantagen im Vergleich zu Winterraps, Zuckerrübe und Silomais für Biogas, CO₂-Äquivalent-Emissionen beim Anbau (Daten für die landwirtschaftlichen Kulturen nach Bystricky 2009)

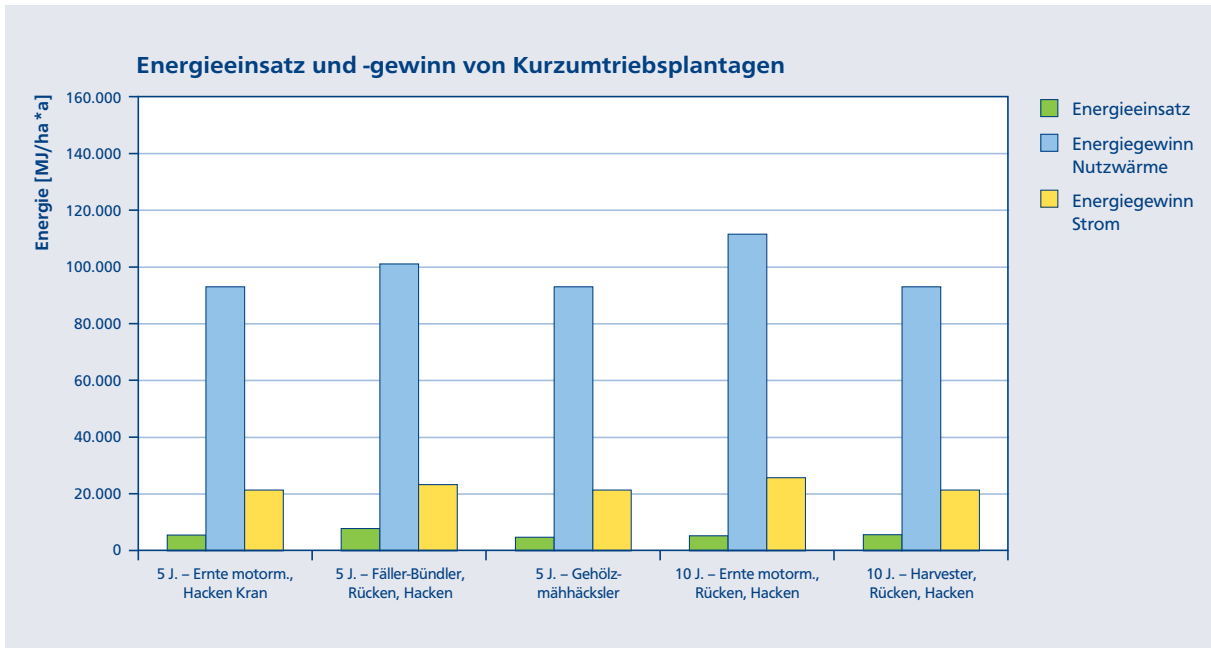


Abbildung 31: Energieeinsatz und -gewinn bei Verwertung der pro Jahr und Hektar produzierten Kurzumtriebsplantagen-Hackschnitzel in einer Kraftwärmekopplungsanlage differenziert nach fünf Erntelinien

Betrachtet man den prozentualen Energiebedarf aller Maßnahmen der Bewirtschaftung, wie Pflügen, Ausbringen von Herbiziden, Randpflege etc., so fällt der hohe Anteil der für Ernte und Rodung verwendeten Energie auf. Dieser beträgt nach Abbildung 29 bei der Ernte mit dem Gehölzmähhäcksler 96 % der gesamten zur Bewirtschaftung benötigten Energie. Will man also die Energiebilanz von Kurzumtriebsplantagen verbessern, so kann dies am effektivsten durch den Einsatz geeigneter Erntetechnik und den Verzicht auf die Rodung am Ende der Nutzungsdauer erfolgen.

Die am häufigsten diskutierte Wirkungskategorie von Ökobilanzen ist die durch anthropogen bedingte Emissionen verursachte Klimaänderung. Abbildung 30 stellt das Treibhausgaspotential der Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen dem von Winteraps, Zuckerrüben und Silomais gegenüber. Während beim Energiewald die CO₂-Äquivalent-Emissionen pro Jahr und Hektar circa 600 kg nicht überschreiten, liegen die landwirtschaftlichen Kulturen bei einem Vielfachen.

Abbildung 31 stellt wiederum eine Energiebilanz dar. Diesmal ist die Verwertung der erzeugten Hackschnitzel in einer 1,4 MW Kraftwärmekopplungs-Anlage in die Bilanzierung mit einbezogen. Mit enthalten ist auch der Transport der Hackschnitzel bis zum Heizwerk. Es fällt auf, dass sich der Energiegewinn in Abhängigkeit von den fünf Ernteverfahren unterschiedlich auf Nutzwärme und Strom aufteilt. Dies liegt an den unterschiedlichen Wassergehalten der erzeugten Hackschnitzel. Während bei den Erntelinien 1, 3 und 5 frische Hackschnitzel mit einem Wassergehalt von 60 % erzeugt wurden, konnten die Bäume bei der Ernte mit dem Fäller-Bündler im fünfjährigen Umtrieb sowie der motormanuellen Ernte des zehnjährigen Bestandes abtrocknen, so dass bei den Hackschnitzeln Wassergehalte von 50 % bzw. 24 % erreicht wurden. Die Abbildung zeigt, dass der Einsatz getrockneter Hackschnitzel durchaus sinnvoll ist. Die Mehrausbeute an Energie bei dem motormanuellen Ernteverfahren mit Rücken und Hacken im zehnjährigen Umtrieb beträgt ein Mehrfaches der eingesetzten Energie. Die Input-Output-Verhältnisse schwanken in einem Rahmen von 1:16 bis 1:26, liegen wegen des Energieaufwandes zur Errichtung des Heizkraftwerks und des Jahresnutzungsgrades der Anlage von 80 % also enger zusammen als bei der Energiebilanz von Anbau und Ernte in Abbildung 28.

Energieholzverbrauch in Privathaushalten

Stefan Friedrich und Christina Schumann

Brennholz spielt in Bayern eine bedeutende Rolle als alleiniger oder zusätzlicher Energieträger für private Haushalte. Insbesondere in Ein- und Zweifamilienhäusern werden große Mengen an Scheitholz aus Wald, Garten und Anfall im Haushalt verbraucht. Hinzu kommen Pellets, Briketts und Hackschnitzel. Um den energetischen Holzverbrauch in Privathaushalten zu erheben, wurde eine Umfrage durchgeführt.

Privathaushalte als Verbraucher von Energieholz

Im Rahmen der Umfrage gaben 35,1 % aller befragten Haushalte an, mit Holz zu heizen. Dies entspricht einer Gesamtzahl von 2,1 Millionen Haushalten in Bayern. Ausschließlich mit Holz heizen 9 % der Haushalte, 26 % verwenden weitere Energieträger zum Heizen (Abbildung 32). Hrubesch (1996) gibt den Anteil an Holzheizern für Bayern mit 30 % an. Eine Studie der Universität Hamburg (Hick und Mantau 2008) mit Bezugsjahr 2007 kam für Süddeutschland (Bayern und Baden-Württemberg) zu dem Ergebnis, dass 30,8 % der Haushalte mit Holz heizen. Berücksichtigt

man die starke Nachfrage nach Holzheizungen in den letzten Jahren, so erscheint der mittlerweile höhere Anteil plausibel. Von den Haushalten ohne Holzheizung planen 4,5 % in den nächsten fünf Jahren den Einbau einer solchen Anlage. Somit ergäben sich rechnerisch rund 170.000 Haushalte (95 %-Vertrauensbereich ± 90.000), die in Holzheizsysteme investieren möchten.

Installierte Heizungstypen

Am weitesten verbreitet sind Einzelöfen, die in 29,3 % der bayerischen Haushalte zu finden sind (Abbildung 33). Davon liegt der Anteil derer, die ausschließlich über Einzelöfen Wärme erzeugen, bei 4 %. Der Hauptteil der Besitzer von Einzelfeuerstätten nutzt diese zusätzlich zu fossilen Wärmeträgern bzw. in zunehmendem Maße zu anderen regenerativen Energien (Statistisches Landesamt 2011a und b). 5,5 % der Befragten versorgen ihre Wohnung ausschließlich zentral und ein sehr geringer Prozentsatz (etwa 0,4 %) nur per Fernwärme über Holzenergie.

Rund 3 % der Haushalte haben zusätzlich zur Holz-zentralheizung oder Fernwärmeleitung noch Einzelfeuerstätten, so dass in insgesamt fast 30 % der befragten Haushalte Einzelöfen installiert sind. Umgerechnet auf Bayern ergibt sich eine Zahl von rund 1,77 Millionen Haushalten mit Einzelfeuerstätten.

Der 95 %-Vertrauensbereich der Anteile der Nutzer verschiedener Holzheizungssysteme kann Abbildung 47 im Anhang entnommen werden.

Heizverhalten in Bayern

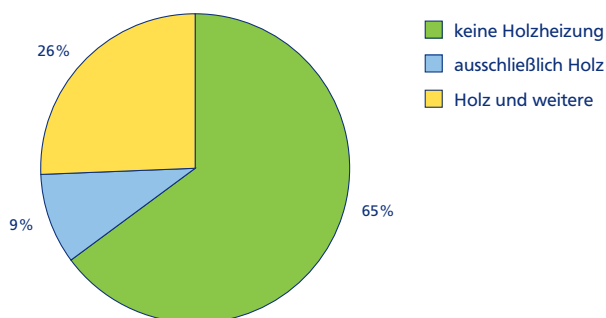


Abbildung 32: Anteile der bayerischen Haushalte, die ausschließlich, zusätzlich zu anderen Energieträgern oder nicht mit Holz heizen

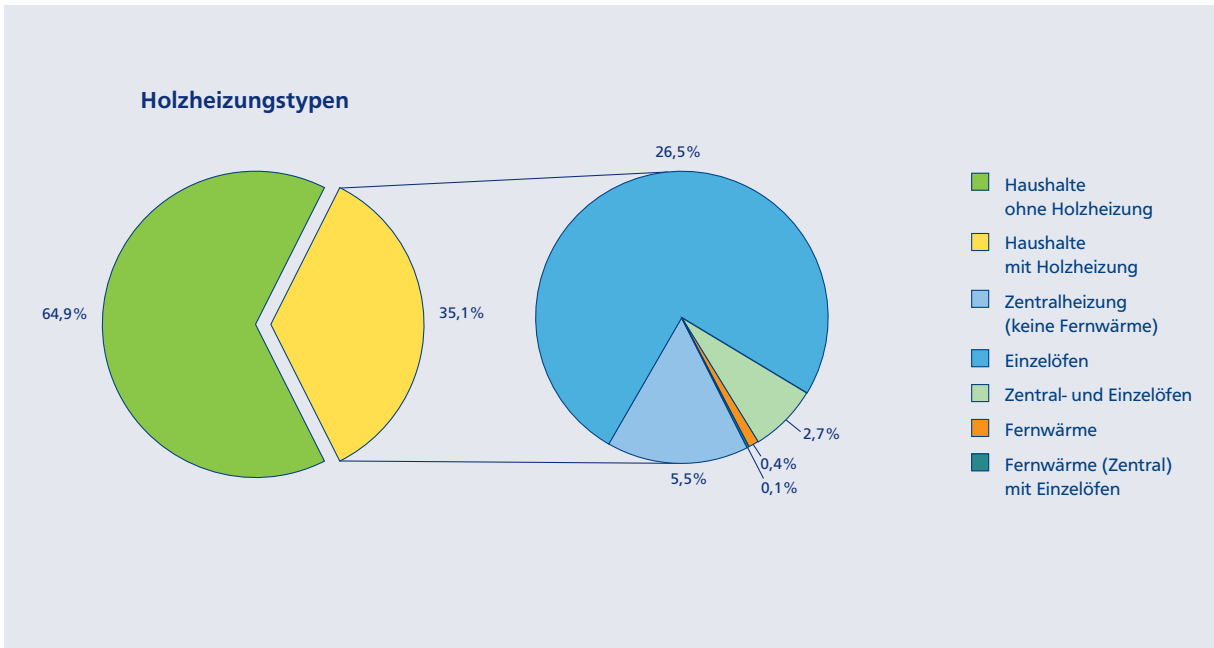


Abbildung 33: Anteile von installierten Heizungstypen in privaten Haushalten in Bayern 2010

Heizungstyp	Anteil an Haushalten mit Holzheizung	Anteil an Haushalten in Bayern gesamt	Anzahl Haushalte (Hochrechnung)
Zentralheizung (keine Fernwärme)	15,8%	5,5%	336.000
Nur Einzelöfen	75,3%	26,5%	1.605.000
Zentral- und Einzelöfen	7,6%	2,7%	162.000
Fernwärme	1,1%	0,4%	24.000
Fernwärme (Zentral) mit Einzelöfen	0,2%	0,1%	5.000

Tabelle 15: Anteile von installierten Heizungstypen und geschätzte Anzahl der Haushalte mit dem jeweiligen System in Bayern 2010

Verwendete Energieholzsortimente

Das wichtigste Energieholzsortiment in Bayern ist Scheitholz aus Wald und Garten, das von 87% aller Haushalte verwendet wird, die mit Holz heizen. Über ein Drittel (37,4%) davon gewinnt das Holz ausschließlich im eigenen Wald. Neben Wald- und Gartenholz spielt auch Altholz eine nicht zu unterschätzende Rolle, da rund 11% aller Befragten angaben, auch damit ihren Bedarf zu decken.

Der 95%-Vertrauensbereich der Anteile der Nutzer von Energieholzsortimenten kann Abbildung 48 im Anhang entnommen werden.

Sortiment	Anteil an Haushalten mit Holzheizung	Anteil an Haushalten in Bayern gesamt	Anzahl Haushalte (Hochrechnung)
Scheitholz aus Wald und Garten	86,7 %	30,4 %	1.850.000
Altholz	11,4 %	4,0 %	240.000
Pellets	8,4 %	2,9 %	180.000
Briketts	7,7 %	2,7 %	164.000
Hackschnitzel	3,3 %	1,2 %	71.000

Tabelle 16: Anteil und Anzahl der Nutzer von unterschiedlichen Energieholzsortimenten (Mehrfachnennungen waren möglich, daher übersteigt die Summe 100 % der Haushalte mit Holzheizung in Bayern)

Menge des verwendeten Energieholzes

Private Haushalte nutzten im Jahr 2010 rund 7,5 Millionen Fm an Energieholzsortimenten (Tabelle 17). Der Verbrauch setzt sich zusammen aus Scheitholz aus Wald und Garten, Altholz, Presslingen (Pellets und Briketts) und Hackschnitzeln.

Sortiment	Verbrauchsmenge [Fm]
Scheitholz aus Wald und Garten	6.289.000
Altholz	340.000
Pellets	785.000
Briketts	35.000
Hackschnitzel	keine Angabe möglich (Schätzungsweise 100.000)
Geschätzter Gesamtverbrauch	ca. 7,5 Millionen Festmeter

Tabelle 17: Energieholzverbrauch privater Haushalte in Bayern 2010

Scheitholz

Tabelle 17 zeigt die Hochrechnungsergebnisse der Haushaltsumfrage: Im Jahr 2010 wurden insgesamt rund 6,3 Millionen Fm Scheitholz aus Wald und Garten verbrannt. Eine Unterscheidung zwischen dem Aufkommen an Wald- und dem an Gartenholz durch die Verbraucher wurde als unrealistisch angesehen und daher nicht abgefragt. Im Rahmen der schriftlichen Befragungen durch Mantau und Sörgel (2006) sowie Hick und Mantau (2008) wurde der Anteil des Scheitholzes aus Gärten mit etwa 11 % berechnet. Be-

zogen auf die Erhebung der LWF entspräche dies einer Menge von rund 690.000 Fm; somit würden die restlichen 5,6 Millionen Fm aus dem Wald stammen.

Der Energieholzmarktbericht für Bayern aus dem Jahr 2005 (Bauer et al. 2006) schätzte den Verbrauch an Scheitholz noch auf 1,6 Millionen t atro, was 3,4 Millionen Fm entspricht²¹. Hier ist jedoch zu beachten, dass damals der Verbrauch über die geschätzte Zahl der Feuerstätten und deren durchschnittlichen Brennstoffbedarf ermittelt wurde.

Unschärfen in den Ergebnissen ergeben sich dadurch, dass insbesondere Wald- und Gartenbesitzer, die ihr Brennholz selbst gewinnen, oftmals keine konkreten Mengen erfassen. Beim Einkauf im Handel oder in Selbstwerbung hingegen wird zur Abrechnung in aller Regel das Volumen erfasst. Hinzu kommt, dass der Verbrauch an sich nicht gemessen wird, sondern nur die gelieferten bzw. bereitgestellten Mengen. Welcher Anteil davon benötigt wird bzw. ob zusätzlich Vorjahresbestände abgebaut werden, kann nur geschätzt werden. Einen Anhaltspunkt dafür bieten die Witterungsverhältnisse.

Beim Vergleich des Scheitholzverbrauches mit dem Einschlag desselben Jahres ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass – gerade bei Selbstwerbern und Waldbesitzern – auch Äste, Zweige und z. T. Reisig unter der Derbholzgrenze von 7 cm und Rindenanteile enthalten sind. Der vergleichsweise kalte Winter 2010/2011 wird zudem zum Abbau von Brennholzlagern geführt haben, die aus dem Vorjahreseinschlag stammen.

²¹ Der Umrechnungsfaktor t atro zu Fm ist 2,1 (Mischfaktor Fichte, Kiefer, Buche, Eiche)

Erwartungsgemäß liegt somit der Waldscheitholzverbrauch im Jahr 2010 mit 5,6 Millionen Fm m. R. über den Einschlagszahlen für Brennholz in Höhe von 4,7 Millionen Fm m. R.

Altholz

Getrennt von Scheitholz aus Wald und Garten wurde abgefragt, ob Altholz zum Heizen genutzt wird. Hochgerechnet auf ganz Bayern ergibt sich eine Verbrauchsmenge von rund 340.000 Fm für das Jahr 2010.

Pellets und Briketts (Presslinge)

Die Befragung der Privathaushalte ergibt, dass im Jahr 2010 in Bayern in den erfassten Haushalten rund 330.000 t (etwa 785.000 Fm) Pellets (Wassergehalt 10 %) verbraucht wurden. Darin nicht enthalten ist der Pelletverbrauch in Wohnanlagen. Zu diesen Mengen konnten die Einzelhaushalte keine Angaben treffen. Wohnbaugesellschaften etc. wurden nicht befragt, so dass zum Verbrauch von Pellettheizanlagen in Mehrfamilienhäusern keine Angaben vorliegen. Die Gesamtmenge der laut Deutschem Pelletinstitut (DEPI 2011) verbrauchten Pellets in Bayern²² lässt auch keinen Rückschluss darauf zu, da hier Anlagen in gewerblicher Nutzung eingeschlossen sind und der private Wohnsektor nicht davon getrennt werden kann. Insgesamt werden Pelletzentralheizungen – soweit durch das Marktanzreizprogramm gefördert – vorwiegend im Leistungsbereich von 8–30 kW und somit in Einfamilienhaushalten eingesetzt. Folglich dürfte die aus der Befragung ermittelte Menge von 330.000 t dem tatsächlichen Verbrauch in Haushalten nahe kommen.

Briketts wurden von den Verbrauchern in etwa gleicher Häufigkeit angegeben wie Pellets, die verwendete Menge (etwa 35.000 Fm) liegt jedoch wesentlich darunter. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass Briketts zum Zuheizen, nicht als Hauptwärmeträger dienen.

Hackschnitzel

Über die verbrauchten Hackschnitzelmengen sind keine statistisch abgesicherten Aussagen möglich. Die befragten Haushalte mit Hackschnitzelheizanlagen machten zum Brennstoffeinsatz oftmals keine Angaben. Zudem waren einige Antworten inkonsistent. Da die Zahl der Nutzer in der Stichprobe gering ist (1,2 %) und die Mengenangaben eine große Spannweite haben, wäre eine Hochrechnung mit großen Unsicherheiten verbunden.

Die Auswertung der im Rahmen des Marktanzreizprogramms geförderten und installierten Anlagen (im Zeitraum 2001 bis 2010 rund 7.200 Heizungen) lässt den Rückschluss zu, dass im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser Hackschnitzelheizungen wenig relevant sind.

Wie Abbildung 34 zeigt, haben Anlagen bis 30 kW Wärmeleistung, die in Ein- und Zweifamilienhäusern eingebaut werden, einen Anteil von knapp 17 %. Insgesamt sind dies etwas über 1.200 Hackschnitzelzentralheizungen mit einer thermischen Leistung von 27.000 kW. Bei einem durchschnittlichen Bedarf von 0,86 t Hackschnitzeln je kW²³, ergibt sich ein Gesamtbedarf von 23.000 t (50.000 Fm). Da nur die geförderten Anlagen berücksichtigt wurden, ist davon auszugehen, dass der tatsächliche Bedarf an Hackschnitzeln höher liegt (RWI/forsa 2011).

