4 Aufkommen und Potenziale von Energieholzsortimenten

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

4.1 Waldholz als Scheitholz, Waldhackschnitzel und Industrieholz

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

4.1.1 Wald und Forstwirtschaft in Bayern

Die Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur 2002 verdeutlichen die günstigen Voraussetzungen für die Forst- und Holzwirtschaft in Bayern.[18] Rund 2,6 Mio. ha sind in Bayern mit Wald bedeckt, das entspricht einem Anteil von 36 %. Der Gesamtvorrat der bayerischen Wälder beträgt 980 Mio. Vfm, bzw. 403 Vfm/ha. Über 50 % des ermittelten Vorrats entfällt auf Fichte, gefolgt von Kiefer mit 18 % und Buche (12 %). Der Holzvorrat erhöhte sich im Vergleich zur ersten Bundeswaldinventur um 23 %. Jährlich wuchsen in den vergangenen Jahren in Bayern im Durchschnitt 12,9 Vfm/ha bzw. 10,3 Efm/ha zu.

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

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

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

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

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

[18] Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur in Bayern bieten Schnell, A.; Bauer, A. (2005).

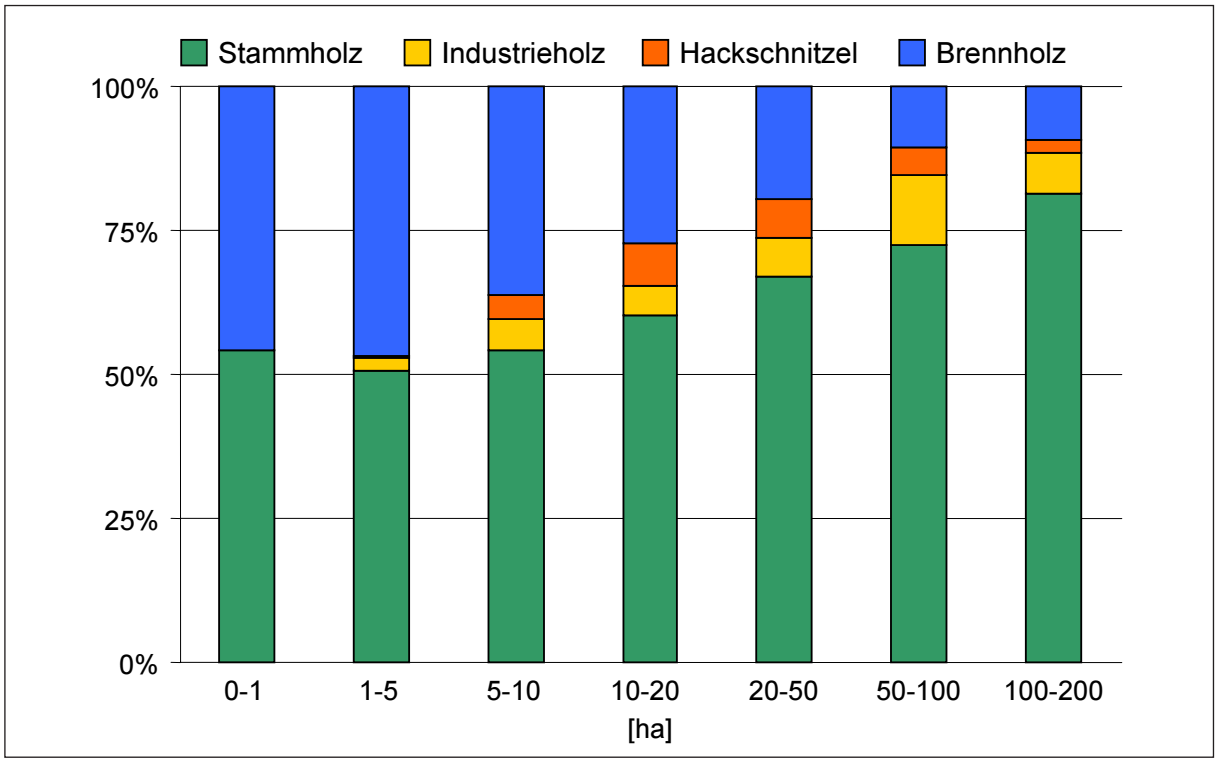

Abb. 2: Sortimentsaushaltung im Privatwald bis 200 ha nach Besitzgrößen; Quelle: Beck, R.; Perschl, H. (2006)

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

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

4.1.2 Aufkommen an Waldenergieholz und Industrieholz

Waldenergieholz

Die derzeit eingeschlagene Menge an Scheitholz (Brennholz) und zu Hackschnitzeln verarbeitetem Holz wird nicht explizit für alle Waldbesitzarten erhoben. Auf Grund des unterschiedlichen Verhaltens beim Einschlag und bei der Sortimentsaushaltung wurde das Aufkommen getrennt nach Privatwald bis 200 ha und den anderen Waldbesitzarten (Privatwald größer 200 ha, Körperschafts- und Staatswald) berechnet.

Methodisches Vorgehen beim Privatwald bis 200 ha

Beck und Perschl analysierten das Holzaufkommen des Jahres 2004 im Privatwald bis 200 ha.[21] Die unterschiedlichen Sortimentsaushaltungen nach den Besitzgrößenklassen zeigt Abbildung 2.

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

[19] Borchert, H. (2005)

[20] Borchert, H. (2005)

[21] Beck, R.; Perschl, H. (2006)

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

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

Methodisches Vorgehen beim Privatwald über 200 ha, Körperschaftswald sowie Staatswald

Im Unterschied zum Privatwald bis 200 ha wurde bei den anderen Waldbesitzarten die Verteilung des Holzeinschlags auf die verschiedenen Sortimente entsprechend dem Anteil im bayerischen Staatswald in den Jahren 1999 bis 2003 zugrunde gelegt. Dies ergab einen Brennholzanteil von 12,8 % beim Laubholz und 2,5 % beim Nadelholz sowie einen NH-Anteil von 12,9 % beim Laubholz und 9,5 % beim Nadelholz.[23] NH bezeichnet das nicht verwertete Holz. Allerdings wird ein Teil des zunächst als NH gebuchten Holzes nachträglich doch noch vermarktet. Beispielsweise arbeiten Selbstwerber liegen gebliebene Baumwipfel zu Brennholz auf. Aus diesem Grund wurde neben der als Brennholz gebuchten Holzmenge auch die Menge des verkauften NH dem Waldenergieholzaufkommen zugerechnet. Im Staatswald wurden gemäß der Holzeinschlags- und Holzverkaufsstatistik der Jahre 2000 bis 2003 36 % des NH verkauft. Es wurde unterstellt, dass dieser im Staatswald ermittelte Anteil des Waldenergieholzes auch für den Körperschaftswald und den Großprivatwald (Flächengröße über 200 ha) gilt. Dieser Mengenanteil dürfte das Aufkommen an Waldenergieholz allerdings noch unterschätzen. Zumindest für den Staatswald ist bekannt, dass aus buchungstechnischen Gründen beträchtliche Holzmengen als Industrieholz verbucht werden, obgleich sie tatsächlich als Brennholz verwendet werden. Es gibt jedoch keine Möglichkeit, den Anteil dieser „fehlerhaft" gebuchten Mengen einzuschätzen. Auch aus diesem Grund sollte das Aufkommen von Industrieholz bei der Ermittlung des Energieholzpotenzials mit berücksichtigt werden. Das Aufkommen an Waldenergieholz setzt sich zusammen aus den Brennholzanteilen und den nachträglich verkauften Mengen des anfallenden NH. Als Berechungsgrundlage für den Gesamteinschlag wird für den Privatwald mit einer Flächengröße über 200 ha und den Staatswald der Durchschnitt des Holzaufkommens der Jahre 2003 und 2004 verwendet.[24] Da für den Körperschaftswald keine plausiblen Einschlagszahlen vorliegen, werden für den Körperschaftswald die durchschnittlichen Nutzungen zwischen 1987 und 2002 gemäß der Bundeswaldinventur verwendet.

Waldenergieholzaufkommen

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

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

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

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

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

[22] Beck, R.; Perschl, H. (2006) sowie Perschl, H. et al. (2004)

[23] Borchert, H. (2005)

[24] ZMP (2005)

[25] Beck, R.; Perschl, H. (2006)

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

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

Industrieholzaufkommen

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

4.1.3 Waldenergieholzpotenzial

Grundlagen für die Berechnung des Waldenergieholzpotenzials liefern hauptsächlich die Ergebnisse der im Jahr 2002 durchgeführten zweiten Bundeswaldinventur.[28] Auf dieser Basis prognostizierte Borchert (2005) die Holznutzungen in Bayern für die künftigen Jahre nach den einzelnen Waldbesitzarten. Auf Basis des berechneten jährliches Potenzials, gegliedert nach Sorten, Baumarten und Waldbesitzstruktur, läßt sich die jährliche Waldenergieholzmenge abschätzen.