Hackschnitzelheizungen in Bayern

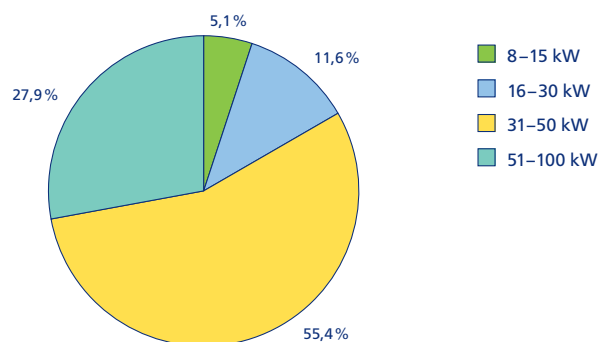


Abbildung 34: Anteile der Leistungsklassen von geförderten Hackschnitzelheizungen im Bereich von 8–100 kW in Bayern (im Rahmen des Marktanzreizprogramms seit 2001) (Quelle: Biomasseatlas 2012)

²² 450.000 t, entspricht etwa 1,07 Millionen Fm (DEPI 2011)

²³ Auswertung von Kennzahlen aus dem Jahr 2010 zu 132 Heizwerken (Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V.)

Tabelle 16 zeigt, dass die Hochrechnung der Befragungsergebnisse jedoch eine deutlich größere Zahl von rund 71.000 (95 %-Vertrauensbereich \pm 58.000) Haushalten in Bayern ergibt (Abbildung 48 im Anhang), die Hackschnitzel nutzen. Darunter sind allerdings auch Haushalte mit Fernwärmeheizungen. In der Zusammenschau der Befragungsergebnisse und der Auswertung der Angaben zum Marktanreizprogramm kann gesagt werden, dass Hackschnitzel für Privathaushalte als Energieträger von untergeordneter Bedeutung sind, sofern kein Fernwärmenetzanschluss besteht. Zum konkreten Verbrauch sind keine Aussagen möglich. Davon ausgehend, dass über die Daten des Marktanreizprogramms eine Untergrenze berechnet werden kann, wird von mindestens 100.000 Fm atro Hackschnitzelverbrauch ausgegangen.

Diskussion

Ein Vergleich mit den Verbrauchszahlen von Bauer et al. (2006) zeigt, dass der Energieholzverbrauch in den privaten Haushalten angestiegen ist. Der Energieholzmarktbericht 2005 nennt eine Menge von 1,8 Millionen t atro, die in Feuerstätten eingeheizt wurde, dies entspricht in etwa 3,8 Millionen Fm Holz. Wie Tabelle 17 zeigt, wird auf Grund der Ergebnisse der Befragung von einem Verbrauch von 7,5 Millionen Fm ausgegangen.

Zwar ist nicht auszuschließen, dass die errechnete starke Zunahme des Verbrauchs zum Teil auf methodischen Unterschieden beruht. Dennoch deutet in Bayern vieles auf einen Anstieg des Verbrauchs von Brennholz hin. Im Folgenden soll darauf eingegangen werden, inwieweit dieses Ergebnis durch andere Studien gestützt wird bzw. welche Gründe für oder gegen diese starke Zunahme sprechen.

Die Zahl der messpflichtigen, automatisch oder von Hand beschickten Kessel für Festbrennstoffe hat im Zeitraum 2004 bis 2009 um insgesamt 43.000 (d. h. um 53 %) zugenommen. Für die Einzelfeuerstätten (nicht messpflichtig) liegen keine Zahlen zum Jahr 2004 vor, 2010 seien rund 1,6 Millionen in Betrieb gewesen (Landesinnungsverband des Bayerischen Kaminkehrerhandwerks 2005 und 2010).

Die im Rahmen des Marktanreizprogramms von 2001 bis einschließlich 2009 geförderten Heizkessel für Pellets, Stückholz oder Hackschnitzel wurden zu 80 % im Zeitraum seit dem Jahr 2005 installiert. Hier könnte also eine deutliche Zunahme auch des Verbrauchs an Brennstoffen erwartet werden. RWI/forsa (2011) weisen darauf hin, dass eine Hochrechnung über die Zahlen des Marktanreizprogramms den tatsächlichen Biomasseeinsatz sogar unterschätzt, da nicht alle installierten Anlagen gefördert worden seien. Andererseits sind viele über das Marktanreizprogramm geförderte Heizkessel Ersatz für alte Scheitholzessel. Die neuen Heizanlagen sind erheblich effizienter und verbrauchen für dieselbe Leistung weniger Holz.

Der Pelletbedarf in Deutschland hat sich laut DEPI (DEPI 2011) seit 2005 in etwa versechsfacht. Somit ist hier ein völlig neuer Markt entstanden, dessen Mengen 2005 noch von geringer Bedeutung waren. Bayern ist überdurchschnittlich stark auf dem Pelletsektor vertreten, so dass die Verachtfachung seit der letzten Studie realistisch sein kann.

Die Nachfrage nach Scheitholz ist stark gestiegen, infolgedessen mussten im Winter 2010/2011 für Hartholz (gespaltene Meterware ab Hof) um 46 % höhere Preise als im Januar 2005 bezahlt werden²⁴. Da das Scheitholzangebot gestiegen ist, deutet eine Preissteigerung auf eine dennoch eingetretene Verknappung hin. Diese Entwicklung lässt sich durch eine im Verhältnis zur Angebotssteigerung überproportional höhere Nachfrage erklären.

²⁴ Quellen: Befragung der Energieholzberater an den ÄELF 2011 und TFZ-Erhebung der Scheitholzpreise

Der Energieverbrauch in Haushalten, die ausschließlich mit Holz heizen, beträgt 171 Kilowattstunden (kWh) je m². In Gebäuden mit – nach Angaben der Befragten – Niedrigenergiestandard wurden 139 kWh je m² Heizenergie eingesetzt. Der Durchschnitt für Wohngebäude beträgt laut Energiesparausweis nach der Energieeinsparverordnung (Anlage 6 zu § 16 EnEV in der Fassung vom 29.04.2009) 200 bis 250 kWh je m². Somit liegt der Energieeinsatz, der aus den Befragungsergebnissen ermittelt wurde, im Rahmen üblicher Werte.

Bundesweit bestätigen drei Untersuchungen der Universität Hamburg zum privaten Energieholzverbrauch die in Bayern beobachteten Steigerungen:

Nach den Studien von Sörgel und Mantau (2006), Hick und Mantau (2008) und Mantau (2012) stieg in Deutschland der Verbrauch von Energieholz von 2005 (20,7 Millionen Fm) bis 2007 um rund 20 % bzw. von 2000 (11,3 Millionen Fm) bis 2007 (24,9 Millionen Fm) um 120 % (Hick und Mantau 2008) und betrug im Jahr 2010 etwa 33,9 Millionen Fm. Dies bedeutet einen Anstieg von 2005 bis 2010 um 63 %. Schwerpunkte des Verbrauchs sind die Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg, die z. B. bundesweit 44 % des Waldscheitholzes in Privathaushalten nutzen. Eine direkte Gegenüberstellung der Zahlen ist nicht möglich, da die Hamburger Studien nur Regionen und keine Bundesländer unterscheiden. Daher wurden behelfsweise die Bevölkerungszahlen zur Herleitung des Holzverbrauchs in Bayern herangezogen. Die Studie aus Hamburg für das Jahr 2010 lässt auf einen Energieholzverbrauch in Privathaushalten in Bayern in einer Größenordnung von 7–8 Millionen Fm schließen. Die Studie für das Jahr 2007 weist einen gesunkenen Waldenergieholzverbrauch für Bayern und Baden-Württemberg im Vergleich zu 2005 aus. Ein sehr stark gesteigener Verbrauch in den anderen Bundesländern führt jedoch bundesweit zu einer Zunahme. Dies erscheint allerdings insoweit plausibel, da das Jahr 2007 – nach Auswertung der Heizgradtage für elf bayerische Klimastationen – überdurchschnittlich warm war, während sich das Jahr 2005 im Bereich des langjährigen Mittels bewegte. Bei Anwendung eines überschlägigen Klimakorrekturfaktors ergibt sich eine witterungsbereinigte Steigerung des Verbrauchs.

Die Haushaltsbefragungen der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK), die im Auftrag der Rheinbraun Brennstoff GmbH durchgeführt wurden, dokumentieren einen Brennholzverbrauch der bundesdeutschen Haushalte von 12,8 Millionen t (2003) und 12,7 Millionen t (2004) (Ceto-Verlag 2004 und 2005). Diese Werte liegen (bei einem Wassergehalt von 25 %) geringfügig über denen der oben genannten Studie der Universität Hamburg für das Jahr 2005. Im Wesentlichen wird dadurch die These gestützt, dass der private Energieholzverbrauch im Jahr 2005 bei etwa 20 Millionen Fm in Deutschland lag.

Auch in den Nachbarstaaten zu Bayern ist ein Trend zu steigenden Energieholzverbräuchen zu beobachten:

- In der Schweiz ist der Energieholzeinsatz in Haushalten von 1990 bis 2005 (nicht witterungsbereinigt) gesunken, anschließend von 2005 bis 2010 wieder um 10 % angestiegen (Primas et al. 2011).
- In Österreich ist die Leistung der im Zeitraum 2005 bis 2009 installierten Pellet- und Stückholzheizungen um 70 bzw. 84 % höher als im vorangehenden Fünfjahreszeitraum (Landwirtschaftskammer Niederösterreich 2011). Es ist davon auszugehen, dass dementsprechend auch der Verbrauch gestiegen ist.

Mehrere Studien (Primas et al. 2011; RWI/forsa 2011; Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen 2011 und 2012; IE/StMWIVT 2011) verwenden Temperaturindikatoren, um den Heizenergiebedarf zu bereinigen. Primas et al. (2011) ziehen dazu die Heizgradtage in Kombination mit der Globalstrahlung heran. Gerade im Jahr 2010 nahm die Witterung starken Einfluss auf das Heizverhalten. Die Summe der Heizgradtage an neun Klimastationen in Bayern lag im Mittel um 8 % höher als 2005 bzw. um 10 % höher als im Mittel von 1970 bis 2010 (IWU 2011). Dies lässt den Rückschluss zu, dass für das Untersuchungsjahr 2010 ein überdurchschnittlich hoher Wärmeenergieinput notwendig war.

Die Auswertung der Haushaltsumfrage hat aber auch ergeben, dass die Angaben der Befragten mit Unsicherheiten verbunden sind. Für die Hochrechnung wurde jeweils der Median der Verbräuche herangezogen. Eine Übersicht über den 95 %-Vertrauensbereich des Median geben Tabelle 25 und Abbildung 49 im Anhang. Für Hackschnitzel konnte auf Grund der geringen Zahl valider Antworten kein Vertrauensbereich angegeben werden. Beim Scheitholz beträgt der Vertrauensbereich mehrere Millionen Festmeter. Solch weite Vertrauensbereiche zeigen, dass die Genauigkeit der Ergebnisse noch unbefriedigend ist. Bei künftigen Untersuchungen sollte die Methodik entsprechend verbessert werden.

Fazit und Trends

Der Energieholzverbrauch der Privathaushalte in Bayern ist nach Auswertung der Umfrageergebnisse im Vergleich der Jahre 2005 und 2010 gestiegen. Betrachtet man die Entwicklungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz, sowie den Temperaturverlauf in der Heizperiode 2010/2011, scheint ein Anstieg im zweistelligen Prozentbereich realistisch. Für die nächste Zeit wird eine weitere Zunahme des Energieholzverbrauches in Privathaushalten erwartet.

Mehrere Faktoren deuten darauf hin:

- Der Preis für Heizöl ist seit Beginn des 21. Jahrhunderts stark gestiegen. Dies hat dazu geführt, dass in Holzheizungen investiert wurde, die nunmehr mit Holz versorgt werden müssen.
- Die Zahl der Holzheizungen nimmt weiterhin zu. Der Anteil der fertiggestellten Wohngebäude, die primär mit Holz heizen, stieg von 3 % im Jahr 2010 auf 10 % im Jahr 2011. Zudem werden für mehr Wohnungen mit Holz als Wärmeenergieträger Baugenehmigungen erteilt: 2010 lag der Anteil von genehmigten Wohngebäuden mit Holz als primärem Wärmeenergieträger bei 16 % (Statistisches Landesamt 2011). Diese Zunahme bei den auf Holz basierten Feuerstätten dürfte die Nachfrage nach Energieholz steigern, wenn auch durch moderne Dämmverfahren der Durchschnittsverbrauch der Gebäude sinken dürfte. Zudem verfügt eine große Zahl von Neubauten über ein holzbasiertes sekundäres Heizsystem.

- Die Umsetzung der 2010 novellierten ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, das ist die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV), dürfte den Ersatz alter durch effizientere neue Anlagen mit geringerem Holzverbrauch beschleunigen. Ob die Zahl von Neuanschaffungen das Ausschleiden alter Feuerungsanlagen in vollem Umfang kompensieren wird, lässt sich nicht abschätzen. Die 1. BImSchV dürfte dem Trend zunehmenden Holzeinsatzes beim Heizen in privaten Haushalten etwas entgegen wirken.

Der Umstieg auf Holzheizungen ist für Privathaushalte bislang jedenfalls attraktiv. Dies ist auch ein Ergebnis der Befragung, da 4,5 % der befragten Haushalte, die bis jetzt nicht mit Holz heizen, planen, in den nächsten fünf Jahren eine Holzfeuerung einzubauen. Überdurchschnittlich oft denken Befragte in der Oberpfalz (12,4 %), in 3-Personen-Haushalten (10,3 %) und in Zweifamilienhäusern (10,5 %) über den Einbau von Holzfeuerungen nach.

Feuerungsanlagen in Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden

Stefan Friedrich, Fabian Schulmeyer und Jan-Philipp Egner

Holzfeuerungsanlagen in Betrieben der Holzbe- und -verarbeitung, Wohnanlagen, Krankenhäusern, Hotels etc. sind in der Regel größer als Holzheizungen in Privathaushalten. Im Gegensatz zu den Biomasseheiz(kraft)werken wird aber die Wärme meist nicht zum Verkauf als Prozesswärme oder über Nahwärmenetze, sondern zur Deckung des Eigenbedarfs erzeugt.

Eine genaue Ermittlung des Energieholzverbrauchs in diesen Anlagen ist auf den gegebenen Datengrundlagen nur bedingt möglich. Größere Anlagen ab 150 kW Feuerungswärmeleistung sind zum Teil durch die Befragung der Biomasseheiz(kraft)werke erfasst und entsprechend berücksichtigt worden. Für Anlagen unter 150 kW Feuerungswärmeleistung ist eine Herleitung über Gewerbestatistiken, Einschätzungen von Branchenkennern und vereinzelt vorhandener Literatur notwendig.

Musialczyk und Mantau (2007) haben kommunale und gewerbliche Kleinanlagen in Deutschland untersucht und festgestellt, dass in Anlagen bis 149 kW hauptsächlich Waldholz und Grünschnitt (in Form von Hackschnitzeln) und bei kommunalen Betreibern zusätzlich Pellets zum Einsatz kommen. Bei Gewerbebetrieben werden zudem Altholz, Industrie- restholz und Sägenebenprodukte als Brennstoffe genannt.

Da für Kommunen, öffentliche Gebäude und den Dienstleistungsbereich die Anzahl der Feuerungsanlagen nicht systematisch erhoben wird, sind hier keine Hochrechnungen zum Verbrauch möglich. Für kleinere und mittelgroße Betriebe der Holzbe- und -verarbeitung (Schreinereien, Zimmereien) kann von einer durchschnittlichen Anlagengröße im Feuerungswärmeleistungsbereich von 15–49 kW ausgegangen werden, in denen die im Betrieb anfallenden Resthölzer zu einem erheblichen Anteil direkt energetisch verwertet werden. Für diese Anlagengröße wurde von Musialczyk und Mantau (2007) ein Brennstoffverbrauch von 26,2 t atro je Betrieb und Jahr ermittelt. Dieser Verbrauch wird nach Angaben der Betreiber fast komplett aus (im eigenen Herstellungsprozess anfallendem) Verschnitt (Industrieresthölzer) und Altholz bestritten. Die Autoren gehen davon aus, dass anfallendes Industrierestholz von den Befragten in diese Kategorien einbezogen wurde. In Bayern gibt es nach Auskunft der Handwerkskammer für München und Oberbayern aktuell 9.577 Schreinereien und 4.250 Zimmereien (Arbeitsgemeinschaft der Bayerischen Handwerkskammern 2012). Rechnet man den durchschnittlichen Verbrauch auf die bayerischen Schreinereien und Zimmereien hoch, ergibt sich ein jährlicher Verbrauch von 362.000 t atro.

Helm (2011) hat 5 % der im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen ansässigen Schreinereien und Zimmereien (insgesamt 14 Betriebe) befragt. Im Landkreis betrug der Verschnitt 19 % oder 5.950 t atro im Jahr, die fast vollständig im eigenen Betrieb energetisch verwendet wurden. Hochgerechnet auf Bayern ergibt sich hieraus ein jährlicher Verbrauch von 288.000 t atro. Da von einer gewissen Überschneidung mit den Ergebnissen der Befragung der Heizwerke ausgegangen werden muss, wird für den vorliegenden Bericht ein jährlicher Verbrauch in Schreinereien und Zimmereien von rund 300.000 t atro angenommen.

Die Auswertung der Datenbank der über das Marktanzreizprogramm geförderten Hackschnitzelheizungen (Biomasseatlas 2012) zeigt, dass seit 2001 rund 160.000 kW Feuerungsleistung in Heizungen ab 51 kW Kesselleistung installiert wurden. Eine Auswertung von Daten aus Biomasseheizwerken dieser Größenordnung ergab einen durchschnittlichen jährlichen Verbrauch von 0,86 t atro Biomasse je kW installierter Leistung. Hochgerechnet auf die Feuerungsleistung der geförderten Hackschnitzelheizungen in Bayern ergibt sich ein Bedarf von rund 178.000 t atro Biomasse.

Bei den Daten zur Förderung kann nicht unterschieden werden, ob es sich bei den Anlagen um private, kommunale oder um Anlagen in Gewerbebetrieben handelt. Eine Erfassung von privaten Anlagen ist in diesem Fall dennoch unwahrscheinlich, da mehr als 50 kW Leistung für Ein- und Zweifamilienhäuser in der Regel überdimensioniert sind. Es kann angenommen werden, dass zumindest Anlagen in dieser Größenordnung zum Großteil in Gewerbebetrieben (darunter auch landwirtschaftliche und gastronomische Betriebe) installiert wurden.

Außerdem sind Anlagen, die vor 2001 eingebaut wurden sowie diejenigen, die keine Förderung erhielten, nicht erfasst. Daher unterschätzt eine Hochrechnung über die Daten des Marktanzreizprogramms den Gesamtverbrauch (RWI/forsa 2011). Gerade für die Anlagengrößen zwischen den kleineren privaten Feuerungen und den größeren Heizwerken zur gewerblichen Wärmebereitstellung liegen keine Daten aus Marktanalysen vor.

Vor dem Hintergrund dieser Unsicherheiten wird beim Gesamtverbrauch für Feuerstätten in Gewerbebetrieben (einschließlich Schreinereien und Zimmereien) und öffentlichen Gebäuden mit einer Feuerungswärmeleistung von 15–150 kW von rund 0,5 Millionen t atro im Jahr 2010 ausgegangen.



Abbildung 35: Biomasseheizwerk für das Schulzentrum in Wertingen, Lkr. Dillingen a. d. Donau (Foto: C. Rappold)

Biomasseheiz(kraft)werke

Christina Schumann, Stefan Friedrich und Florian Zormaier

Die Ergebnisse zum Holzverbrauch von Biomasseheiz(kraft)werken in Bayern im Jahr 2010 basieren auf einer schriftlichen Umfrage der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF). Insgesamt wurden 680 Heizwerke, Dampf- und ORC-Heizkraftwerke angeschrieben. Die räumliche Verteilung der Biomasseheiz(kraft)werke in Bayern ist Abbildung 36 zu entnehmen. Eine Differenzierung zwischen geförderten und ungeförderten Heiz(kraft)werken, wie bei Bauer et al. (2006), erfolgte nicht²⁵. Die Anlagen wurden für den vorliegenden Bericht einerseits nach Standorten mit reiner Wärmerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung (Dampf- und ORC-Technik) getrennt und weiterhin nach Größenklassen in Abhängigkeit von der Feuerungswärmeleistung. Beide Kriterien wirken sich durch die eingesetzte Technik, die unterschiedliche Auslastung und ggf. Förderbestimmungen auf den Biomasseverbrauch und Brennstoffmix aus. Ergänzt wurden die erhobenen Daten durch zwei Diplomarbeiten der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (Meier 2011; Moll 2011) zu Dampf- und ORC-Heizkraftwerken.

Verbrauch und Leistung

Die befragten 215 Heiz(kraft)werke verbrauchten insgesamt 0,9 Millionen t atro (circa 2 Millionen Fm) holzige Biomasse. Die Umrechnung auf die Grundgesamtheit von 681 Werken ergab für das Jahr 2010 einen Brennstoffverbrauch von etwa 1,8 Millionen t atro bzw. 4,2 Millionen Fm (Tabelle 18). Im Vergleich zu den 1,3 Millionen t atro aus dem Jahr 2005 (Bauer et al. 2006) ist dies ein Anstieg um 38 %.