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

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

Insgesamt ergibt sich ein Potenzial von jährlich 5,4 Mio. m^3 o.R. bzw. 2,4 Mio. t atro.[30]

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

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

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

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

[26] Wittkopf, S. (2005)

[27] Beck, R.; Perschl, H. (2006); Perschl, H. et al. (2004, 2003): Jahresberichte der Bayerischen Staatsforstverwaltung

[28] Schnell, A.; Bauer, A. (2005)

[29] Weitere Ausführungen zur Methodik der Holzaufkommensprognose in Bayern siehe Borchert, H. (2005); das Stammholz wurde zum Teil dem Energieholz zugerechnet, weil sein Anteil in dem verwendeten Prognoseprogramm (WEHAM) vermutlich überschätzt wird. Bei der Sortierung in dem Computerprogramm werden keine Qualitätsmängel wie Fauläste oder Zwiesel berücksichtigt, die eine Verwendung als Stammholz ausschließen und allenfalls die Verwendung als Brennholz zulassen.

[30] Borchert, H. (2005)

Verteilung auf Brennholz und Stammholz nicht verändert.

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

- vom prognostizierten Rohholzaufkommen die Menge des bisherigen Industrieholzanteils einschließlich der Rinde;
- vom prognostizierten Rohholzaufkommen die Menge des bisherigen Brennholz- und Hackschnitzelanteils einschließlich der Rinde;
- auf 50 % der Fläche wird eine Mehrausbeute von 8 % bezogen auf die Derbholzmasse berücksichtigt.[32]

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

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

Das Waldenergieholzpotenzial setzt sich im Privatwald größer 20 ha, im Körperschafts- und Staatswald zusammen aus:

- 100 % der prognostizierten Industrieholzmenge einschließlich der Rinde;
- 7,5 % der prognostizierten Nadelstammholzmenge und 15 % der Laubstammholzmenge; einschließlich der Rinde,
- 100 % des prognostizierten NH einschließlich der Rinde;
- einer Mehrausbeute von 8 % bezogen auf die prognostizierte Derbholzmasse auf 50 % der Fläche.