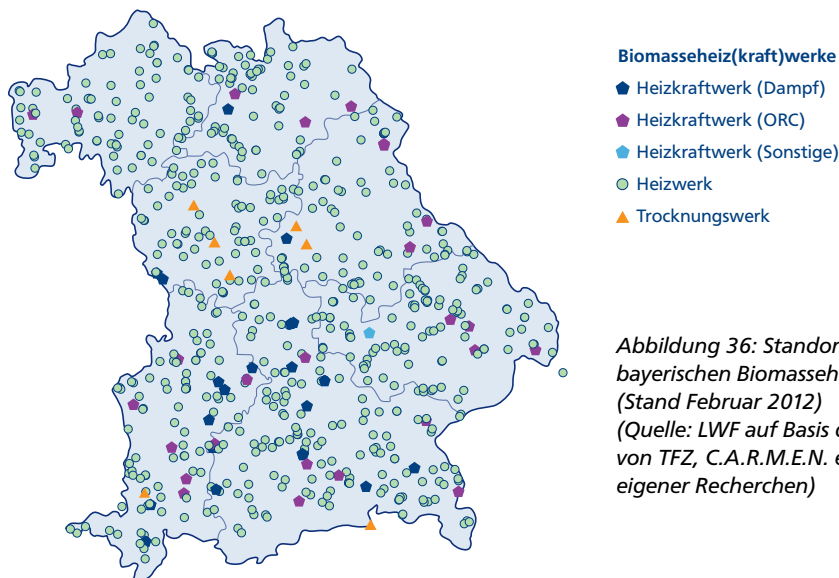


Abbildung 36: Standorte der bayerischen Biomasseheiz(kraft)werke (Stand Februar 2012)
(Quelle: LWF auf Basis der Daten von TFZ, C.A.R.M.E.N. e.V. und eigener Recherchen)

²⁵ Vgl. Bauer et al. (2006): im Jahr 2005 waren in Bayern circa 170 geförderte und 50 ungeförderte (Feuerungswärmeleistung > 1 MW) Heiz(kraft)werke in Betrieb

Größenklasse nach Feuerungswärmeleistung [Kilowatt]	Energieholzverbrauch 2010 [Tonnen atro]	Anteil am Verbrauch in Bayern	Anteil an der Anlagenzahl in Bayern
bis < 500	22.000	1 %	23 %
500 bis < 1000	228.000	12 %	60 %
1000 bis < 5000	157.000	7 %	10 %
5000 bis < 10.000	60.000	4 %	2 %
10.000 bis < 15.000	129.000	8 %	2 %
ab 15.000	1.222.000	67 %	3 %
Summe	1.819.000		

Tabelle 18: Biomasseeinsatz in bayerischen Biomasseheiz(kraft)werken für das Jahr 2010 nach Größenklassen (hochgerechnet), deren Anteil am Verbrauch sowie an der Anlagenzahl.

Gliedert man die Biomasseheiz(kraft)werke nach der Feuerungswärmeleistung, so liegen rund 83 % der Werke im Bereich unter 1.000 kW Feuerungswärmeleistung, verbrauchen allerdings nur 13 % der Biomasse. Für die 50 Heiz(kraft)werke (7 %) über 5.000 kW ergibt sich ein Rohstoffverbrauch von über 80 % am Gesamtverbrauch (Abweichung in der Summe zu Tabelle 18 ist hochrechnungsbedingt).

Werden Feuerungswärmeleistung des Biomassekesels und Anlagentyps aus den Angaben der Befragung verschnitten, ergibt sich folgende Reihung mit zunehmendem Median der Leistung

- Biomasseheizwerke (Median: 500 kW)
- Biomasseheizkraftwerke mit ORC-Technik (Median: 8,4 MW)
- Biomasseheizkraftwerke mit Dampf-Technik (Median: 19,5 MW)

Der deutliche Leistungsunterschied hat zur Folge, dass Dampfheizkraftwerke die oberen Größenklassen dominieren und somit den größten Teil der eingesetzten Biomasse verbrauchen.

Eingesetzte Energieholzsortimente

Von den insgesamt 1,82 Millionen t atro in Heiz(kraft)werken genutzten Holzsortimenten entfällt, wie aus Abbildung 37 ersichtlich, etwas mehr als die Hälfte auf Altholz (54 %). Waldhackschnitzel stellen 26 % des eingesetzten Brennstoffs, gefolgt von Sägenebenprodukten, Industrierestholz und Rinde mit insgesamt 17 %. Von untergeordneter Bedeutung ist Flurholz (3 %), bei dem noch deutliche Steigerungsmöglichkeiten bestehen. Sonstige holzige Biomasse (Holz aus Kurzumtriebsplantagen, Pellets, Kompostiergut, Industriebhackschnitzel) spielt keine Rolle.

Der hohe Anteil des Altholzes am Gesamtverbrauch erklärt sich dadurch, dass in Dampfheizkraftwerken Altholz der Hauptenergieträger mit etwa 80 % der Masse ist. Insbesondere Dampfheizkraftwerke mit einer Feuerungswärmeleistung über 20 MW (17 von 27 Anlagen) nutzen z. T. ausschließlich Altholz zur Energieerzeugung. Somit werden die 987.000 t atro Altholz, die in Bayern in Biomasseheiz(kraft)werken verfeuert werden, zu annähernd 100 % in Dampfheizkraftwerken eingesetzt.

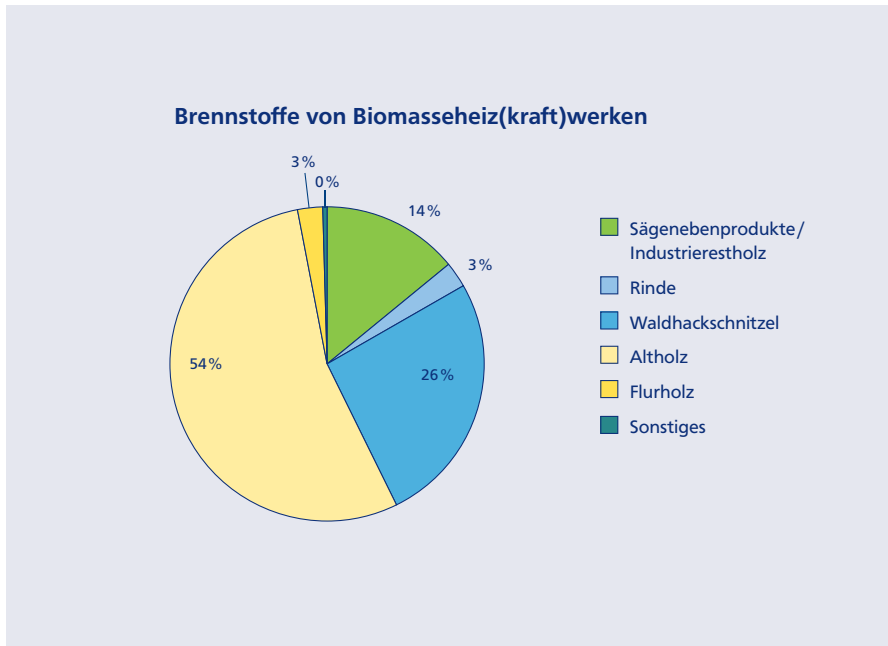


Abbildung 37:
Anteile der eingesetzten
Brennstoffe der bayeri-
schen Biomasseheiz(kraft)-
werke im Jahr 2010

Waldhackschnitzel sind für die Biomasseheizwerke und Biomasseheizkraftwerke mit ORC-Technik bzw. kleine und mittlere Anlagen das wichtigste Energiewaldholzsortiment. Gemeinsam mit den Dampfheizkraftwerken setzen sie eine Menge von 473.000 t atro zur Wärme- und Stromerzeugung ein. Waldhackschnitzel spielen für die Energieerzeugung inzwischen eine deutlich wichtigere Rolle als früher: Im Jahr 2010 wurden 170.000 t atro mehr als fünf Jahre zuvor durch die Werke verfeuert, was einer Steigerung von mehr als 50 % entspricht.

Der Vergleich der Ergebnisse mit den Diplomarbeiten von Moll (2011) und Meier (2011) lässt darauf schließen, dass der Anteil des verbrauchten Altholzes in den Biomassedampfheizwerken etwas überschätzt wird. So liegt laut Meier (2011) der Anteil des Altholzes bei etwa 70 %. Der Grund für diese Abweichung ist darin zu sehen, dass in der Befragung durch die LWF einige Dampfheizkraftwerke mit hohem Waldhackschnitzelverbrauch nicht geantwortet hatten. Dies ist jedoch auch bei Meier (2011) bei einzelnen Anlagen der Fall gewesen. Die Anlagen mit ORC-Technik setzen laut Moll (2011) 72 % Waldhackgut zur Energiegewinnung ein. Dies stimmt mit den Ergebnissen hier gut überein.

Mit 256.000 t atro Jahresverbrauch stehen Sägenebenprodukte (SNP) und Industrierestholz (IR) mengenmäßig an dritter Stelle der eingesetzten Rohstoffe. Schwerpunktmäßig Heizwerke und Dampfheizkraftwerke nutzen die Nebenprodukte der Säge- und Holzverarbeitenden Industrie.

Von 48.000 t atro Rinde, die 2010 in Biomasseheiz(kraft)werken verbraucht wurden, wurde der größte Teil in Werken mit ORC-Technik eingesetzt. Dieser überraschend hohe Anteil erklärt sich dadurch, dass ein ORC-Heizkraftwerk, das an ein größeres Sägewerk angeschlossen ist, ausschließlich Rinde verfeuert.

Die Sägeindustrie hat mittlerweile die Chancen der energetischen Nutzung ihrer Nebenprodukte erkannt und nutzt deren Potential zur Wärmeerzeugung für die Trocknung ihrer Produkte und zur Fernwärmeversorgung, sowie zur Stromerzeugung. Die Auswertung der Sägewerksbefragung ergab, dass etwa 11 % der anfallenden Nebenprodukte direkt im eigenen Betrieb energetisch genutzt werden. Ein noch größerer Teil der Sägenebenprodukte (28 %) wird indirekt über die Pelletierung der Wärmeerzeugung zugeführt. Nach vorliegenden Informationen ist an mindestens fünf größere Sägewerke in Bayern ein Dampfheizkraftwerk, sowie an vier Standorte ein ORC-Heizkraftwerk angeschlossen. Von den an der Befragung teilnehmenden Großsägemännern gaben alle an, Nebenprodukte am Standort energetisch zu nutzen, von den kleineren und mittleren Sägewerken 45 %²⁶.

Die Bedeutung von Rinde und Sägenebenprodukten für die Energieerzeugung in Biomasseheiz(kraft)werken hat – im Vergleich zu Altholz und Waldhackschnitzeln – dennoch abgenommen. Große Sägewerksbetriebe setzen zunehmend auf die Pelletierung und damit höhere Wertschöpfung ihrer Nebenprodukte. Somit steht diese Menge nicht mehr für eine andere energetische Verwendung nach der Schnittholzproduktion zur Verfügung. Deshalb wurden in Biomasseheiz(kraft)werken 36 % weniger Sägenebenprodukte verbraucht als 2005.

Flurholz aus der Landschafts- und Grünflächenpflege oder Schwemholz werden nur in Biomasseheizwerken und Heizkraftwerken mit ORC-Technik in erwähnenswerten Anteilen eingesetzt, für andere Heizkraftwerke sind sie praktisch ohne Bedeutung. Die verfeuerte Menge an Flurholz hat sich im Vergleich zu 2005 verringert. Dies könnte auf Ungenauigkeiten in der Erhebung und Hochrechnung der Befragungsdaten zurückgeführt werden. Ein weiterer Grund könnte in der Pflegetätigkeit z. B. der Landschaftspflegeverbände oder der Straßenmeistereien bestehen, die auf Grund des strengen und frühen Wintereinbruchs Pflegearbeiten auf das Jahr 2011 verschoben haben.

²⁶ Sägewerke mit über 50.000 Fm (Nadelholz) bzw. über 20.000 Fm (Laubholz) jährlicher Einschnittskapazität werden als Großsägewerke bezeichnet.

Fazit und Trends

Bauer et al. (2006) berechneten für ungefähr 170 geförderte und 50 nicht geförderte Heiz(kraft)werke einen Energieholzbedarf von 1,3 Millionen t atro (entspricht etwa 3 Millionen Fm). Seit damals hat sich die Zahl der Biomasseheiz(kraft)werke deutlich erhöht. Im Zeitraum von 2005 bis 2010 förderte der Freistaat Bayern durch das Technologie- und Förderzentrum 155 Heizwerke, davon allein 50 Anlagen im Jahr 2010. Insgesamt wurden über 100 MW Biomassenennwärmeleistung in vorwiegend kleineren Anlagen mit durchschnittlich etwa 700 kW installiert. Die Auswertung der Befragung ergab, dass rund 25 % der in Bayern installierten Feuerungswärmeleistung im Zeitraum 2006 bis 2010 gebaut wurden. Auch weitere große Heizkraftwerke wurden errichtet: Ihre Zahl stieg von acht Standorten (Bauer et al. 2006) auf 17 Werke. Dieser Ausbau der Kapazitäten zur Erzeugung von Wärme und Strom führte zu einem gestiegenen Bedarf nach Brennstoff, der mit 1,8 Millionen t (circa 4,2 Millionen Fm) rund 40 % höher als 2005 ist.

Zentrale Herausforderungen aus Sicht der Heiz(kraft)werksbetreiber sind die Versorgungssicherheit und die Brennstoffpreise. Des Weiteren sind die Themenbereiche Qualität der Biomasse und Optimierung der Anlage von Bedeutung. Dazu zählen auch Lagerung, Logistik, Wärmeverluste und Wärmenutzung.

Holzvergaser

Seit Jahren wird die Stromerzeugung mit Hilfe von Holzvergäsern im kleinen Leistungsbereich (bis etwa 250 kW) erforscht. Dabei werden von verschiedenen Herstellern unterschiedliche Technologieansätze verfolgt, von denen in jüngster Zeit einige erfolgsversprechend zu sein scheinen. In den letzten Jahren, insbesondere im Jahr 2011, wurden mehrere Anlagen installiert. Im Jahr 2010 wurden noch keine für den Markt beachtlichen Mengen von (Wald-)hackschnitzeln in Holzvergäseranlagen verbrannt. Die Anforderungen an die (Wald-)hackschnitzel sind in Abhängigkeit von den Herstellern unterschiedlich. Homogene Hackschnitzel mit geringem Wassergehalt werden bevorzugt, aber auch Waldhackschnitzel aus Kronenmaterial sind möglich. Die Vortrocknung der Hackschnitzel kann in den Betrieb der Anlage integriert werden.

Vor allem Landwirte und Waldbesitzer sehen in der Holzvergasertechnologie Chancen, da sie dadurch im eigenen Betrieb sowohl Wärme als auch Strom erzeugen können. Die Holzvergasung wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen und somit werden auch die von den Anlagen benötigten Brennstoffmengen ansteigen. Die zukünftige Berichterstattung zum Energieholzmarkt in Bayern sollte dies berücksichtigen.²⁷

Insolvenzen

In den Jahren 2010 und 2011 mussten mehrere Betreiber von Biomasseheiz(kraft)werken in Deutschland und in Österreich Insolvenz anmelden. Betroffen sind vor allem Biomasseheizkraftwerke. Trotzdem stieg ihre Gesamtzahl weiter an.

Als Gründe für die Insolvenzen werden meist der Anstieg der Hackschnitzelpreise, technische Probleme sowie Schwierigkeiten bei der Vermarktung der produzierten Wärme genannt. Die Heiz(kraft)werke sind gegebenenfalls nach einer Betriebspause und einem Wechsel des Betreibers weiter am Markt und die benötigte Hackschnitzelmenge hat weiterhin Marktrelevanz.

Zahlreiche Aspekte sind wichtig, dass die Anlagen wirtschaftlich betrieben werden können. Wenn die im Rahmen der Planungen und Wirtschaftlichkeitsrechnungen zu Grunde liegenden Kennzahlen von dem im realen Betrieb vorliegenden Werten über einen längeren Zeitraum abweichen, kann es zu wirtschaftlichen Schwierigkeiten kommen. Gründe für die Abweichungen können in unrealistischen Planungen, technischen Mängeln und in der Betriebsführung liegen. Zu den wichtigsten, das Betriebsergebnis bestimmenden Faktoren zählen die Menge des benötigten Brennstoffs, die Brennstoffpreise, die abgenommene Wärmemenge sowie die Wärmelerlöse. Werden nun beispielsweise mehr Hackschnitzel zum Betrieb der Anlage benötigt als geplant, der Brennstoffpreis steigt stärker als der Planung zu Grunde gelegt oder es springen (größere) Wärmekunden ab, so kann das Zusammentreffen mehrerer dieser Punkte eventuell in Verbindung mit technischen Schwierigkeiten im schlimmsten Fall zur Insolvenz führen.

Da auf Grund des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) die zu erzielenden Einnahmen bei der Stromerzeugung für 20 Jahren festgelegt sind, kommt der Produktion und dem Verkauf von Wärme eine große Bedeutung zu. Durch den Wärmeverkauf können, in Abhängigkeit von den Liefervereinbarungen, Kostensteigerungen weitergegeben und zusätzliche Einnahmen erzielt werden. Deshalb ist es wichtig, dass der Verkauf der Wärme schon bei Betriebsbeginn ausreichend gesichert ist und nicht nur Absichtserklärungen vorliegen.

Bei der Planung von neuen Heiz(kraft)werken verringern entsprechende Überlegungen in Verbindung mit langfristigen Brennstoff- und Wärmelieferverträgen das Risiko, in wirtschaftliche Schwierigkeiten zu geraten.

²⁷ Weitere Hinweise zur Technik der Holzvergasung: u. a. in der Broschüre Holzvergasungsanlagen: Handlungsempfehlungen für Kapitalgeber (www.carmen-ev.de oder <http://www.holzgas-info.de/>)

Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie

Stefan Friedrich

In der Holzwerkstoffindustrie werden Waldholz, Altholz und Sägenebenprodukte verarbeitet, in der Papier- und Zellstoffindustrie kommen Waldholz und qualitativ hochwertige Hackschnitzel aus frischem, rindenfreiem Holz zum Einsatz. Bei diesen Holzprodukten steht die stoffliche Verwendung in direkter Konkurrenz zur alternativen energetischen Nutzung. Der Energieholzmarkt hat somit starken Einfluss auf die Rohstoffmärkte dieser Industriezweige.

Papier- und Zellstoffindustrie

Derzeit stellen in Bayern etwa 30 Betriebe Papier- und Zellstoff her (Statistisches Landesamt 2011c). Allerdings benötigen nur die in Abbildung 38 dargestellten Produktionsstandorte Rohholz in Form von Hackschnitzeln und Nadel- bzw. Laubindustrieholz (Sappi in Stockstadt, UPM in Augsburg, Ettringen, Plattling und Schongau); wie Abbildung 39 zeigt, ist der Hauptrohstoff zur Papierherstellung Altpapier.

Laut Angaben des Verbandes Bayerischer Papierfabriken (VBP) wurden 2010 in Bayern rund 4,7 Millionen t Papier produziert (VBP 2012a).

Eine Auswertung von Umwelterklärungen²⁸ (Haase 2009; Lang 2008; Sappi 2011; UPM 2009a; UPM 2009b) der Standorte mit Rohholzverbrauch in Bayern ergab, dass etwa 1,24 Millionen Fm Industrieholz und 0,38 Millionen Fm Hackschnitzel für die Produktion benötigt wurden. Dies entspricht 0,55 Millionen t atro Industrieholz und rund 0,15 Millionen t atro Hackschnitzeln.

Da größtenteils nur Umwelterklärungen aus den Jahren 2007 und 2008 vorlagen, kann der Verbrauch im Bezugsjahr abweichen. Die Produktion von Papier in Deutschland lag 2008 um etwa 1 % höher als 2010, in Bayern wurden jedoch 2010 rund 150.000 t mehr Papier produziert als 2008. Durch die gestiegenen Rohstoffpreise (vgl. Entwicklung des Industrieholzpreises und die Preise für Hackschnitzel in Abbildung 9 und 42) scheint aber ein Rückgang des Rohholzverbrauchs plausibel.

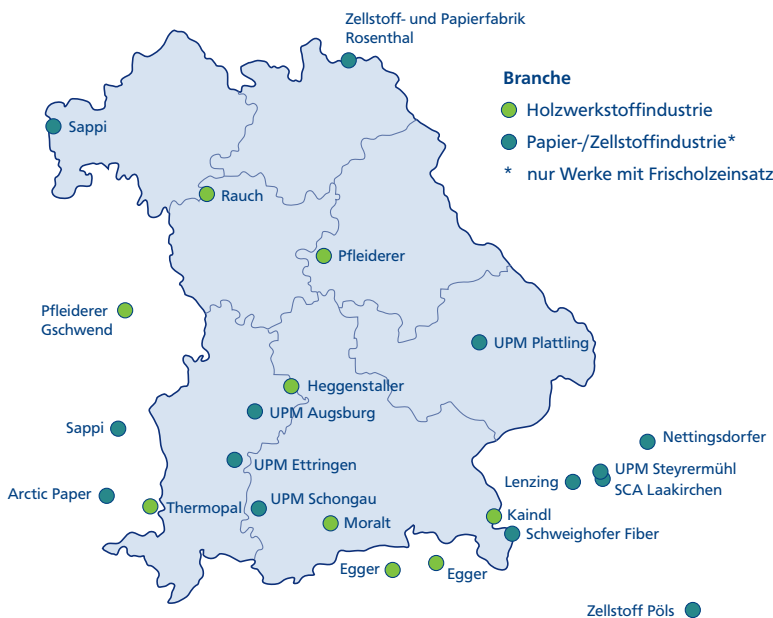


Abbildung 38: Standorte der Holzwerkstoff- und Papier-/Zellstoffindustrie in Bayern und angrenzenden Regionen mit Rohholzeinsatz.