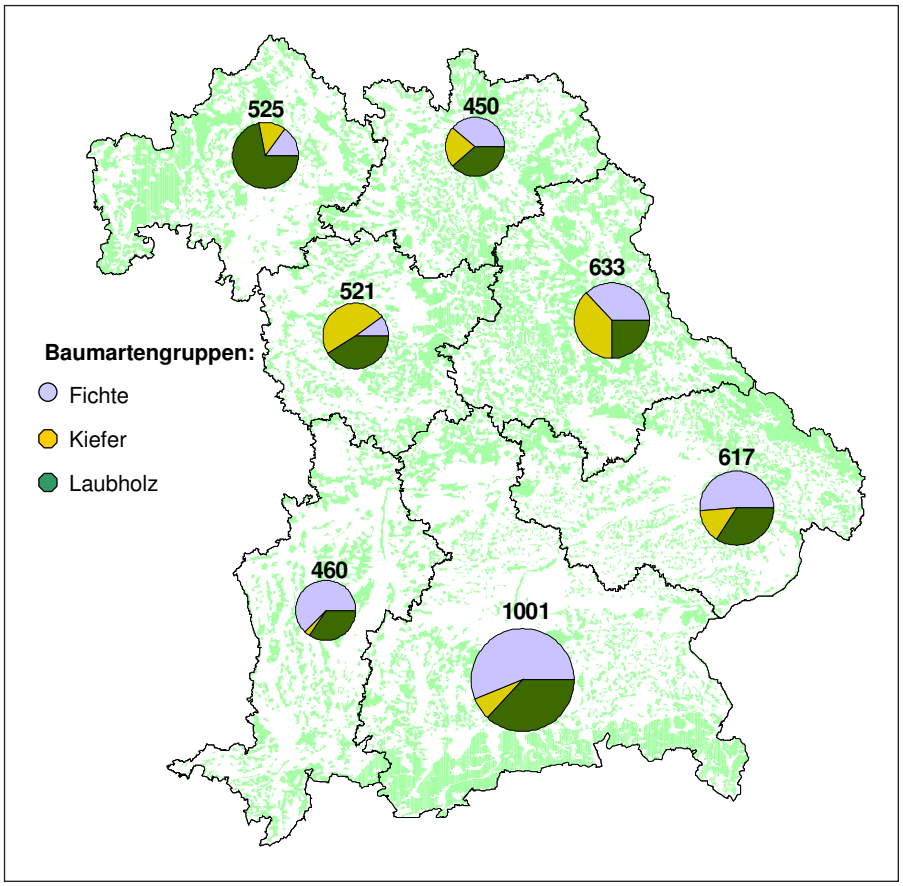

Abb. 3: Jährliches Waldenergieholzpotenzial je Regierungsbezirk in t atro; die Grafiken zeigen den jeweiligen Anteil der Baumartengruppen.

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

Diese Vorgehensweise ergab insgesamt ein jährliches Potenzial an Waldenergieholz von 4,2 Mio. t atro bzw. 9,4 Mio. m^3 m.R. (siehe folgende Abbildung sowie Tabelle 7); der mittlere Heizwert beträgt 78 PJ.

[31] Beck, R.; Perschl, H. (2006); Perschl, H. et al. (2004, 2003): Fehlende Prozente gehören zur Kategorie Sonstiges (Hackschnitzel).

[32] Eine Mehrausbeute von 8 % ist bei der Nutzung von Stammholz und Krone mit einer Entnahme von 33 % der Ast- und Nadelmasse zu erreichen (Wittkopf, S. 2005). Die Mehrausbeute bezieht sich auf Derbholz mit Rinde (Stammholz, Industrieholz, NH mit Stockholz, Ernteverluste). Nach Wittkopf lässt es sich auf vielen Standorten in Bayern vertreten, Kronen- und Restholz energetisch zu verwerten. Es wurde ein vorsichtiger Flächenanteil von 50 % der Waldfläche gewählt. (Wittkopf, S. 2005).

[33] Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1990)

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

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

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

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

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

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

4.1.4 Bereitstellungskosten

Bereitstellungskosten für Scheitholz

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tab. 9: Kosten bei der vollmechanisierten Bereitstellung von Industrieholz frei Waldstraße[37]

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

Bereitstellungskosten für Waldhackschnitzel

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

- motormanuelles Fällen, eventuell seilwindenunterstützt
- Rücken (am häufigsten mit dem Rückewagen)
- Hacken auf der Waldstraße mit kranbeschickten Hackern
  und
- Hackschnitzeltransport per LkW.

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

Bereitstellungskosten für Industrieholz

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

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

4.1.5 Preise

Scheitholz

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

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

Waldhackschnitzel

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

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

[37] Beispiel nach WITTKOPF, S. (2005)