²⁸ Verfügbar waren Erklärungen für die Standorte Stockstadt (Berichtsjahr 2010), Schongau, Augsburg, Plattling (jeweils Berichtsjahr 2008) und Ettringen (Berichtsjahr 2007)

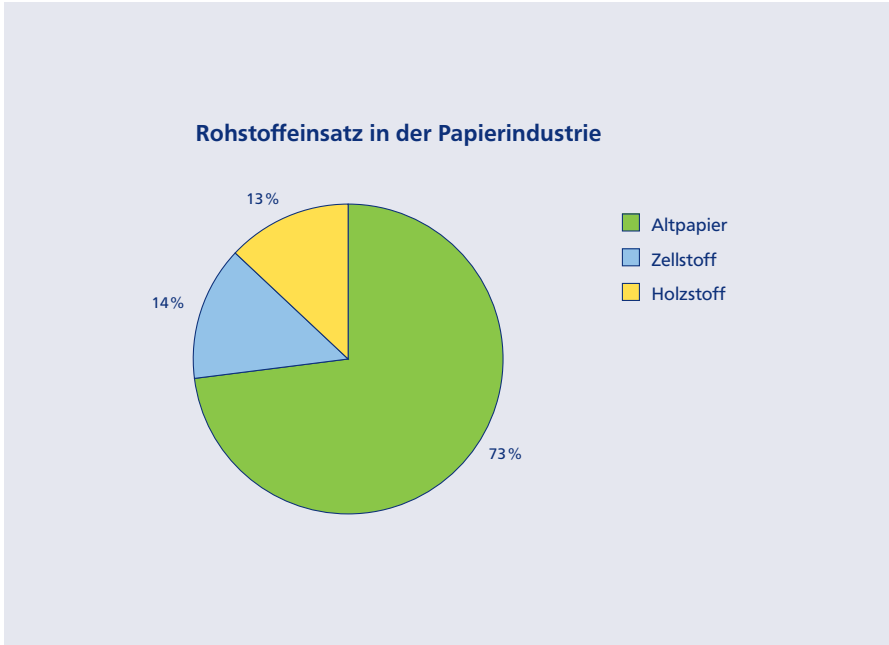


Abbildung 39: Prozentualer Rohstoffeinsatz in bayerischen Papierfabriken im Jahr 2010 (ohne Füll- und Hilfsstoffe) (Quelle: VBP 2012)

Reststoffnutzung in der Papier- und Zellstoffindustrie

Die Papier- und Zellstoffindustrie nutzt organische und anorganische Reststoffe aus dem Produktionsprozess zur Energiegewinnung. Dazu zählen Rinden und Holzreste, Deinkingrückstände, Reststoffe aus dem Altpapierrecycling und der Abwasseraufbereitung. Peche et al. (2007) untersuchten die Verwendung dieser Stoffe in der bayerischen Papierindustrie für das Jahr 2004.

Im Jahr 2004 fiel bei einer Gesamtproduktion von 4,2 Millionen t Papier eine Reststoffmenge von rund 1,39 Millionen t an. Davon bestanden 13 % aus Rinde und Holzresten, die zu 58 % wieder innerbetrieblich energetisch genutzt wurden. Überträgt man den Anteil an energetisch genutztem Restholz aus dem Jahr 2004 auf die Produktionsmenge von 4,678 Millionen t Papier, die laut VBP 2010 in Bayern hergestellt wurden, ergeben sich rund 201.000 t Restholz und Rinde, die im Jahr 2010 in den Papierfabriken nach dem Produktionsprozess anfielen. Unter der Voraussetzung, dass der Anteil der energetischen Nutzung der Holzreste in den Betrieben gleich geblieben ist, wurden davon annähernd 100.000 t atro verfeuert.

Da jedoch tatsächlich der Einsatz von Rohholz in der Produktion zurückgegangen ist, beträgt die reale Menge an energetisch genutzten Holzresten vermutlich weniger als 100.000 t atro. Diese ist über die Befragung der Biomasseheizkraftwerke erfasst worden.

Insgesamt nutzte die Papier- und Zellstoffindustrie im Jahr 2004 56 % ihrer Reststoffe innerbetrieblich zur Energiegewinnung. Bezogen auf die Produktionszahlen des Jahres 2010 errechnet sich eine Menge von 869.000 t Reststoffen, aus denen die Branche Energie erzeugte.

Holzwerkstoffindustrie

In Bayern werden durch die Firmen Pfeiferer (Neumarkt/ Oberpfalz) und Rauch (Markt Bibart) Spanplatten produziert, wobei erstere deutlich höhere Produktionskapazitäten aufweist. Insgesamt liegt die Herstellung bei etwa 1,5 Millionen m³ Spanplatten (siehe hierzu auch die Cluster-Studie Röder et al. 2008). Das zur Pfeifer Group gehörige Sägewerk in Unterbernbach (ehemals Heggenstaller) stellt rund 220.000 m³ Palettenklötze aus Sägenebenprodukten her (Pfeifer Group International 2012). Als Hersteller von Tischlerplatten ist auch Moralt in Bad Tölz der Holzwerkstoffindustrie zuzurechnen. Allerdings verbraucht dieser Betrieb selbst kein Industrieholz. Unter dem Namen NATURinForm werden seit 2009 im fränkischen Redwitz a.d. Rodach Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe (WPC, wood-plastic-composites) produziert. Ein weiterer Hersteller für Thermoformholz (OWI) sitzt in Lohr am Main. Die Firma Hiendl in Bogen stellt Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe her.

Über Befragungen und Internetrecherchen wurde versucht, die Produktion und den Rohstoffbedarf der Holzwerkstoffindustrie in Bayern zu ermitteln.

Die gesamte eingesetzte Holzmenge in der Holzwerkstoffindustrie beläuft sich auf etwa 2,068 Millionen Fm (entspricht 833.000 t atro). Hinzugerechnet werden muss eine unbekannte Menge zur Herstellung von WPC-Holz und Thermoholz, die jedoch im Vergleich zu den im Zuge der Spanplattenherstellung verbrauchten Mengen deutlich geringer sein dürfte.

Die Holzwerkstoffhersteller setzen neben Frischholz vor allem Altholz und Sägenebenprodukte ein (Röder et al. 2008). Über den Rohstoffmix und dessen Zusammensetzung aus Frisch- oder Altholz sowie die verwendeten Sägenebenprodukte können bei der vorliegenden Datenlage keine Aussagen getroffen werden.

Röder et al. (2008) geben den Holzverbrauch der Holzwerkstoffindustrie für das Jahr 2006 mit 1,85 Millionen m³ an. Demnach ist der Verbrauch von 2006 bis 2010 um 12 % gestiegen.

Fazit und Trends

2010 lag nach Recherchen der LWF der Holzverbrauch der beiden Branchen zusammen bei etwa 3,7 Millionen Fm bzw. 1,5 Millionen t atro. Dies entspricht in etwa den Zahlen sowohl des Energieholzmarktberichtes 2005 (Bauer et al. 2006) als auch der Clusterstudie 2008 (Röder et al. 2008). Allerdings haben sich Änderungen bei den Daten der einzelnen Industriezweige ergeben.

Über den Verkauf in bzw. den Einkauf aus anderen Bundesländern oder dem Ausland liegen keine Informationen vor. Der VBP geht davon aus, dass die Gesamtmenge des in der in- und ausländischen Papier- und Zellstoffindustrie eingesetzten Rohholzes aus Bayern in einer Größenordnung von 1,96 Millionen Rm (rund 1,4 Millionen Fm) liegt (VBP 2012a). Dies entspricht im Wesentlichen den recherchierten Zahlen und der Menge des in Bayern bereitgestellten Industrieholzes. Da durch die Holzwerkstoffindustrie, wenn auch in geringerem Umfang, Waldindustrieholz nachgefragt wird, sind Zuflüsse aus angrenzenden Regionen notwendig, um den Bedarf zu decken.

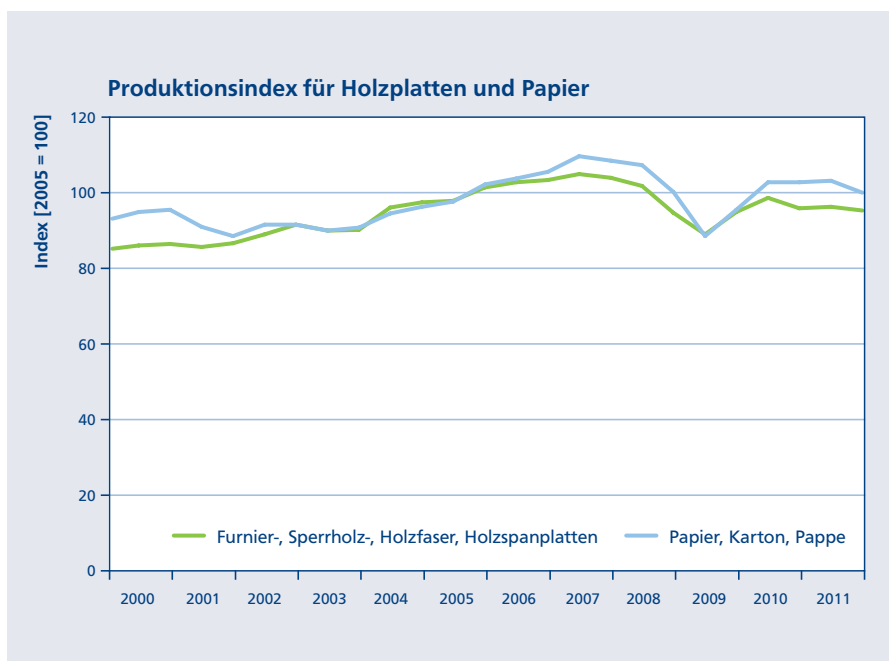


Abbildung 40: Produktionsindex für Furnier-, Sperrholz, Holzfasern- und -spanplatten bzw. für Papier, Karton und Pappe in Deutschland von 2000 bis 2011 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2012)

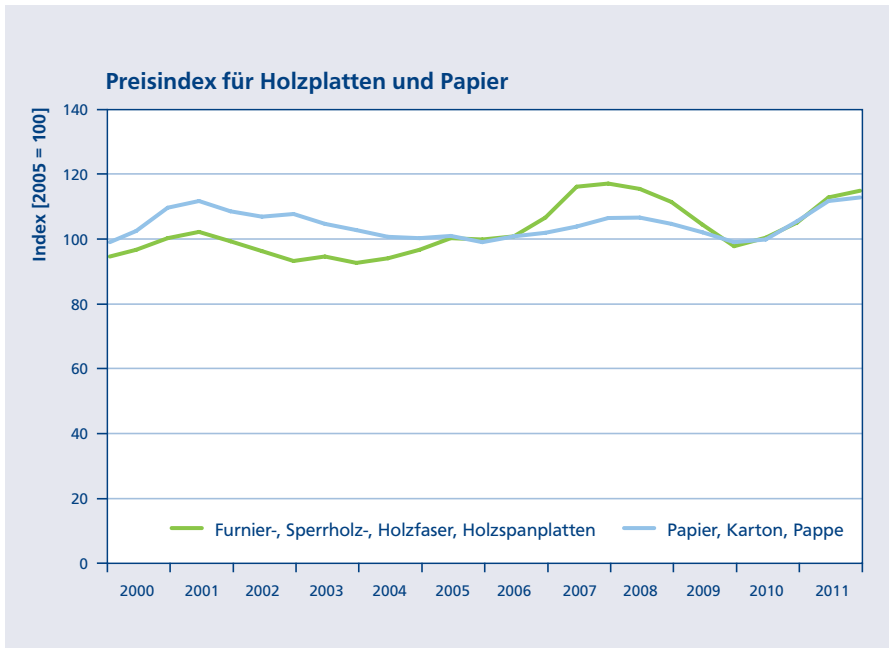


Abbildung 41: Preisindex für Furnier-, Sperrholz-, Holzfaser- und -spanplatten bzw. Papier, Karton und Pappe in Deutschland von 2000 bis 2011 (Quelle: Statistisches Bundesamt)

Entwicklung der Papierindustrie

Die Papierindustrie sowohl in Deutschland als auch in Bayern steigerte von 2000 bis 2007 die Produktion kontinuierlich, musste jedoch im Zuge der Wirtschaftskrise die Herstellung drosseln, wie Abbildung 40 zeigt.

Mittlerweile ist jedoch eine Erholung festzustellen und das Vorkrisenniveau ist annähernd wieder erreicht bzw. laut Verbandsangaben in Bayern sogar überschritten:

- Die deutsche Papierindustrie steigerte die Produktion seit 2005 um 3,7 % (2008) bzw. 2,7 % (2010).
- Die Zunahme in Bayern fiel mit 7,8 % (2008 zu 2005) bzw. 11,5 % (2010 zu 2005) sogar noch höher aus. Allerdings haben sich die Umsätze noch nicht wieder vollständig erholt, wie der VBP (2012) darstellt.

Quelle	Rohholzbedarf der Papierindustrie	Erhebungsmethodik
Energieholzmarktbericht 2005 (Bauer et al. 2006, S. 49)	0,8 Millionen Tonnen atro	Verbandsangaben
Clusterstudie 2008 (Röder et al. 2008, S. 68)	1,92 Millionen Festmeter	Öffentliche Statistiken, eigene Erhebungen
Erhebung LWF für 2010	0,72 Millionen Tonnen atro bzw. 1,65 Millionen Festmeter	Auswertung von Umweltberichten

Tabelle 19: Gegenüberstellung des in mehreren Studien ermittelten Rohholzbedarfs der Papier- und Zellstoffindustrie in Bayern

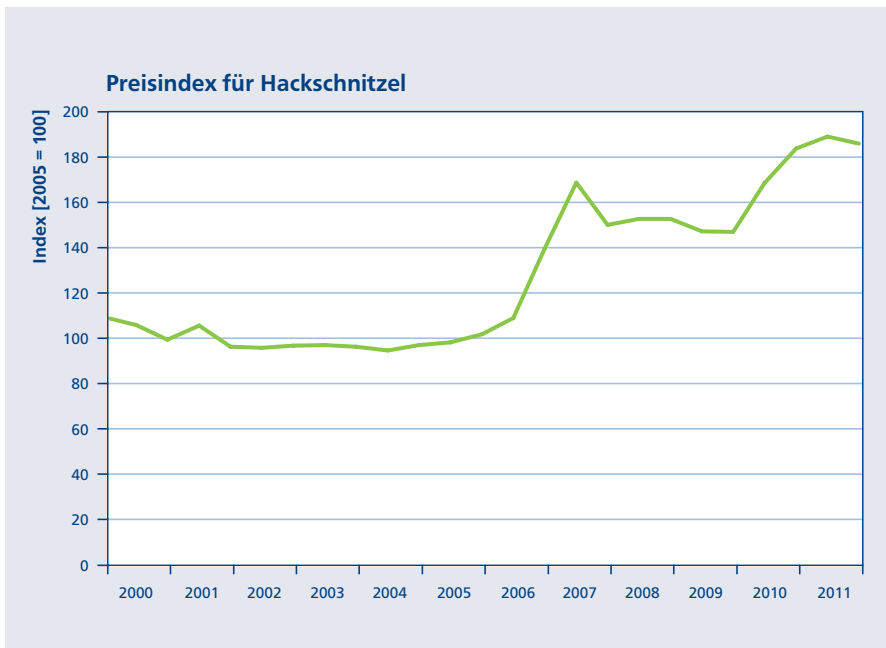


Abbildung 42: Preisindex für Hackschnitzel gemäß dem Güterverzeichnis des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland von 2000 bis 2011 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2012c)

Dass dieser Produktionserhöhung nur eine geringe Steigerung des Rohholzbedarfs folgt, lässt sich durch die gestiegenen Rohstoffpreise erklären. Wie Abbildung 42 zeigt, nahm seit 2006 der Preis für Nadelholz-hackschnitzel stark zu, worauf die Papierindustrie den Einsatz von Altpapier als Rohstoff weiter ausbaute.

Dies erklärt, weshalb im Vergleich zu den Daten der Clusterstudie für das Jahr 2006 ein Minderbedarf an Holz von 0,24 Millionen Fm (circa 100.000 t) ermittelt wurde. In Bezug auf das Jahr 2005 liegt ein Rückgang des Rohholzbedarfs von 0,08 Millionen t atro vor.

Abbildung 41 zeigt, dass sich die Papierpreise nach einem Sinken ab dem Jahr 2005 wieder kurzfristig erholten, die konjunkturelle Lage im Jahr 2008/2009 aber wieder zu einem Rückgang führte. Das Jahr 2010 war durch eine Erholung gekennzeichnet, die derzeit anhält. Mit Blick auf die Rohstoffpreise (z.B. Hackschnitzel wie in Abbildung 42) wurde beobachtet, dass diese für die Papier- und Zellstoffbranche schneller stiegen als die Preise für ihre Endprodukte.

Durch einen Konsolidierungsprozess der Branche, der zu Übernahmeprozessen auf internationaler Ebene führte, haben sich Unternehmenszugehörigkeiten seit 2005 geändert. Durch den Kauf von Myllykoski durch den UPM-Konzern im Jahr 2011 sowie M-Real in Stockstadt durch Sappi 2008 hatte dies auch für Betriebe in Bayern Folgen.

In der Papier- und Zellstoffindustrie Bayerns fand eine Verlagerung bzw. ein Ausbau der Kapazitäten statt. So wurde ein Standort in Dachau aufgegeben und eine neue Maschine größerer Kapazität in Plattling in Betrieb genommen. Dies führte bis 2010 zu einem moderaten Anstieg der Produktionskapazitäten und somit des Rohstoffbedarfs. Ein kleinerer Hersteller für Pappwaren (Goetz in Brand/ Oberpfalz) wurde 2009 geschlossen. 2011 wurde am Standort Ettringen die dritte Papiermaschine stillgelegt und somit die Produktion gedrosselt (UPM 2011).

Dies deutet darauf hin, dass die Konsolidierung noch nicht abgeschlossen ist. Insbesondere die hohe Nachfrage nach Industrieholz und Sägenebenprodukten zur energetischen Nutzung und die demzufolge vermutlich weiter steigenden Rohstoffkosten sind treibende Kräfte in diesem Prozess. Im Übrigen steht die Papierindustrie in einem starken weltweiten Wettbewerb. Dies führt unter anderem dazu, dass global kein einzelner Marktteilnehmer die Produktpreise erhöhen kann, ohne Anteile am Handelsvolumen zu verlieren (Karikallio et al. 2011).

Entwicklung der Holzwerkstoffindustrie

Ein etwas schlechteres Bild der Branchenkonjunktur kann für die Holzwerkstoffindustrie gezeichnet werden. Die Preise für Spanplatten sind mit der Wirtschaftskrise und der rückläufigen Bautätigkeit stärker gesunken als die Preise für Papier und Pappe. Die Produktionsmenge von Holzwerkstoffplatten lag 2010 noch unter dem Niveau von 2005. Auch wenn sich die Spanplattenpreise mittlerweile wieder erholt haben, ist anhand der Herstellungsmenge noch keine Erholung für die Branche festzustellen. Auf die Umsätze wirken sich die gestiegenen Rohstoffkosten für z.B. Altholz (Abbildung 23) negativ aus, da diese im Vergleich zu den Erlösen für die Endprodukte der Branche stärker gestiegen sind.

Infolgedessen wurden z.B. in Baden-Württemberg (Pfleiderer/ Gschwend) und Thüringen (BHT Friesau) Standorte geschlossen. Die Produktionskapazitäten in Bayern wurden hingegen nicht heruntergefahren, jedoch veräußerte die Pfleiderer AG (Neumarkt/ Oberpfalz) Werke außerhalb Bayerns. Allerdings bemühte sich die Holzwerkstoffindustrie durch Substitution und Importe den Frischholzbedarf zu reduzieren (Pack 2007).

Der Rohholzbedarf der bayerischen Holzwerkstoffhersteller lag 2010 nach den aktuellen Erhebungen bei 2,068 Millionen Fm (etwa 0,83 Millionen t atro). Für 2005 ermittelten Bauer et al. (2006) eine Menge von 0,65 Millionen t atro, die Clusterstudie für das Jahr 2006 etwa 0,74 Millionen t atro (Röder et al. 2008).

Die Mehrmenge des aktuellen Berichtes kann auf Grund der Produktionszahlen nicht erklärt werden, vielmehr liegen methodische Unterschiede vor. Im Jahr 2005 wurde das Palettenklötzchenwerk in Unterbernbach nicht aufgeführt, so dass hier etwa 80.000 t atro Rohholzbedarf nicht berücksichtigt wurden. Ein weiterer Grund kann darin liegen, dass nicht alle Hersteller an der Befragung teilnahmen und daher die Produktionsmengen geschätzt werden mussten. Schließlich kann für den Unterschied auch das Umrechnungsverfahren von Raum- zu Gewichtsmaß ursächlich sein.

Holzbilanz

Stefan Friedrich, Florian Zormaier und Herbert Borchert

Der Bericht schließt mit einer Gesamtschau des Energieholzmarktes in Bayern für das Jahr 2010. Aufkommen und Verbrauch werden gegenübergestellt und mit der letzten Marktberichterstattung von 2005 verglichen. Die Kennzahlen des Marktes werden nochmal zusammengefasst und übersichtlich aufbereitet. Da der Energieholzverbrauch von 2005 auf 2010 deutlich angestiegen ist, werden zur Plausibilisierung der Ergebnisse weitere Studien – sofern nicht in den vorangegangenen Kapiteln geschehen – herangezogen. Für die unterschiedlichen Zielgruppen dieses Berichtes (Forstwirtschaft, Holzwirtschaft, Politik, Verbände) werden die Ergebnisse in tabellarischer Form mit unterschiedlichen Maßeinheiten wiedergegeben.

Kernergebnisse

Einem Gesamtaufkommen von 10,4 Millionen Fm m. R. Stammholz für die Sägeindustrie und 16,7 Millionen Fm Holz zur energetischen oder industriellen stofflichen Nutzung (als Papier, Zellstoff oder Holzwerkstoff) stand im Jahr 2010 ein Verbrauch von 12,8 Millionen Fm Energieholz und 14,3 Millionen Fm in der Säge-, Papier- und Holzwerkstoffindustrie stofflich genutztem Rohholz (ohne Export und Import) gegenüber.

2005 betrug das Aufkommen insgesamt 26,0 Millionen Fm, der Verbrauch innerhalb Bayerns 19,5 Millionen Fm. Die Menge des bereitgestellten Industrie- und Energieholzes (aus Wald und erster Absatzstufe, sowie Altholz) nahm um 25 %, der energetische Verbrauch im gleichen Zeitraum um 57 % zu.

Aufkommen

Die bayerischen Waldbesitzer zeigten 2010 immer noch Zurückhaltung beim Holzeinschlag und ernteten rund 10,4 Millionen Fm m. R. Stammholz. Dies sind 2,4 Millionen Fm m. R. weniger als im Vergleichsjahr 2005. Hinzugefügt werden muss jedoch, dass bis zum Jahr 2005 der Einschlag im Körperschaftswald methodisch unterschätzt wurde, so dass die reale Differenz geringer ist.

Das Waldenergieholzaufkommen lag 2010 bei einer Gesamtmenge von 6,1 Millionen Fm m. R. und ist seit der letzten Berichterstattung deutlich gestiegen. Bauer et al. (2006) gaben für 2005 eine Menge von 3,7 Millionen Efm o. R. an, was circa 4,1 Millionen Efm m. R. entspricht.

Industrieholz wurde mit 1,3 Millionen Fm o. R. (entspricht 1,4 Millionen Fm m. R.) durch die Forstwirtschaft in geringerem Umfang bereitgestellt als 2005 (2,1 Millionen Fm m. R.), was im Wesentlichen auf einen geringeren Gesamteinschlag zurückzuführen ist.

Die in bayerischen Sägewerken als Koppelprodukt der Schnittholzproduktion angefallenen Sägenebenprodukte sowie Rinde und Hobelspäne umfassen etwa 4,9 Millionen m³. Der Anstieg zum Jahr 2005 beträgt etwa 0,8 Millionen m³ (circa 29 %). Er dürfte sowohl auf eine größere Einschnittmenge als auch einen höheren Anteil der Weiterverarbeitung zurückzuführen sein.

Industrierestholz fiel auf Grund der vermehrten Verwendung von Halb- und Fertigwaren bei den Schreinereien in geringerem Umfang an. Daher ist die Menge von 1,6 Millionen Fm (2005) auf 1,2 Millionen Fm (2010) gesunken.

Im Jahr 2010 wurden 2,4 Millionen Fm Altholz durch die Entsorger erfasst. 2005 wurde ein Aufkommen von 0,7 Millionen t atro bzw. etwa 1,3 Millionen Fm geschätzt. Die Steigerung beruht vornehmlich auf methodischen Unterschieden der Marktberichte von 2005 und 2010. Das reale Altholzaufkommen dürfte sich kaum erhöht haben, allerdings haben die Importmengen deutlich zugenommen.

Das Aufkommen von Flur- und Schwemmholz aus Landschafts- und Grünflächenpflegemaßnahmen sowie der Gewässerbewirtschaftung lässt sich derzeit schwer fassen. Die in Bauer et al. (2006) genannte Menge beruht auf Rückrechnungen der Angaben von Verbrauchern und Expertenmeinungen. Analog dazu wird für 2010 mit einer Menge von 0,7 Millionen Fm (inkl. Holz aus privaten Gärten) gerechnet, dies entspricht etwa 0,3 Millionen t atro. Systematischere Methoden zur Erfassung des realen Aufkommens wurden bisher nicht angewandt.

Holz aus Kurzumtriebsplantagen entwickelt derzeit nur eine geringe Marktrelevanz. Die Erntemenge wird für das Jahr 2010 auf etwa 2.000 t atro (rund 5.000 Fm) geschätzt, wird aber auf Grund der Flächenzunahme der letzten Jahre in Zukunft steigen.

Verbrauch

Durch den Anstieg der Preise für fossile Energieträger und Förderprogramme von Bund und Ländern hat die Nachfrage nach Holz als Energieträger für Wärme und Strom seit dem letzten Marktbericht zugenommen.

Privathaushalte nutzten 2010 Scheitholz aus Wald und Garten, Altholz, Pellets und Briketts sowie Hackschnittel in einem Gesamtumfang von rund 7,5 Millionen Fm. Die Schätzung für das Jahr 2005 nahm einen Verbrauch von 3,8 Millionen Fm an.

Gewerbliche Energieerzeuger produzieren in Biomasseheizwerken und Biomasseheizkraftwerken mit Dampf- oder ORC-Prozess Wärme und Strom. Dazu setzten sie in Bayern 2010 rund 1,8 Millionen t atro (entspricht etwa 4,2 Millionen Fm) Energieholz in Form von Altholz, Waldhackschnitteln, Sägenebenprodukten/ Industrierestholz sowie in geringerem Umfang Rinde und Landschaftspflegeholz und sonstige holzige Biomasse ein. Für das Jahr 2005 wurde durch Bauer et al. (2006) ein Brennstoffbedarf von circa 1,3 Millionen t atro Energieholz erhoben. Der Verbrauch stieg somit um 40 %.

Feuerstätten in Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden verbrauchten 2010 etwa 1,2 Millionen Fm (0,5 Millionen t atro) Energieholz. Im Jahr 2005 wurde von einer Menge von 1,4 Millionen Fm ausgegangen. Allerdings ist auf Grund eines unterschiedlichen methodischen Ansatzes ein Vergleich der Zahlen nicht aussagekräftig.

Die stoffliche Nutzung von Stammholz zur Schnittholzerzeugung benötigte im Jahr 2010 einen Input an Rundholz von 10,64 Millionen Fm m. R. Der Verbrauch der Sägeindustrie hat also um rund 2,6 Millionen Fm (entspricht 33 %) im Vergleich zu 2005 zugenommen.

Die Holzwerkstoff- sowie Zellstoff- und Papierindustrie in Bayern hatte bis zum Jahr 2010 die Produktionskapazitäten nur geringfügig erhöht. Die Gesamtmenge der stofflich genutzten Wald- und Altholzsortimente sowie der Sägenebenprodukte in den beiden Branchen hat sich mit etwa 3,7 Millionen Fm nur um 12 % erhöht (2005 waren es 3,3 Millionen Fm). Allerdings haben sich die Mengen in den einzelnen Industriezweigen geändert.

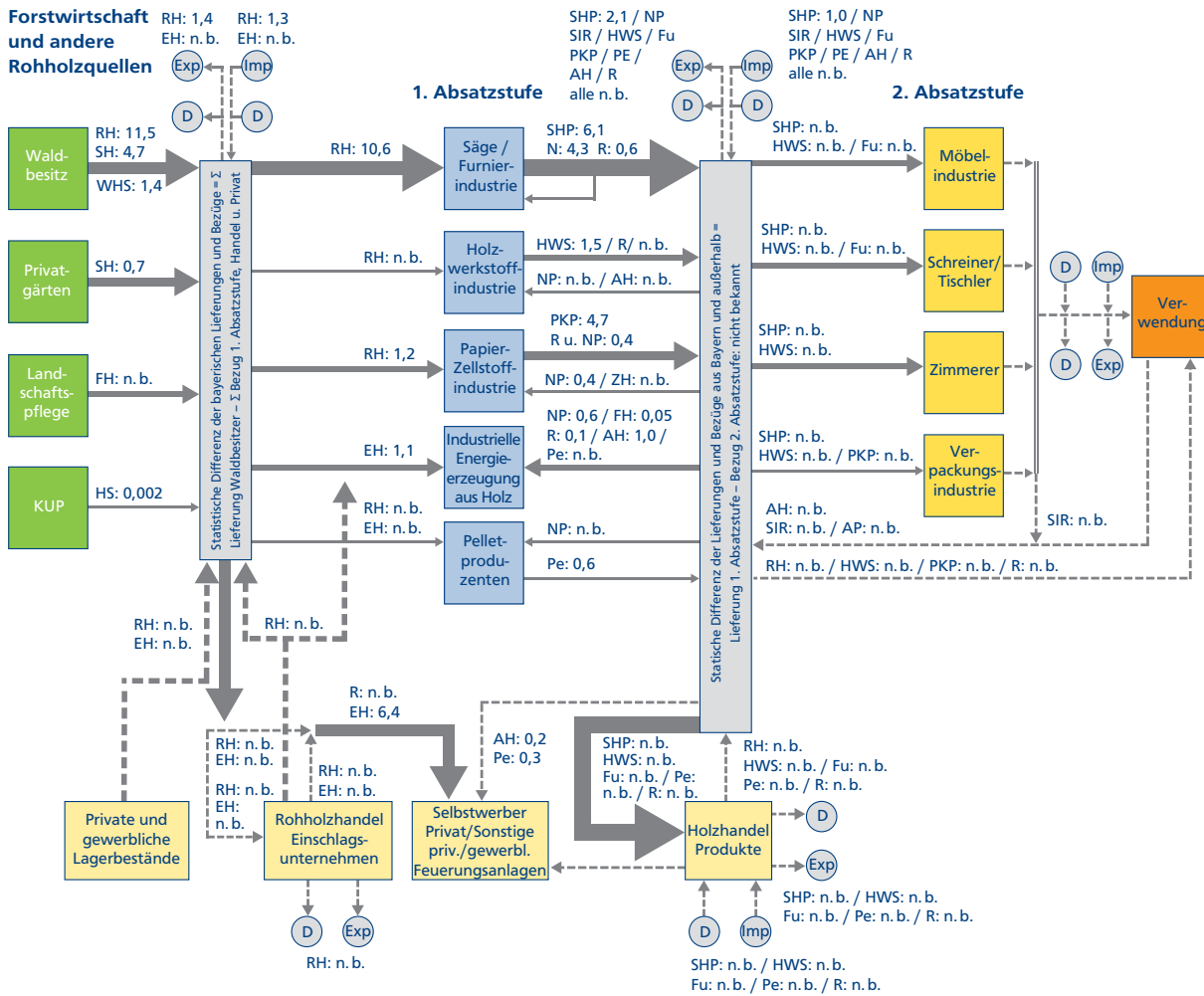
Bilanzen²⁹

Um eine Übersicht über Aufkommen und Verbrauch an Rohholz in Bayern zu geben, wurde eine Bilanz im Anhalt an Mantau (2009) erstellt. Die Tabellen 20 bis 22 zeigen auf der linken Seite jeweils das Aufkommen der unterschiedlichen Holzsortimente zur stofflichen und energetischen Nutzung in den Jahren 2005 und 2010. Die drei rechten Spalten stellen die Nachfrageseite dar, gegliedert nach den Nutzergruppen. Rundungs- und umrechnungsbedingt kann es zu Abweichungen zwischen einzelnen Werten bei Sortimenten kommen, was sich insbesondere im Bilanzausgleich zeigt. Die Darstellung in Form einer Bilanz ist auch mit Schwächen verbunden. So sind z.B. auf der Aufkommenseite die Mengen der Sortimente Sägenebenprodukte und Rinde bereits im Stammholz enthalten. Ebenso zeigen sich Schwächen auf der Verbrauchsseite, wo z. B. Reststoffe der Papierindustrie, die energetisch genutzt werden, auch in den Mengen enthalten sind, die in Biomasseheiz(kraft)werken verbrannt werden. Eine Stoffstromdarstellung kann die Realität besser abbilden.

²⁹ Die Umrechnung erfolgte unter Berücksichtigung der Baumartenanteile für die jeweiligen Sortimente. Die Angabe von Umrechnungsfaktoren zwischen Energie-, Gewichts- und Raummaß ist deshalb nicht zielführend.

Die folgende Darstellung der Holzströme in Bayern für das Jahr 2010 wird den Bilanzen daher vorangestellt. Sie stellt eine aktualisierte Version der Stoffströme der Cluster-Studie dar (Röder et al. 2008). Ihr kann entnommen werden, welche Mengen Rohholz von der Erzeugerseite (im Wesentlichen Waldbesitzer) zu den Verbrauchern der ersten Absatzstufe fließen. Die dort hergestellten Fertigprodukte gehen zum Ver-

braucher, die produzierten Halbwaren werden von der zweiten Absatzstufe weiterverarbeitet. Erkennbar werden auch Rückflüsse von z. B. Sägebeneprodukten, Altpapier und Altholz in die erste Absatzstufe. Die Informationen zum Außenhandel und Handel mit anderen Bundesländern waren nicht ausreichend, um diese Mengen abzubilden.



AH: Altholz [t atro]
 AP: Altpapier [t lufttrocken]
 D: Deutschland
 EH: Energieholz [fm] (Scheitholz + Waldhackschnitzel)
 Exp: Export
 FH: Flurholz [m³]
 Fu: Furnier [m²]
 HS: Hackschnitzel [t atro]
 HWS: Holzwerkstoffe [m³]
 Imp: Import
 n.b.: nicht bekannt
 RH: Rohholz [Fm m. R] (Stammholz + Industrieholz)

NP: Nebenprodukte [m³]
 SHP: Schnittholz + -produkte [m³]
 SH: Scheitholz [Fm m. R]
 WHS: Waldhackschnitzel [fm]
 ZH: Zellstoff/Holzstoff [t lufttrocken]

R: Rinde [m³]
 SIR: sonstiges Industrieholz [m³]
 SH: Scheitholz [Fm m. R]
 WHS: Waldhackschnitzel [fm]
 ZH: Zellstoff/Holzstoff [t lufttrocken]

alle Angaben in Millionen

Abbildung 43:
 Rohholzflüsse in Bayern
 im Jahr 2010
 (im Anhalt an
 Röder et al. 2008)

Aufkommen an:	Menge [Mio. to atro]		Verbrauch durch:	Menge [Mio. to atro]	
	2005	2010		2005	2010
Waldholz in Form vom:			Privathaushalte	1,80	3,33
• Stammholz	4,97	4,10	Biomasseheiz(kraft)werke	1,30	1,82
• Scheitholz	1,80	2,10	Feuerstätten in Industrie/ Dienstleistung	0,60	0,50
• Hackschnitzel		0,59	Zwischensumme energeti- sche Nutzung	3,70	5,65
• Industrieholz	0,90	0,62			
Sägenebenprodukten zzgl.	1,30	1,60	Holzwerkstoffindustrie	1,45	0,83
• Rinde/ Kappholz	0,40	0,25	Papier-/ Zellstoffindustrie		0,70
• Hobelspänen	k.A.	0,18	Sägeindustrie (inkl. aller Stammholzverarbeiter)	3,42	4,36
Industrierestholz	0,75	0,50	Zwischensumme stoffliche Nutzung	4,87	5,89
Altholz	0,70	1,25			
Flur- und Schwemmholz	0,15	0,33			
Holz aus Kurzumtriebsplantagen	0,00	0,00			
Binnenhandel Deutschland	n.b.	n.b.	Binnenhandel Deutschland	n.b.	n.b.
Import	n.b.	1,29 ¹	Export	n.b.	2,32 ²
Bilanzausgleich			Bilanzausgleich	2,4	-1,06
Summe	10,97	12,80	Summe energetische und stoffliche Nutzung	10,97	12,80

Tabelle 20: Aufkommen und Verbrauch von Waldenergieholz, Industrieholz, Nebenprodukten aus der Sägeindustrie, Altholz sowie Flurholz und Holz aus Kurzumtriebsplantagen in Tonnen atro [t atro] für die Jahre 2005 und 2010 (Quellen: Bauer et al. 2006, Statistisches Landesamt 2011d, eigene Erhebungen) (n.b. = nicht bekannt)

¹ Berücksichtigt wurde der Außenhandel mit Rundholz, Brennholz, Sägespänen und Holzabfällen; Importe von Altholz sind z. T. im Aufkommen der Verwerter erfasst.

² Hierin ist auch Altholz enthalten, dass in andere Bundesländer geliefert wurde.

Aufkommen an:	Menge [Mio. fm mit Rinde]		Verbrauch durch:	Menge [Mio. fm mit Rinde]	
	2005	2010		2005	2010
Waldholz in Form vom:			Privathaushalte	3,78	7,50
• Stammholz	12,81	10,39	Biomasseheiz(kraft)werke	2,99	4,18
• Scheitholz	4,10	4,74	Feuerstätten in Industrie / Dienstleistung	1,38	1,15
• Hackschnitzel		1,39	Zwischensumme energeti- sche Nutzung	8,15	12,83
• Industrieholz	2,10	1,40			
Sägenebenprodukten zzgl.	3,00	3,88	Holzwerkstoffindustrie	3,34	2,07
• Rinde/ Kappholz	0,80	0,60	Papier- / Zellstoffindustrie		1,62
			Sägeindustrie (inkl. aller Stammholzverarbeiter) – Einschnitt	8,00	10,64
• Hobelspänen	k.A.	0,44	Zwischensumme stoffliche Nutzung	11,34	14,33
Industrierestholz	1,73	1,15			
Altholz	1,33	2,38			
Flur- und Schwemmholz	0,30	0,70			
Holz aus Kurzumtriebsplantagen	0,00	0,00			
Binnenhandel Deutschland	n.b.	n.b.	Binnenhandel Deutschland	n.b.	n.b.
Import	n.b.	3,00	Export	n.b.	5,31
Bilanzausgleich			Bilanzausgleich	6,68	-2,40
Summe	26,17	30,07	Summe energetische und stoffliche Nutzung	26,17	30,07

Tabelle 21: Aufkommen und Verbrauch von Waldenergieholz, Industrieholz, Nebenprodukten aus der Sägeindustrie, Altholz sowie Flurholz und Holz aus Kurzumtriebsplantagen in Festmeter [Fm] für die Jahre 2005 und 2010 (Quellen: Bauer et al. 2006, Statistisches Landesamt 2011d, eigene Erhebungen) (n.b. = nicht bekannt)

Aufkommen an:	Menge [PJ]		Verbrauch durch:	Menge [PJ]	
	2005	2010		2005	2010
Waldholz in Form vom:			Privathaushalte	33,30	61,67
• Stammholz	91,98	75,90	Biomasseheiz(kraft)werke	24,10	33,65
• Scheitholz	33,30	38,91	Feuerstätten in Industrie/ Dienstleistung	11,10	9,25
• Hackschnitzel		11,00	Zwischensumme energeti- sche Nutzung	68,45	104,57
• Industrieholz	16,65	11,38			
Sägenebenprodukten zzgl.	24,05	29,60	Holzwerkstoffindustrie	26,83	15,41
• Rinde/ Kappholz	7,40	4,55	Papier-/ Zellstoffindustrie		12,95
• Hobelspänen	k.A.	3,27	Sägeindustrie (inkl. aller Stammholzverarbeiter)	63,25	80,67
Industrierestholz	13,88	9,25	Zwischensumme stoffliche Nutzung	90,07	109,03
Altholz	12,95	23,13			
Flur- und Schwemmholz	2,76	6,13			n.b.
Holz aus Kurzumtriebsplantagen	0,00	0,00			
Binnenhandel Deutschland	n.b.	n.b.	Binnenhandel Deutschland	n.b.	n.b.
Import	n.b.	23,81	Export	n.b.	42,83
Bilanzausgleich			Bilanzausgleich	44,4	-19,51
Summe	202,97	236,93	Summe energetische und stoffliche Nutzung	202,96	236,93

Tabelle 22: Aufkommen und Verbrauch von Waldenergieholz, Industrieholz, Nebenprodukten aus der Sägeindustrie, Altholz sowie Flurholz und Holz aus Kurzumtriebsplantagen in Petajoule [PJ] für die Jahre 2005 und 2010 (Quellen: Bauer et al. 2006, Statistisches Landesamt 2011d, eigene Erhebungen) (n.b. = nicht bekannt)

Ein Nachteil der Stoffstromdarstellung ist, dass ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Betrachtungszeiträumen kompliziert ist oder z. B. auch Außenhandelsüberschüsse nicht sofort ersichtlich werden. Dies kann anhand der im Anschluss an das Holzstromdiagramm folgenden Bilanzen leichter erfolgen.

Die Differenz zwischen Aufkommen und Verbrauch in den jeweiligen Berichtsjahren wurde durch einen Bilanzausgleich auf der Verbrauchsseite korrigiert. Dieser war im Jahr 2005 deutlich positiv, d. h. in Bayern wurde mehr Rohholz bereitgestellt, als die Verbraucher nutzen konnten. Dies bestätigen u. a. auch die Außenhandelsbilanzen des Umweltbundesamtes für Altholz, die für Deutschland im Jahr 2005 bzw. 2006 einen deutlichen Exportüberschuss ausweisen (UBA 2011a und 2011b). Abbildung 44 zeigt

deutlich, dass im Jahr 2005 Rundholzmengen zum Export bereitstanden und insbesondere ins nahegelegene Ausland verkauft wurden. Bauer et al. (2006) gehen für das Jahr 2005 von einem Nettoexport von 0,5 Millionen t Energieholz aus. Für das Jahr 2005 stehen jedoch keine ausreichenden Informationen zur Verfügung, um den Außenhandel vollständig abzubilden. Deshalb gehen alle mit In- und Ausland gehandelten Mengen in den Bilanzausgleich ein.

Im Jahr 2010 liegt der Bilanzausgleich bei -2,4 Millionen Fm m. R. Dies bedeutet, dass unter Berücksichtigung des Außenhandels Mengen u. a. aus anderen Bundesländern nach Bayern fließen, um den Verbrauch zu decken. So gingen die Außenhandelsüberschüsse für Rundholz deutlich zurück, da die Exporte ab- und die Importe zugenommen haben, wie Abbildung 44 zeigt.

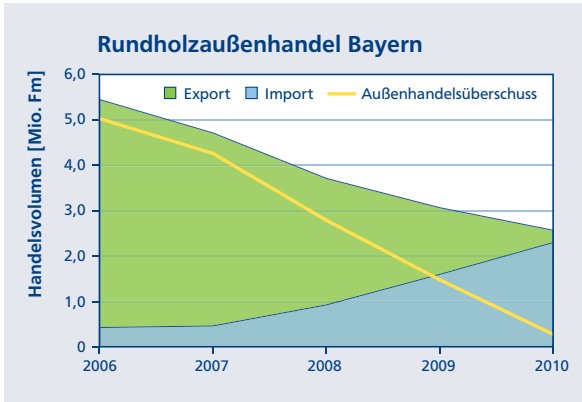


Abbildung 44: Rundholzaußenhandel Bayerns (Importe und Exporte) von 2006 bis 2010 (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung)

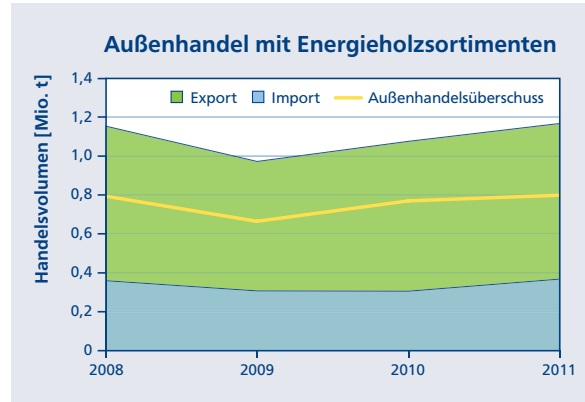


Abbildung 45: Außenhandel Bayerns (Importe und Exporte) mit Brennholz, Sägespänen und Holzabfällen von 2008 bis 2011 (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung)

Durch den Außenhandelsüberschuss (Abbildung 45) bei Brennholz, Sägespänen und Holzabfällen fließt weiterhin Holz aus Bayern ins Ausland ab (Statistisches Landesamt 2011d). Insgesamt hat jedoch die Rohholzmenge, die für den Export zur Verfügung steht durch den erhöhten Verbrauch in Bayern abgenommen.

Für den Rohholzbinnenhandel innerhalb Deutschlands liegen für das Jahr 2010 keine Stoffstromuntersuchungen vor. Aus den Befragungen ist allerdings deutlich geworden, dass z. B. Nebenprodukte aus der Sägeindustrie oder Altholz weiterhin aus Bayern in andere Bundesländer verkauft werden.

Die Aus- oder Einfuhr bzw. der Binnenhandel von Rohholz sind allerdings nicht allein die erklärenden Faktoren für den Bilanzausgleich. Hinzu kommen nicht erfasste Lagerbestandsveränderungen. Zum Beispiel dürften durch die kalte Witterung und dem entsprechend größeren Heizenergiebedarf die Lagerbestände an Brennholz 2010 abgebaut worden sein. Mantau (2012) erhob umfangreiche Mengen an Brennholz, die von den Verbrauchern privat gelagert werden. In der Studie werden für das Jahr 2010 Lagerbestände angegeben, die annähernd 50 % höher sind als der Verbrauch. Hinzu kommen methodische Ungenauigkeiten, die dazu führen, dass bestimmte Energieholzsortimente nicht exakt erfasst werden. Diese bestehen vor allem beim Verbrauch durch die privaten Haushalte, Gewerbebetriebe und öffentliche Gebäude.

Aus den Tabellen wird nochmals deutlich, dass in Bayern die energetische Nutzung von Holz an Bedeutung gewonnen hat. Treibende Kräfte hinter dem gestiegenen Verbrauch sind die Preise für fossile Energieträger sowie politische und gesetzliche Rahmenbedingungen. Ein externer Einfluss, der insbesondere über das Heizverhalten in Privathaushalten und somit indirekt auch über den der Biomasseheizwerke den Verbrauch beeinflusst, ist der Witterungsverlauf.

Einfluss der Witterung und Berücksichtigung in der Hochrechnung

Einfluss der Witterung auf den Energieverbrauch

Die Witterung (insbesondere Außentemperatur und Globalstrahlung) beeinflusst den Heizenergiebedarf von Gebäuden. Da mit Ausnahme der Heizkraftwerke die Verbraucher von Energieholz ausschließlich Wärme zum Heizen von Räumen oder Wasser erzeugen, muss insbesondere der Temperaturverlauf des Bezugsjahres 2010 mit dem des langjährigen Mittels und des Bezugsjahres des letzten Energieholzmarktes (2005) verglichen werden. Dadurch können witterungsbedingte Mehr- oder Minderverbräuche erkannt und ggf. ausgeglichen werden.

Diese Verfahren werden z.B. auch für die Erstellung der Schweizer Energieholzstatistik (Primas et al. 2011) oder der Energieausweise nach der Energieeinsparverordnung (vgl. §§ 16ff EnEV, insbes. §19 EnEV) herangezogen.

Berücksichtigung von Witterungsfaktoren in der Berechnung des Energieholzverbrauchs

Für die vorliegende Studie wurde ein praxisorientierter Ansatz gesucht, um Hinweise auf das Ausmaß des Witterungseinflusses auf den Energieholzverbrauch im Jahr 2010 zu erhalten. Da einige Zielgrößen des Verbrauchs an Energieholz in Bayern mit Unsicherheiten verbunden sind, scheint es nicht zielführend, diese mit einem (z.B. nach Hofer 2003) aufwendig berechneten Witterungskorrekturfaktor zu bereinigen.

Daher wurden für Bayern die Jahressummen der Heizgradtage³⁰ von elf Klimastationen (Augsburg, Bamberg, Fichtelberg, Hof, Hohenpeißenberg, Kempten, Lindenberg, München Flughafen, Nürnberg, Straubing und Würzburg) für die Berichtsjahre 2005 und 2010 ausgewertet und mit einem langjährigen Mittel (i.d.R. 1970 bis 2010) verglichen. Dazu stand im Internet ein kostenloses Kalkulationstool für Excel zur Verfügung, das vom Institut Wohnen und Umwelt (IWU 2011) mit Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) erstellt wurde.

Die Heizgradtage werden üblicherweise herangezogen, wenn Heizungs- und Warmwasserverbräuche witterungsbereinigt dargestellt werden sollen (Hofer 2003).

Abbildung 46 zeigt, dass die Jahre 2005 und 2010 an den meisten Stationen höhere Jahressummen der Heizgradtage aufweisen als das langjährige Mittel, d.h. sie waren kälter und der Heizbedarf somit höher. Im Vergleich der beiden Berichtsjahre waren die Heizgradzahlen für das Jahr 2010 an allen Stationen (um etwa 8%) höher als diejenigen des Jahres 2005.

Somit war dieses Jahr auch kälter und beim Vergleich des Energieholzverbrauches muss berücksichtigt werden, dass rein durch die Witterung der Holzverbrauch anstieg. Dies war neben dem konjunkturbedingten Mehrverbrauch ein weiterer Faktor, der zu einer höheren Energieholznachfrage bzw. dem Abbau von Lagerbeständen geführt hat.

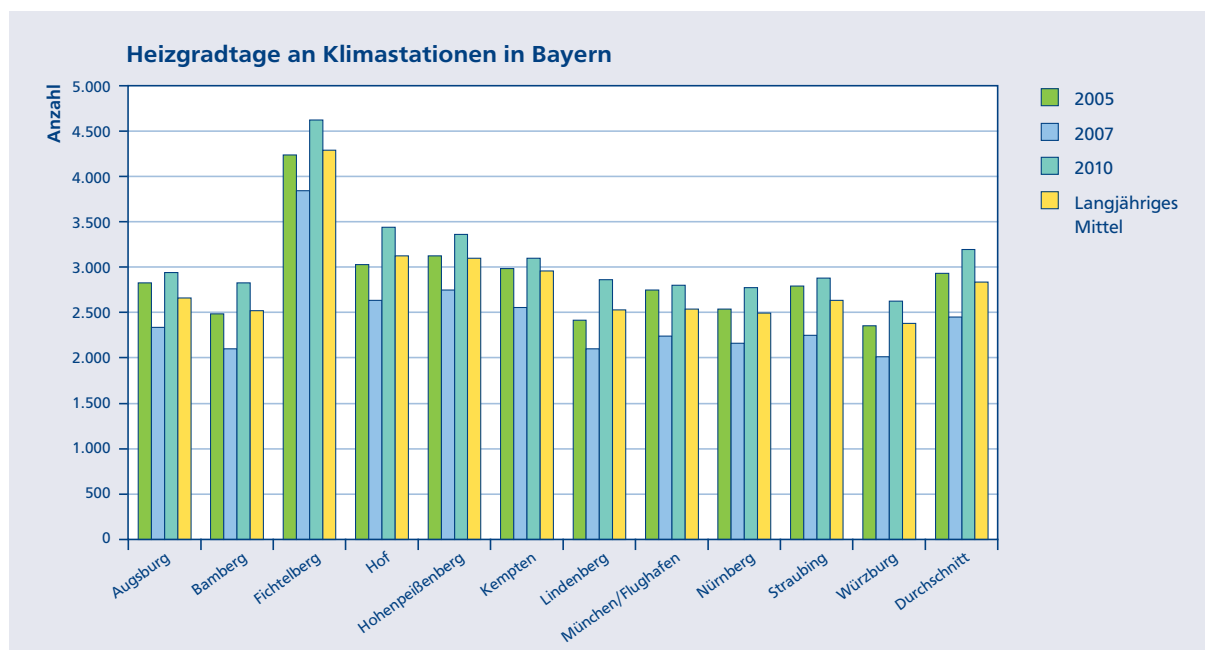


Abbildung 46: Vergleich der Heizgradtage von elf Wetterstationen in Bayern der Jahre 2005 und 2010 mit dem langjährigen Mittel (1970 – 2010) (Quelle: IWU 2012, DWD)

³⁰ Heizgradtag (HGT): Differenz der Heizgrenze (hier 15°C für Bestandsgebäude) und der mittleren Außentemperatur eines Tages (vgl. Hofer 2003)

Vergleich mit anderen Studien

Schweiz

Für die Schweiz wird der Energieholzbedarf jährlich in der »Schweizerischen Holzenergiestatistik« über die Zahl der Feuerungsanlagen und Durchschnittsverbräuche ermittelt. Nach Primas et al. (2011) stieg der Verbrauch (ausgenommen Müllverbrennungsanlagen) in der Schweiz von 3.198.799 Fm (2005) auf 4.110.921 Fm (2010). Dies entspricht einer Zunahme von rund 29 %.

Bruttostromerzeugung in Deutschland

Die aus Biomasse erzeugte Strommenge in Deutschland hat von 11,0 GWh (Gigawattstunden) (2005) auf 28,7 GWh (2010) zugenommen. Dies entspricht einer Zunahme der erzeugten Strommenge um 160 % (BMUNR 2011).

Schlussfolgerung

Die energetische Nutzung von Holz hat im Zeitraum seit der letzten Berichterstattung stark zugenommen. Selbst unter Berücksichtigung einer überdurchschnittlich kühlen Witterung ist der Verbrauch an Energieholz netto angestiegen.

Dies unterstreichen die gestiegenen Preise für Energieholzsortimente: Die Nachfrage hat zugenommen, die Versorgung des Marktes mit Holz ist nicht proportional gefolgt. Die Preise für fossile Energieträger sind treibende Kraft hinter dieser Nachfrage, neben Förderprogrammen und gesetzlichen Vorgaben. Heizöl hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich verteuert und ein Gegentrend ist nicht erkennbar.

Da es auch politischer Wille in Bayern ist, die Energieerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen auszubauen, wird der Verbrauch von Energieholz weiter zunehmen. Darauf deutet u.a. die Statistik für Baugenehmigungen im Jahr 2010 hin, bei denen der Anteil der Wohnungen mit Holz als primärem oder sekundärem Wärmeträger mittlerweile bei 14 % bzw. 24 % liegt (Statistisches Landesamt 2011a). Zum Vergleich: Derzeit nutzen rund 35 % der Haushalte Holz zum Heizen.

Um die Verfügbarkeit von Holz – auch für eine stoffliche Nutzung – zu sichern, muss einerseits das Aufkommen (im Rahmen des nachhaltig mobilisierbaren Potentials) erhöht und andererseits der Verbrauch effizienter gestaltet werden.

Ableitung von Maßnahmen und Empfehlungen

Aus der Darstellung des Energieholzmarktes in Bayern im Jahr 2010 lassen sich folgende Maßnahmen und Empfehlungen ableiten:

Für die Energiewende und eine erfolgreiche Energiepolitik sind neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien Maßnahmen zur Energieeinsparung von zentraler Bedeutung. Die Einsparung von Wärme kann unter anderem durch den Dämmstoff Holz erfolgen.

Die Nutzung von Holz (ob für stoffliche oder energetische Zwecke) sollte so effizient wie möglich erfolgen. Auch mit einem nachwachsenden Rohstoff muss sinn- und maßvoll umgegangen werden. Für die energetische Nutzung bedeutet dies beispielsweise, dass Feuerungsanlagen »richtig bedient« und die Jahresnutzung sowie Wirkungsgrade erhöht werden. Bei Heizkraftwerken gewinnt die Wärmenutzung weiterhin an Bedeutung. Es gilt auch, die Bereitstellung und das Lagermanagement von Energieholz zu optimieren.

Kurzumtriebsplantagen können in Zukunft ein weiteres Rohstoffpotential bilden. Deshalb ist auf den Ausbau der Anbaufläche hinzuwirken. Hierzu sollte die Öffentlichkeitsarbeit und die Beratungstätigkeit ausgebaut, das Genehmigungsverfahren erleichtert sowie die Wirtschaftlichkeit beispielsweise durch eine Investitionsförderung aber auch durch die Optimierung der Erntetechnik verbessert werden.

Die Versorgungssicherheit spielt eine große Rolle bei den Betreibern von Biomasseheiz(kraft)werken. Deshalb ist beim Neubau ein klares Versorgungskonzept mit längerfristigen Liefervereinbarungen notwendig. Die für die Investition grundlegende Wirtschaftlichkeitsberechnung sollte auf realistischen Brennstoffpreisen und -mengen sowie Preissteigerungsraten basieren. Eine weitere wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Investition ist eine ausreichende Abnahmemenge an Wärme.

Die Mobilisierung von Nutzungsreserven im Kleinprivatwald ist immer noch eine Kernaufgabe für den weiteren Ausbau der stofflichen und energetischen Nutzung von Holz.

Der Rahmen für die Bereitstellung von Energieholz aus dem Wald wird durch die Nachhaltigkeit gegeben. Dabei ist auch die Nährstoffnachhaltigkeit zu gewährleisten. Hierzu müssen Konzepte und Hilfsmittel weiterentwickelt werden.

Potential an Flur- und Schwemmholz ist noch vorhanden, so dass Verfahren und Konzepte zur Gewinnung dieser Ressourcen weiterzuentwickeln sind.

Weiterer Forschungsbedarf

Die Abschätzung des Aufkommens, der Potentiale und des Verbrauchs wurde im Vergleich zum Energieholzmarktbericht 2005 verbessert und verfeinert. Dennoch ist eine Weiterentwicklung insbesondere in folgenden Bereichen anzustreben:

- Waldenergieholzpotential: Auf Basis von BWI³-Daten kann das Waldenergieholzpotential neu berechnet werden.
- Landschafts- und Grünflächenpflegeholz: Es könnten Praxisstudien in Bayern zum realen Aufkommen bei Pflegemaßnahmen durchgeführt werden und diese mit den bei Entsorgern angefallenen Mengen über eine Marktbefragung abgeglichen werden. Dies könnte klären, welches Potential in Bayern besteht und welche Nutzungsreserven noch vorhanden sind.
- Altholz: Die Abschätzung des Holzaufkommens im Sperrmüll und dessen Verbrauch in Müllverbrennungsanlagen könnte in Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen erfolgen.
- Schwemmholz: Über eine Befragung der Wasserwirtschaftsämter, Kraftwerksbetreiber und Entsorger könnten die angefallenen Mengen in Bayern ermittelt werden.
- Industrierestholz: Über eine Vollerhebung in Schreinereien, Betrieben der Möbelindustrie, Zimmereien und bei Fertighausherstellern könnten für einzelne Landkreise die angefallenen Mengen an Industrierestholz ermittelt und auf Regierungsebene hochgerechnet werden.
- Briketts: Zur Ermittlung des Aufkommens und Verbrauchs von Briketts wäre eine Befragung von Baumärkten, Brennstoffhändlern sowie Biomassehöfen hilfreich.

- Gewerbebetriebe und öffentliche Gebäude: Zur Ermittlung des Verbrauchs in Gewerbebetrieben (z. B. Molkereien), Freizeiteinrichtungen (z. B. Hotels, Schwimmbäder) und öffentlichen Gebäuden müsste vorab der Anlagenbestand ermittelt werden. Dies könnte über eine Zusammenarbeit mit entsprechenden Verbänden, den Kaminkehrerinnungen oder eigene Befragungen erreicht werden.
- Eine Analyse der Handelsströme und Vermarktungswege wie beispielsweise Biomassehöfe würde zum besseren Verständnis des Marktgeschehens beitragen.
- Privathaushalte: Die statistischen Unsicherheiten einer Ersterhebung könnten über eine Wiederholung der Befragung relativiert werden, da vermutlich Trends erkennbar würden. Zudem fehlen Angaben zum Bestand an Feuerungen in Privathaushalten, die eventuell durch einen Abgleich mit Daten der Kaminkehrerinnungen konkretisiert werden könnten.
- Klimakorrekturen: Insbesondere für eine kontinuierliche Berichterstattung sollten für Bayern praktikable Faktoren entwickelt werden, die den Witterungsverlauf des jeweiligen Jahres berücksichtigen. Darin könnten vor allem Heizgradtage und die Globalstrahlung, gewichtet über die Einwohnerdichte im Einzugskreis der Klimastation, eingehen.

Neben der Verbesserung der Potential-, Aufkommens- und Verbrauchsermittlung, gilt es auch weiterhin die Bereitstellung sowie Lagerung von Hackschnitzeln und Scheitholz zu verbessern:

Insbesondere energieeffiziente Verfahren und Bereitstellungsketten, die den Entzug von Nährstoffen im Vergleich zur Vollbaumernte reduzieren, gewinnen an Bedeutung.

Auch ist eine Weiterentwicklung von Logistikketten bei der Gewinnung von Landschaftspflegeholz sowie Holz aus Kurzumtriebsplantagen anzustreben.

Literatur

- Arbeitsgemeinschaft der Bayerischen Handwerkskammern (2012): *Statistik der bayerischen Handwerksrollen*. Stand 31.12.2011. Telefonische Auskunft durch Frau Bachmann (Datum: 6.3.2012)
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (Hrsg.) (2011): *Energieverbrauch in Deutschland. Daten für das 1. – 4. Quartal 2010*. Berlin
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (Hrsg.) (2012): *Energieverbrauch in Deutschland. Daten für das 1. – 4. Quartal 2011*. Berlin
- Bauer, J.; Zormaier, F.; Borchert, H.; Burger, F. (2006): *Energieholzmarkt Bayern: Analyse der Holzpotentiale und der Nachfragestruktur*. LWF Wissen Nr. 53. Freising
- BAV – Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter (2011): *Mitglieder von A bis Z*. Im Internet unter: <http://web24.webbox187.server-home.org/mitglieder-mitglieder-von-a-bis-z.php> (Datum 08.06.2011)
- BaySF – Bayerische Staatsforsten A.ö.R. (Hrsg.) (2010): *Nachhaltigkeitsbericht 2010*. Im Internet unter: http://www.baysf.de/uploads/media/SF_NHB_2010.pdf (Datum: 6.10.2011)
- BaySF – Bayerische Staatsforsten A.ö.R. (Hrsg.) (2011a): *Grüne Energie aus dem Staatswald?! Bayerische Staatsforsten können Beitrag zur Energiewende leisten*. Presseinformation Nummer 82 vom 28.06.2011. Im Internet unter: http://www.baysf.de/fileadmin/user_upload/Unternehmen_Wal/Aktuelles/Pressemitteilungen/110629_BaySF_PM_Gruene_Energie_aus_dem_Staatswald.pdf (Datum: 6.3.2012)
- BaySF – Bayerische Staatsforsten A.ö.R. (Hrsg.) (2011b): *Statistikband Bayerische Staatsforsten 2011*. Im Internet unter: http://www.baysf.de/uploads/media/Statistikband2011_BaySEpdf (Datum: 06.02.2012)
- BaySF – Bayerische Staatsforsten A.ö.R. (Hrsg.) (2012): *Holzzeitschlagswerte 2010 (unveröffentlicht)*
- Bayerische Staatskanzlei (Hrsg.) (2011): *Bericht aus der Kabinettsitzung*. Pressemitteilung Nr. 179 vom 25.05.2011. München
- Bayerische Staatsregierung (Hrsg.) (2011): *Bayerisches Energiekonzept »Energie innovativ«*. Von der Bayerischen Staatsregierung beschlossen am 24.05.2011. Im Internet unter: <http://www.bayern.de/Anlage10345098/BayerischesEnergiekonzeptEnergieinnovativ%28neu%29.pdf> (Datum: 07.03.2012)
- Biomasseatlas (2012): *Datenbankabfrage des Biomasseatlas*. Im Internet unter: <http://www.biomasseatlas.de/index.php?id=1>; Stand: 24.01.2012, 8.30h (Datum: 24.01.2012)
- BMUNR – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2011): *Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung*. Berlin
- Borchert, H (2005): *Holzaufkommensprognose für Bayern*. LWF Wissen Nr.50. Freising
- Bortz, J. (1993): *Statistik für Sozialwissenschaftler*. 4. Aufl. Berlin u.a., Springer Verlag. 753 S.
- Bundesregierung (2010): *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin
- Bundesregierung (2011): *Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt*. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Eschborn
- Burger, F. (2010): *Bewirtschaftung und Ökobilanzierung von Kurzumtriebsplantagen*. Dissertation. Technische Universität München
- BVSE - Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (2011): *Mitgliederdatenbank*. <http://www.bvse.de/43/mitglieder> (Datum 08.06.2011)
- Bystricky, M. (2009): *Die Nutzenkorbmethode als Ansatz zum Vergleich der Strom-, Wärme-, und Kraftstoffproduktion aus Energiepflanzen*. Vortrag auf der Ökobilanz-Werkstatt, 05.-07.10.2009 Freising. Im Internet unter: www.netzwerk-lebenszyklusdaten.de/ (Datum: 08.05.2010)
- C.A.R.M.E.N. e.V. - Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk (2011): *Betriebsdaten geförderter bayerischer Biomasse-Heizwerke - Auswertung Jahresbericht 2010*. Straubing
- C.A.R.M.E.N. e.V. - Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk (2011): *Projekte/Pelletheizanlagen mit großer Leistung*. Im Internet unter: <http://www.carmen-ev.de/dt/energie/beispielprojekte/grosspellheizanlagen.html> (Datum: 15.12.2011)
- C.A.R.M.E.N. e.V. - Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk (2012): *Preisentwicklung bei Holzpellets – Der Pellet-Preis-Index*. Im Internet unter: <http://www.carmen-ev.de/dt/energie/pellets/pelletpreise.html> (Datum 18.01.2012)
- C.A.R.M.E.N. e.V. - Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk (2012): *Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln – der Energieholz-Index*. Im Internet unter: <http://www.carmen-ev.de/dt/energie/hackschnitzeln/hackschnitzelpreis.html> (Datum: 12.3.2012)

- Ceto-Verlag (Hrsg.) (2004): *Gut gelaufen. Brennstoffspiegel* 02/2004. S. 35-37. Leipzig
- Ceto-Verlag (Hrsg.) (2005): *Gut gelaufen. Brennstoffspiegel* 03/2005. S. 44-45. Leipzig
- Cremer, T.; Morhart, C.; Fischer, H. (2007): *Mobilisierung und wirtschaftliche Nutzung von Rohholz aus Wald und Landschaft zur Energieerzeugung. Ein Abschlussbericht zu dem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekt Mobilisierung und wirtschaftliche Nutzung von Rohholz aus Wald und Landschaft zur Energieerzeugung.* S. 79-91. Aktenzeichen 22128-33/0
- Degenbeck, G. (2012): *Pelletmarkt Bayern 2010.* Unveröffentlichte Diplomarbeit (Stand 29.02.2012)
- Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV) (2011): *Pressemitteilung - Pelletmarkt 2010: Große Mengen, stabile Preisentwicklung, aber weiterhin Modernisierungstau am Heizungsmarkt.* Im Internet unter: <http://www.depv.de/nc/oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilung/article/pelletmarkt-2010-grosse-mengen-stabile-preisentwicklung-aber-weiterhin-modernisierungstau-am-heiz/> (Datum 02.12.2011)
- DEPI – Deutsches Pelletinstitut (2011): *Telefonisches Interview* (Datum: 19.12.2011)
- Europäischer Wirtschaftsdienst (EUWID) (2010a): *Deutsche Pelletbranche zeigte 2010 erste Anzeichen einer Konsolidierung.* Holz und Holzwerkstoffe. Ausgabe 51/2010 vom 23.12.2010
- Europäischer Wirtschaftsdienst (EUWID) (2010b): *Weinzierl hat Produktion von Pellets aufgenommen.* Holz und Holzwerkstoffe. Ausgabe 51/2010 vom 23.12.2010
- Europäischer Wirtschaftsdienst (EUWID) (2011a): *EUWID-Preispiegel: Sägereistholz Deutschland.* Im Internet unter: <http://www.euwid-holz.de/maerkte/d-saegerestholz/sortiert-nach-datum.html> (Datum 18.01.2012)
- Europäischer Wirtschaftsdienst (EUWID) (2011b): *Pelletproduktion bei Enviva mittlerweile eingestellt.* Holz und Holzwerkstoffe. Ausgabe 6/2011 vom 10.02.2011
- Europäischer Wirtschaftsdienst (EUWID) (2012): *Auswertung der Marktberichte zwischen den Jahren 2004 und 2011.* Gernsbach
- Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.) (2010): *Pelletheizungen Marktübersicht.* 6. Auflage. Gülzow
- Frankenpost (2011): *Millionenprojekt voller Energie.* Ausgabe vom 16.04.2011, S. 7. Im Internet unter: <http://www.s-w-w.com/cms/images/stories/grundstein.pdf> (Datum: 25.01.2012)
- Frey, M. (2012): *Wärme aus dem Weinberg.* energie pflanzen 1, S. 34–36
- Haase, W. (2009): *MD Plattling. Aktualisierte Umwelterklärung 2008.* Im Internet unter: <http://www.upm.com/EN/RESPONSIBILITY/Principles-and-Performance/myllykoski/Documents/2008AktualisierteUmwelterklärungMDPlattling.pdf> (Datum: 08.03.2012)
- Hahn, J.; Schardt, M.; Schulmeyer, F. (2011): *Der Energieinhalt von Holz.* LWF-Merkblatt 12. Freising
- Hastreiter, H. (2011): *Der Holzeinschlag 2010 in Bayern.* LWF aktuell 86. Freising
- Hastreiter, H. (2012): *Auswertung der Erhebungen zum Holzeinschlag im Privat- und Körperschaftswald.* Stand 1.1.2012. Mündliche Auskunft (Datum: 6.3.2012)
- Helm, S. (2011): *Analyse der Holzverfügbarkeit im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen - Ergebnisbericht für die Energiewende Oberland (EWO).* Masterarbeit. Technische Universität München
- Hick, A.; Mantau, U. (2008): *Energieholzverwendung in privaten Haushalten. Marktvolumen und verwendete Sortimente.* Hamburg
- Hofer, P. (2003): *Einfluss von Temperatur von Temperatur und Globalstrahlungsschwankungen auf den Energieverbrauch der Gebäude.* Studie im Auftrag des Bundesamts für Energie. Bern
- Hrubesch, P. (1996): *Holzverbrauch in den Haushalten Deutschlands.* Gutachten im Auftrag der Europäischen Kommission. Berlin
- IE (Leipziger Institut für Energie), Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT) (Hrsg.) (2011): *Ermittlung aktueller Zahlen zur Energieversorgung in Bayern - Prognose 2009 und 2010.* Leipzig (unveröffentlicht)
- Institut Wohnen und Umwelt (IWU) (2011): *Anwendung des Excel-Tools zu den Klimadaten deutscher Stationen mit Daten des Deutschen Wetterdienstes.* Im Internet unter: www.iwu.de/datei/Gradtagszahlen_Deutschland.xls, Stand Mai 2011 (Datum: 12.01.2012)
- Kaltschmitt, M.; Hartmann, H.; Hofbauer, H. (Hrsg.) (2009): *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.* 2. Auflage. Berlin, Heidelberg
- Karikallio, H.; Mäki-Fränti, P.; Suhonen, N. (2011): *Competition in the global pulp and paper industries – An evaluation based on three approaches.* Journal of Forest Economics Nr. 17, S. 91–104
- Kern, M.; Raussen, T.; Funda, K.; Lootsma, A.; Hofmann, H. (2010): *Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwendung hinsichtlich Energieeffizienz, Klima und Ressourcenschutz.* Texte des Umweltbundesamtes 43/2010
- Kögl, S.; Deger, S.; Baumann, J.; Farny, A (2011): *Bilanz zum Hausmüll 2010 für Bayern.* Landesamt für Umwelt. Augsburg

- Krämer, G. (2010): *Spänebörsen im Holzgewerbe - AltholzV und 1. BlmSchV*. Im Internet unter: <http://wiki.bistech.de/artikel/4992/Sp%C3%A4neboerse%20im%20Holzgewerbe%20und%201.%20BlmSchV> (Datum: 6.3.2012)
- Kramer, H. (1985): *Begriffe der Forsteinrichtung*. 3. Auflage. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen Bd. 48. Frankfurt a.M.: J.D.Sauerländer's Verlag. 88 S.
- Landesinnungsverband des Bayerischen Kaminkehrerhandwerks (2005): *Statistische Erhebungen 2004 des Bayerischen Kaminkehrerhandwerks*
- Landesinnungsverband des Bayerischen Kaminkehrerhandwerks (2010): *Statistische Erhebungen 2009 des Bayerischen Kaminkehrerhandwerks*
- Landwirtschaftskammer Niederösterreich (Hrsg.) (2011): *Biomasse – Heizungserhebung 2010*. St. Pölten
- Lang – Gebr. Lang GmbH Papierfabrik (2008): *Umwelterklärung 2007. Gebr. Lang GmbH*. Im Internet unter: http://www.emas.de/fileadmin/user_upload/umwelterklaerungen/2008/DE-104-000115_Gebr-Lang-GmbH-Papierfabrik_2007.pdf (Datum 03.08.2012)
- Letalik, C. (2011): *mündliche Auskunft* (Datum: 02.02.2012). C.A.R.M.E.N. e.V Straubing
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2011a): *Verwerterdatenbank Bayern*. Im Internet unter: <http://www.lfu.bayern.de/abfall/verwerterdatenbank/recherche/index.htm> (Datum 09.06.2011)
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2011b): *Entsorgungsfachbetriebe in Bayern*. Im Internet unter: <http://www.lfu.bayern.de/abfall/entsorgerfachbetriebe/recherche/index.htm> (Datum 09.06.2011)
- Mantau, U.; Weimar, H.; Wierling, R. (2001): *Standorte der Holzwirtschaft: Sägeindustrie*. Universität Hamburg. Ordinariat für Weltforstwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg
- Mantau, U.; Sörgel, C (2006): *Energieholzverwendung in privaten Haushalten. Marktvolumen und verwendete Sortimente*. Universität Hamburg. Ordinariat für Weltforstwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg
- Mantau, U. (2007): *Sonderauswertung Sägeindustrie Bayern 2001 - 2004 im Auftrag der Clusterstudie Bayern*
- Mantau, U. (2009): *Holzrohstoffbilanz Deutschland. Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung bis 2012*. Tagungsband zum BMELV-Symposium 'Waldstrategie 2020', Berlin, 10.-11. Dezember 2008. Sonderheft Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research. S. 27–36
- Mantau, U. (2012): *Energieholzverwendung in privaten Haushalten. Marktvolumen und verwendete Sortimente*. Abschlussbericht. Hamburg.
- Marutzky R. (2004): *Biomassen auf Basis von Holz als Brennstoffe in Österreich, der Schweiz und Deutschland. Nutzungspotential – Theoretische und reale Potentiale – Qualitäten – Wettbewerbssituation – Preistendenzen*. Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI). Braunschweig
- Meier, M. (2011): *Dampfheizkraftwerke auf Holzbasis in Bayern*. Diplomarbeit. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Freising
- Moll, M. (2011): *ORC-Heizkraftwerke auf Holzbasis in Bayern*. Diplomarbeit. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Freising
- Moser, G. (2008): *Business to Business Relations in der Österreichischen Holzwirtschaft*. Umweltbundesamt. Wien
- Müller-Langer, F.; Schneider, S.; Witt, J.; Thrän, D. (2006): *Monitoring zur Wirkung der Biomassenverordnung*. Zwischenbericht. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamts. Förderkennzeichen 204 41 133 (Februar 2006)
- Musialczyk, C.; Mantau, U. (2007): *Die energetische Nutzung von Holz in kommunalen und gewerblichen Kleinanlagen*. Universität Hamburg. Ordinariat für Weltforstwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg
- Neugebauer, G.; Wittkopf, S.; Baudisch, C.; Günsche, F. (2004): *Hackschnitzel auf dem Vormarsch*. LWF Aktuell Nr.48, S.9-10. Freising
- Pack, J. (2007): *Die Spanplatte im Ofen? Rohstoffengpässe bei der stofflichen Holzverwertung*. Vortrag auf dem 11. Forstlichen Unternehmertag am 22.03.2007 in Freising.
- Peche, R.; Gerstmayr, B.; Kreibe, S.; Mauch, W.; Baitsch, M.; Demel, I.; Demharter, W.; Erlewein, M.; Arl, T. (2007): *Ökoeffizienzanalyse von Reststoffströmen in der Papierindustrie - Ist-Zustand und Optimierungsansätze*. bifa Umweltinstitut. Augsburg
- Pfeifer Group International (2012): *Produktionsstandort Unterbernbach/ Deutschland*. Im Internet unter: <http://www.pfeifergroup.com/de/produktionsstandorte/unterbernbach.html> (Datum: 30.01.2012)
- PLENUM westlicher Bodensee (Hrsg.) (2007-2008): *»Regio-Energieholz« - Machbarkeitsstudie zur Ermittlung und naturschutzfachlichen Bewertung der Energieholzreserven sowie Modellhafte Umsetzung (2007–2008)*. Kurzfassung zum PLENUM-Antrag
- Primas, A.; Cloos, L.; Kessler, F. (2011): *Schweizerische Holzenergiestatistik*. Erhebung für das Jahr 2010. Zürich
- Röder, H.; Steinbeis, E.; Borchert, H.; Wellhausen, K, Mai, W.; Kollert, W, Jentsch, A.; Woest, A.; Weber-Blaschke, G.; Fiedler, S. (2008): *Cluster Forst und Holz in Bayern. Ergebnisse der Cluster-Studie 2008*. Abschlussbericht. Freising

- RWI/forsa (2011): *Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006-2008. Teilbericht für das Projekt Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006-2010*. Forschungsprojekt Nr.54/09 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Berlin
- Sachs, L. (1992): *Angewandte Statistik*. 7. Aufl. Berlin u.a., Springer Verlag. 846 S.
- Sappi – Sappi Stockstadt GmbH (2011): *Umwelterklärung 2010. Sappi Stockstadt GmbH*. Im Internet unter: http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=umwelterkl%C3%A4rung%20sappi%20stockstadt%202010&source=web&cd=2&ved=0CFIQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.sappi.com%2Fregions%2F%2F_layouts%2Fdownload.aspx%3FSourceUrl%3D%252Fregions%252F%252FSappiEurope%252FMills%252FStockstadt%252520Mill%252FStockstadt%2525202010%252520EMAS%252520report%252520german.pdf&ei=Qif0T5_XDKT64QTn26nHBg&usq=AFQjCNFu-3f3-j0FP9-uyumuujgW16H8F9A&cad=rja (Datum: 07.03.2012)
- Schnell, A.; Bauer, A. (2005): *Die zweite Bundeswaldinventur 2002: Ergebnisse für Bayern*. LWF Wissen Nr.49. Freising
- Sörgel, C.; Mantau, U. (2005): *Standorte der Holzwirtschaft: Sägeindustrie*. Abschlussbericht. Universität Hamburg. Ordinariat für Weltforstwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg
- Statistisches Bundesamt (2011): *Holzeinschlag nach Holzart/Holzsortiment und ausgewählten Besitzarten*. Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2012a): *Erzeugerpreise für leichtes Heizöl*. Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2012b): *Erzeugerpreisindizes für gewerbliche Produkte. Holz in Form von Plättchen oder Schnitzeln aus Nadelholz*. Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2012c): *Erzeugerpreise forstwirtschaftlicher Produkte*. Wiesbaden
- Statistisches Landesamt – Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.) (2011a): *Baugenehmigungen in Bayern im Jahr 2010*. München
- Statistisches Landesamt – Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.) (2011b): *Baufertigstellungen in Bayern im Jahr 2010*. München
- Statistisches Landesamt – Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.) (2011c): *Verarbeitendes Gewerbe in Bayern 2010 (sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden)*. München
- Statistisches Landesamt – Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hrsg.) (2011d): *Ausfuhr und Einfuhr Bayerns 2010 – Endgültige Ergebnisse*. München
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (1990): *Hilfstafeln für die Forsteinrichtung. Zusammengestellt für den Gebrauch in der Bayerischen Staatsforstverwaltung*. München
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (2010): *Richtlinie zur Förderung der CO₂-Vermeidung durch Biomasseheizanlagen*. München
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (2011a): *Waldbericht 2011*. München
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (2011b): *Zentrale InVeKoS Datenbank (ZID)*. Im Internet unter: <http://www.behordenwegweiser.bayern.de/dokumente/aufgabenbeschreibung/59664490467> (Datum: 20.02.2012)
- Stoll, B.; Burger, F. (2012): *Fäller-Bündler-Technologie in der KUP-Ernte*. LWF aktuell Nr.90, S. 18–20
- TFZ (Technologie- und Förderzentrum) (2012): *Aktuelle Scheitholzpreise*. Im Internet unter: <http://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/17385/> (Datum: 12.3.2012)
- Thrän, D.; Lenz, V.; Zeller, V.; Schenker, A.; Lorenz, H.; Peters, W. (2009): *Gutachterliche Einordnung des Landschaftspflegeboonus im EEG 2009*. Deutsches Biomasse Forschungszentrum DBFZ
- UBA – Umweltbundesamt (2011a): *Grenzüberschreitende Verbringung von zustimmungspflichtigen Abfällen. Zeitreihe Export nach Abfallarten ab Inkrafttreten des europäischen Abfallkatalogs*. Im Internet unter: <http://www.umweltbundesamt.de/abfallwirtschaft/abfallstatistik/dokumente/ZeitreiheExportAbfallarten.pdf> (Datum: 10.03.2012)
- UBA – Umweltbundesamt (2011b): *Grenzüberschreitende Verbringung von zustimmungspflichtigen Abfällen. Zeitreihe Import nach Abfallarten ab Inkrafttreten des europäischen Abfallkatalogs*. Im Internet unter: <http://www.umweltbundesamt.de/abfallwirtschaft/abfallstatistik/dokumente/ZeitreiheImportAbfallarten.pdf> (Datum: 10.03.2012)
- UPM (2009a): *Umweltbilanz 2008. UPM Schongau*. Im Internet unter: http://www.emas.de/fileadmin/user_upload/umwelterklaerungen/2009/DE-155-000025_UPM-Kimmene-Papier-Schongau_2009.pdf (Datum: 08.03.2012)
- UPM (2009b): *Umweltbilanz 2008. UPM Augsburg*. Im Internet unter: http://www.emas.de/fileadmin/user_upload/umwelterklaerungen/2009/DE-104-000027_UPM-Kimmene-Papier-Augsburg_2009.pdf (Datum: 08.03.2012)
- UPM (2011): *UPM wird die Papiermaschine 3 am Standort Ettlingen stilllegen und überlappende Geschäftstätigkeiten in Deutschland restrukturieren*. Pressemitteilung von 8. Dezember 2011. Im Internet unter: <http://www.upm.com/de/medien/pressemitteilungen/pages/UPM-wird-die-Papiermaschine-3-am-Standort-Ettringen-stilllegen.aspx> (Datum: 07.03.2012)
- Verband Bayerischer Papierfabriken (VBP) (2012a): *Rohstoffeinsatz in Bayern 2010*. Im Internet unter: <http://www.baypapier.com/vbp/rohstoffe.html> (Datum 01.02.2012)

Verband Bayerischer Papierfabriken (VBP) (2012b): *Entwicklung der Produktionsmenge der bayerischen Papierindustrie in 1.000 t*. Im Internet unter: <http://www.baypapier.com/papierverpackung/daten-fakten/papiererzeugung> (Datum 11.03.2012)

Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e. V. (VHI) (Hrsg.) (2011): *Forum Bioenergie aus Holz – wo liegen die Grenzen?* Dokumentation des wissenschaftlichen Kolloquiums vom 2. Juni 2011. Im Internet unter: http://www.holz-verantwortungsvoll-nutzen.de/wp-content/uploads/2011/07/Dokumentation_Forum-Ligna-20111.pdf (Datum: 6.3.2012)

Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie e.V. (VHI) (2012): *Holzwerkstoffproduktion in Deutschland*. Im Internet unter: http://www.vhi.de/template/index.cfm/fuseaction/directCall/module/content/function/fuseactionSLASHx_showContentSLASHx_uuidSLASHx_81F4F51E-E081-5904-876E01A36EA758EC/sLang/DE/template/28/location/6CAC96C5-18D248B0-86F8CE1CE2FCE51B/sLang/DE/lastuuid/208C56A1D612-DB4A-8E704EA531FDCBA2/WAF/index.htm (Datum: 05.03.2012)

Verband der Deutschen Säge- und Holzindustrie e.V. (VDS) (Hrsg.) (2010): *Jahresbericht 2009/2010*. Wiesbaden

Verband Deutscher Papierfabriken (VDP) (Hrsg.) (2010): *Papier 2010. Ein Leistungsbericht*. Bonn

Verband Deutscher Papierfabriken (VDP) (Hrsg.) (2011): *Papier 2011. Ein Leistungsbericht*. Bonn

Wagner, P.; Wittkopf, S. (2000): *Der Energieholzmarkt Bayern*. LWF Wissen Nr.26. Freising

Weimar, H.; Mantau, U. (2008): *Standorte der Holzwirtschaft: Altholz im Entsorgungsmarkt – Aufkommens- und Vermarktungsstruktur*. Abschlussbericht. Universität Hamburg. Ordinariat für Weltforstwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg

Weimar, H. (2011): *Der Holzfluss in der Bundesrepublik Deutschland 2009. Methode und Ergebnis der Modellierung des Stoffflusses von Holz*. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft 2011 / 06. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Hamburg

Wittkopf, S. (2005): *Bereitstellung von Hackgut zur thermischen Verwertung durch Forstbetriebe in Bayern. Dissertation an der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München*. Freising

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht setzt die Marktberichterstattung zur Nutzung von Holz zur Energieerzeugung in Bayern aus den Jahren 2000 (Wagner und Wittkopf 2000) und 2005 (Bauer et al. 2006) fort.

Einführung und Zielsetzung

Bedingt durch steigende Preise für fossile Energieträger und politische Rahmenbedingungen, die Klimaschutz und Energiewende zum Ziel haben, wurde die Nutzung von Holz zur Wärme- und Stromerzeugung die letzten Jahre weiter ausgebaut. Es ist weiter erklärtes Ziel der Bayerischen Staatsregierung, erneuerbare Energien zu fördern. Feste Biomasse aus Land- und Forstwirtschaft soll eine wichtige Rolle insbesondere bei der Wärmeerzeugung spielen. Hier wiederum steht Holz im Mittelpunkt.

Der Energieholzmarktbericht Bayern 2010 untersucht ausführlich das Aufkommen an Holz zur stofflichen und energetischen Nutzung. In einem zweiten Schritt wird der Verbrauch von Holzsortimenten dargestellt, die sowohl zur Energieerzeugung als auch in der Holzverarbeitenden Industrie genutzt werden. Produktion und Verbrauch werden anschließend gegenübergestellt und aus der Bilanzierung Empfehlungen für die Weiterentwicklung der energetischen Holznutzung herausgearbeitet.

Methodik

Die Energieholzbereitstellung aus dem Wald wurde anhand der offiziellen Einschlagstatistik für Bayern berechnet. Auf eine aktuelle Potentialanalyse zum Waldenergieholz wurde verzichtet, da die Daten zur dritten Bundeswaldinventur (BWI³) noch nicht vorlagen.

Aufbauend auf der Cluster-Studie 2008 wurden für die Energieholzmarktuntersuchung umfangreiche Erhebungen in der Holzverarbeitenden Industrie, bei Altholzentsorgern, bei Biomasseheiz(kraft)werken und in Privathaushalten durchgeführt. Zur Ermittlung des Flurholzpotentials wurde ein GIS-gestützter Ansatz verfolgt. Dadurch konnte ein differenziertes Bild zum Aufkommen und Verbrauch von Holzsortimenten zur energetischen und stofflichen Nutzung gewonnen werden.

Aufkommen

Für die einzelnen Energieholzsortimente wurde ein Aufkommen in folgenden Größenordnungen ermittelt:

- Die bayerische Forstwirtschaft schlug 2010 rund 10,4 Millionen Fm m. R. (Festmeter mit Rinde) Stammholz ein.
- Das Waldenergieholzaufkommen lag 2010 bei einer Gesamtmenge von 6,1 Millionen Fm m. R. und ist seit der letzten Berichterstattung deutlich gestiegen.
- Es wurden 1,4 Millionen Fm (Festmeter) Industrieholz durch die Forstwirtschaft bereitgestellt.
- Bezogen auf das Waldholz wurden 66 % der Holzmenge für eine stoffliche Nutzung als Stammrundholz oder Industrieholz zur Verfügung gestellt.
- In bayerischen Sägewerken fielen als Koppelprodukt der Schnittholzproduktion 4,9 Millionen Fm (2,0 Millionen t atro [Tonnen absolut trocken]) Sägenebenprodukte sowie Rinde und Hobelspäne an. Aus einer Teilmenge daraus wurden etwa 600.000 t Pellets (rund 1,4 Millionen Fm) hergestellt.
- Industrierestholz fiel durch die Verwendung von Halb- und Fertigwaren in geringerem Umfang an. Im Jahr 2010 lag das Aufkommen bei 1,2 Millionen Fm (0,5 Millionen t atro).
- Im Jahr 2010 wurden 1,1 Millionen t atro Altholz durch die Entsorger erfasst, sowie etwa 0,2 Millionen t atro direkt in Privathaushalten im Wesentlichen energetisch genutzt (in Summe circa 2,4 Millionen Fm).

- Das Aufkommen von Flur- und Schwemmh Holz aus Landschafts- und Grünflächenpflegemaßnahmen sowie der Gewässerbewirtschaftung lässt sich derzeit schwer fassen. 2010 wird mit einer Menge von 0,7 Millionen Fm (0,3 Millionen t atro) (inkl. Holz aus privaten Gärten) gerechnet.
- Holz aus Kurzumtriebsplantagen entwickelt derzeit nur eine geringe Marktrelevanz. Die Erntemenge wird für das Jahr 2010 auf etwa 2.000 t atro (rund 5.000 Fm) geschätzt.

Verbrauch

Die Nachfrage nach Holz als Energieträger für Wärme und Strom hat seit dem letzten Marktbericht zugenommen:

- Privathaushalte nutzten 2010 Scheitholz aus Wald und Garten, Altholz, Pellets und Briketts sowie Hack schnitzel in einem Gesamtumfang von rund 7,5 Millionen Fm.
- Biomasseheizwerke und Biomasseheizkraftwerke mit Dampf- oder ORC-Prozess setzten in Bayern 2010 rund 1,8 Millionen t atro (entspricht etwa 4,2 Millionen Fm) Energieholz in Form von Altholz, Waldhackschnitzeln, Sägenebenprodukten/ Industrierestholz sowie in geringerem Umfang Rinde und Landschaftspflegeholz und sonstige holzige Biomasse ein.
- Feuerstätten in Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden verbrauchten etwa 1,2 Millionen Fm (0,5 Millionen t atro) Energieholz im Jahr 2010.
- Der Energieinhalt des im Jahr 2010 in Bayern energetisch genutzten Holzes lag bei etwa 105 PJ (Petajoule).
- In der Sägeindustrie wurden 10,6 Millionen Fm Rundholz (mit Rinde) eingeschnitten.
- Die Gesamtmenge der in der Holzwerkstoff- und Papier-/ Zellstoffindustrie stofflich genutzten Wald- und Altholzsortimente sowie der Sägenebenprodukte lag bei etwa 3,7 Millionen Fm (1,5 Millionen t atro) Holz.

Bilanz

In der Holzbilanz werden neben frischem Holz aus dem Wald auch die Holzmengen dargestellt, die aus Sägespänen, Verarbeitungsresten, Altholz und Flurholz stammen. Für das Jahr 2010 wurde in Summe ein Holzaufkommen in Höhe von etwa 30 Millionen m³ (Kubikmeter) mit Rinde errechnet. Aus dem Wald stammen davon 18 Millionen m³, energetisch wurden in Bayern knapp 13 Millionen m³ verwendet. Etwa 18 % des Holzaufkommens wurde exportiert. Von den in Bayern verbrauchten Holzmengen wurden 51 % stofflich verwendet, das sind etwas mehr als 14 Millionen m³.

Insgesamt stieg der Energieholzverbrauch in Bayern von 2005 bis 2010 um rund die Hälfte an. Zum einen kann diese Entwicklung auf die deutlichen Preisanstiege bei den fossilen Energieträgern, zum anderen auf die geänderten politischen und energiemarktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zurückgeführt werden. Besonders hervorzuheben ist die überdurchschnittlich kalte Witterung im Jahr 2010. Die Zahl der Tage mit Heizbedarf war um etwa 8 % größer als 2005. Insofern mag der Trend des zunehmenden Energieholzverbrauchs überzeichnet sein.

Ausblick

Bei allen Energieholzsortimenten sind die Preise in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Holz, das früher ausschließlich als Stamm- oder Industrieholz ausgehalten wurde, wird zunehmend auch energetisch verwendet. Der Holzeinschlag könnte (regional unterschiedlich) noch weiter gesteigert werden. Mit erheblichen zusätzlichen Mengen aus dem Wald sollte jedoch nicht gerechnet werden. Eine weitere Quelle für Energieholz könnte durch die Anlage von Kurzumtriebsplantagen mit schnellwachsenden Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen entstehen. Die Holzressourcen könnten auch effizienter genutzt werden. Holz erst nach einer stofflichen Verwendung energetisch zu nutzen, ist im Hinblick auf den Klimaschutz sinnvoller, als Waldholz unmittelbar zu verbrennen.

Summary

This report continues with the coverage of the wood market for purposes of energy production, from the years 2000 (Wagner and Wittkopf 2000) and 2005 (Bauer et al. 2006).

Introduction and Objectives

Over the last years, the utilization of wood for heat and electric energy production increased due to rising prices for fossil fuels. The political framework requirements which aim to mitigate the effects of climate change as well as to enable the »Energiewende«³¹ in Germany increased the demand for fuel wood as well. The goal of the Bavarian State Government is to stimulate energy from renewable resources. Solid biomass from agriculture and forestry is to play a key role, especially in the generation of heat with woody biomass as the main energy source.

The wood energy market report for Bavaria in 2010 extensively analyzes the production of wood as a source for energy and for material purposes. A second step describes the consumption of wood assortments which can alternatively be used for energy production or in the wood processing industry. Finally, supply and consumption are compared. Recommendations from the resulting balance will be made for the further development of energy wood utilization.

Methodology

The wood energy supply from Bavarian forests was calculated on the basis of official statistics of harvested volume.

Based on the Cluster Analysis of 2008, comprehensive surveys were carried out at the levels of wood processing industries, waste wood disposal companies, biomass heating power plants and private households. Thus, a sophisticated picture about production and consumption of wood assortments for energetic and material utilization was designed. The calculation of the wood potential obtainable from cultural landscape management was derived from GIS data.

Production

The following production quantities were derived for single wood energy assortments:

- In 2010, the Bavarian Forestry Sector harvested about 10.4 million cubic metres round wood over bark.
- The production of energy wood from forests increased significantly since the last report, and amounted to 6.1 million cubic metres over bark in 2010.
- The Forestry Sector supplied 1.4 million cubic metres of industrial wood.
- 66 % of the harvested volume was used for construction, furniture, paper and pulp or particle boards.
- Bavarian sawmills produced 4.9 million cubic metres (2 million tons dry weight) of by-products including bark and planning chips.
- Due to utilization of semi-finished and finished products in the furniture industry, smaller quantities of industry residual wood were generated. For 2010 the total amount of industry residual wood in Bavaria was approximately 1.2 million cubic metres (0.5 million tons dry weight).
- In 2010, disposal companies collected 1.1 million tons dry weight of waste wood and private households used 0.2 million tons for energy consumption.

³¹ „In the aftermath of the catastrophe in Fukushima/Japan (2011) the German Federal Government decided to abandon the use of nuclear energy by 2022.”

- The production of energy wood from cultural landscape management and from driftwood is in fact difficult to determine. Estimations for 2010 indicate the utilization of 0.7 million cubic metres (0.3 million tons dry weight) which includes wood from private gardens.
- Wood from short-rotation coppice is only developing little market relevance.

Consumption

The demand for wood as energy source for heat and electrical generation rose since the last market report:

- In 2010, private households used an overall volume of about 7.5 million cubic metres of firewood from forests and gardens, pellets, briquettes, and woodchips.
- Biomass heating plants and combined biomass heat and power stations with steam- or ORC-engineering, used 1.8 million tons dry weight (equivalent to circa 4.2 million cubic metres) of wood as energy source in the form of waste wood, woodchips from forest sources, by-products as well as industrial residual wood of the forestry industry and in low quantities bark, wood of cultural landscape management, and other woody biomass.
- Fuel-burning installations of industrial businesses and public buildings consumed about 1.2 million cubic metres (0.5 million tons dry weight) energy wood in the year 2010.
- In the year 2010, the energy content of the wood used for energetic purposes in Bavaria amounted to 105 PJ (Petajoule).
- The sawmill industry transformed 10.6 million cubic metres of round wood under bark.
- In the wood-based-panels-industry and in the pulp and paper industry the total volume of utilized forest wood, waste wood as well as by-products from the sawmill industry amounted to 3.7 million cubic metres (1.5 million tons dry weight).

Balance

For the year 2010 a volume of 30 million cubic metres of wood was produced in Bavaria. Approximately 18 million cubic metres were harvested in the forests.

The energetic use of wood amounts to 13 million cubic metres and rose about 50 % between 2005 and 2010. Driving forces for the increased energetic use are the soaring prices for fossil fuels as well as political and economic framework conditions.

The weather in the year 2010 should also be considered as a reason for an increased demand of energy wood. The number of days on which the households had to heat their home was significantly higher than in 2005.

Outlook

Prices for energy wood rose over the last years. The competition between material and energetic use of wood is increasing. Regional potentials for higher harvesting volumes could be realised more efficiently, however, the natural boundaries of sustainability will limit the harvest. A further source of energy wood could be created by establishing short rotation plantations with fast growing tree species (e.g. *Populus* spp.) on agricultural areas. It will also be necessary to use the wood resources in a more efficient way by favoring a material use before combustion.

Anhang

Wirtschaftszweig		Anzahl Adressaten (N)	Anzahl Antworten (n)	Rücklaufquote
Sägewerke				
	Kleinsäger	ca. 1200	184	15%
	Großsäger	34	13 (Schriftliche Befragung)	38% (vollständiger Fragebogen) bzw. 100% (Einschnitt und Einschnittskapazität)
			21 (Telefonische Befragung)	
Gewerbliche Energieerzeugung in BMH(K)W aus holzartiger Biomasse				
Anlagentypen	Dampfheizkraftwerke	27	17	63%
	ORC-Heizkraftwerke	26	12	43%
	Biomasseheizwerke	ca. 630	186	ca. 30%
BMH(K)W nach Feuerungswärmeleistung [Kilowatt]	< 500			20%
	500 – 999			46%
	1000 – 4999			57%
	> 5000			44%
Pellethersteller		16	15	94%
Holzwerkstoffhersteller		4	2	50%
Papierhersteller		20	8	40%
Altholzentsorger		210	47	22%

Tabelle 23: Absoluter und anteiliger Rücklauf der Unternehmensbefragungen

Einschnittskapazitätsklasse	N	n	Rücklauf	Einschnitt			
				Mittelwert	Median	Standardabweichung	einfacher Standardfehler
Bis 4.999 Festmeter	1.099	60	5,8%	1.318	905	1.496	15%
5000 bis 9.999 Festmeter	171	37	24,0%	8.783	7.550	4.471	8%
10.000 bis 49.999 Festmeter ¹	30	14	26,7%	21.400	22.000	8.933	15%

Tabelle 24: Statistische Kennzahlen zum Einschnitt der Klein- und Mittelsäger

¹ Ohne Laubholzsäger über 20.000 Fm Einschnittskapazität

Sortiment	Haushaltsgröße	n	arithm. Mittel des Verbrauchs [Fm]	Median des Verbrauchs [Fm] μ	Vertrauensintervall des Medians μ	min [Fm]	max. [Fm]
Scheitholz	1 Person	37	3,6	2,1	$1,4 \leq \mu \leq 3,5$	0,1	14
	2–4 Personen	172	5,4	3,5	$2,8 \leq \mu \leq 4,2$	0,1	21
	5+ Personen	26	8,9	4,9	$2,8 \leq \mu \leq 14$	0,7	31,5
Altholz	alle	20	2,6	1,4	$0,7 \leq \mu \leq 2,8$	0	10,5
Pellet	alle	23	6,13	4,62	$3,0 \leq \mu \leq 9,5$	1,5	16,7
Brikett	alle	10	1,4	0,2	$0,1 \leq \mu \leq 2,1$	0,01	15
Hackschnitzel	alle	5	33	30		4	80

Tabelle 25: Statistische Kennzahlen zum Verbrauch verschiedener Energieholzsortimente z. T. nach Haushaltsgrößen (eigene Erhebung)

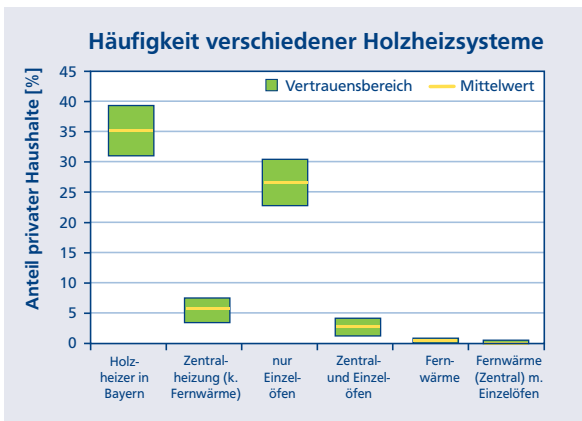


Abbildung 47: Mittelwerte und 95%-Vertrauensbereiche der Anteile von Nutzern verschiedener Holzheizungssysteme (Doppelnennungen, z. B. Zentralheizung und Einzelfeuerungen, waren möglich).

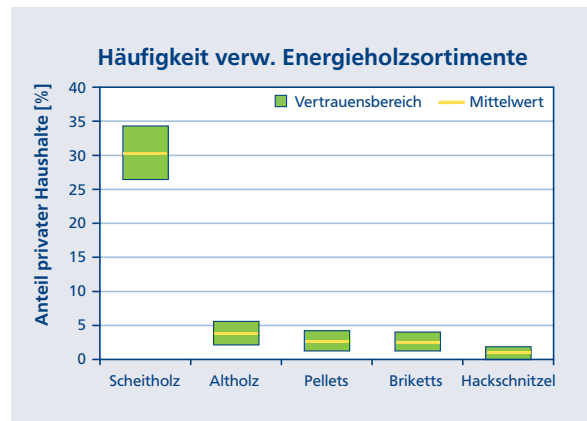


Abbildung 48: Mittelwerte und 95%-Vertrauensbereiche der Anteile von Nutzern verschiedener Energieholzsortimente (Mehrfachnennungen waren möglich).

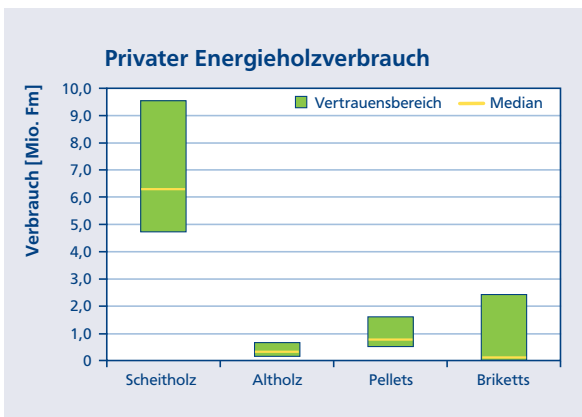


Abbildung 49: Median und 95%-Vertrauensbereiche der auf die 6,065 Millionen bayerischen Haushalte hochgerechneten Verbräuche an Energieholz nach verschiedenen Sortimenten (für den Hackschnitzelverbrauch ist auf Grund der geringen Nutzerzahlen keine Angabe möglich).

Anschrift der Autoren

Dr. Herbert Borchert

Bayerische Landesanstalt für Wald
und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Herbert.Borchert@lwf.bayern.de

Dr. Frank Burger

Bayerische Landesanstalt für Wald
und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Frank.Burger@lwf.bayern.de

Dr. Elke Dietz

Bayerische Landesanstalt für Wald
und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Elke.Dietz@lwf.bayern.de

Jan-Philipp Egner

Bayerische Landesanstalt für Wald
und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Jan-Philipp.Egner@lwf.bayern.de

Stefan Friedrich

Bayerische Landesanstalt für Wald
und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Stefan.Friedrich@lwf.bayern.de

Remigius Hammerl

Bayerisches Staatsministerium
für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Ludwigstraße 2
80539 München
Remigius.Hammerl@stmelf.bayern.de

Fabian Schulmeyer

Bayerische Landesanstalt für Wald
und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
Fabian.Schulmeyer@lwf.bayern.de

Christina Schumann

Bayerische Landesanstalt für Wald
und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising

Dr. Florian Zormaier

Bayerisches Staatsministerium
für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Ludwigstraße 2
80539 München
Florian.Zormaier@stmelf.bayern.de