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

Industrieholz

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

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

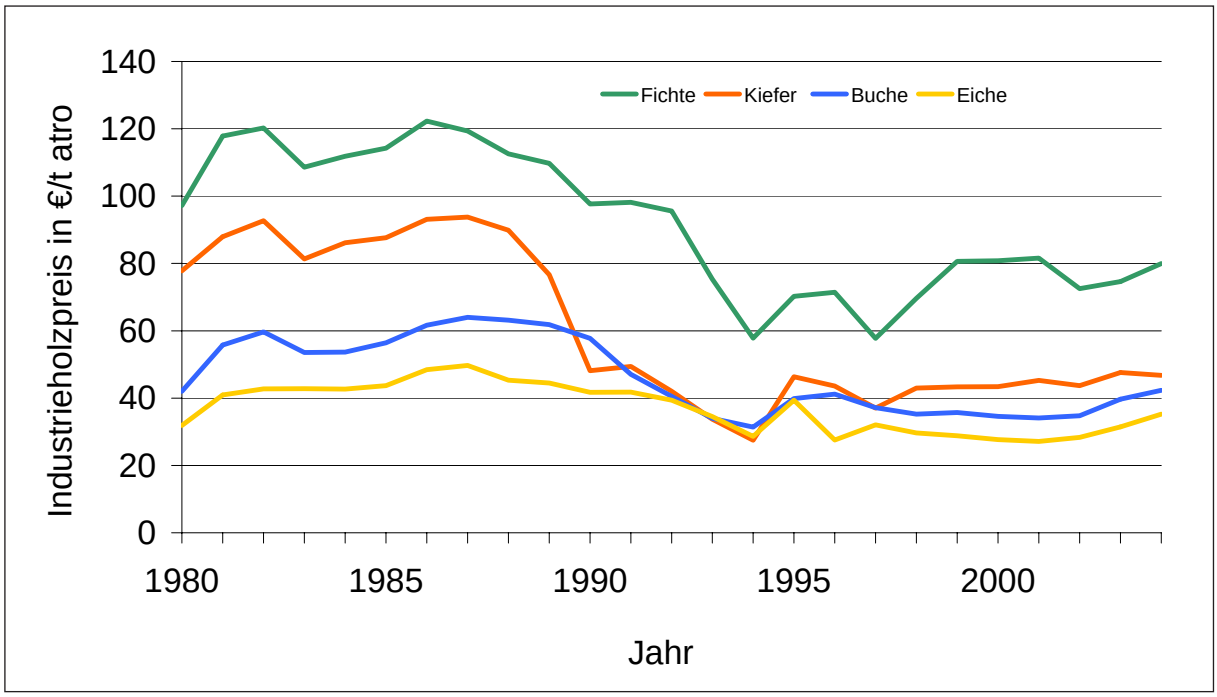

Abb 4: Industrieholzpreise für Fichte, Kiefer, Buche und Eiche; Quelle: Holzpreisstatistik der Bayerischen Staatsforstverwaltung 1980 bis 2004[39]

[39] WITTKOPF, S. (2005), verändert

4.2 Sägenebenprodukte und Industrierestholz

4.2.1 Beschreibung der Sägeindustrie als Produzent von Sägenebenprodukten und Industrierestholz

Die Sägeindustrie verarbeitet Rundholz zu Schnittholz, das hauptsächlich in der Bauwirtschaft, in der Möbelherstellung, im modernen Industrie- und Wohnbau sowie in der Fertighausindustrie und im traditionellen Holzhandwerk verwendet wird. Die Entwicklungen in der Einschnitttechnik und dem damit einhergehenden Ausbau bestehender Sägewerkskapazitäten sowie dem Neubau von Großsägewerken in den neuen Bundesländern führten einerseits zum Ansteigen der Produktion, andererseits folgten dieser Steigerung aber Schließungen insbesondere klein- und mittelständischer Sägewerksunternehmen (Abbildung 5).

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

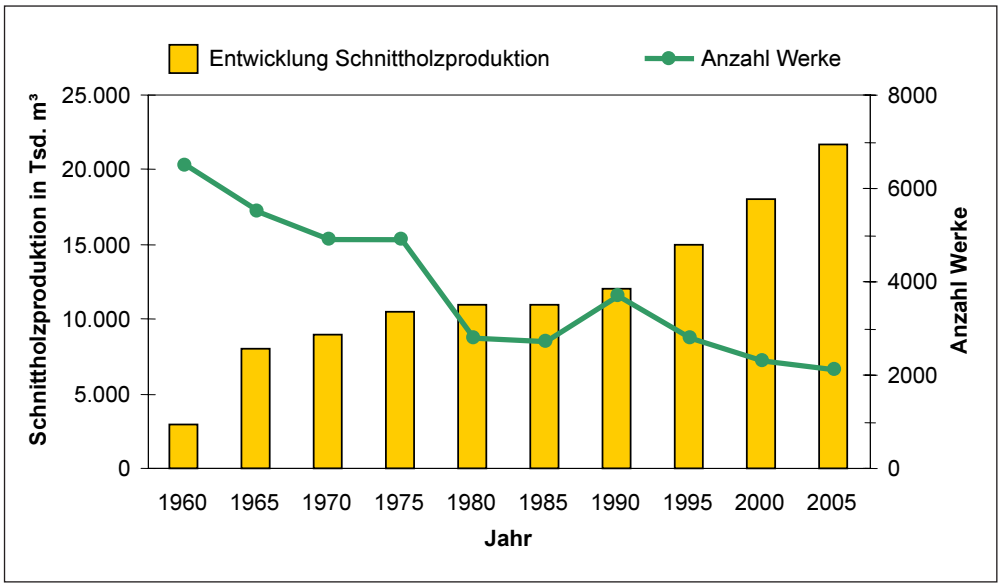

Abb 5: Entwicklung der Schnittholzproduktion in 1.000 m³ und Anzahl der Sägebetriebe in Deutschland Quelle: Verändert nach FRANZ, K. (1999) und MANTAU, U. (2002)

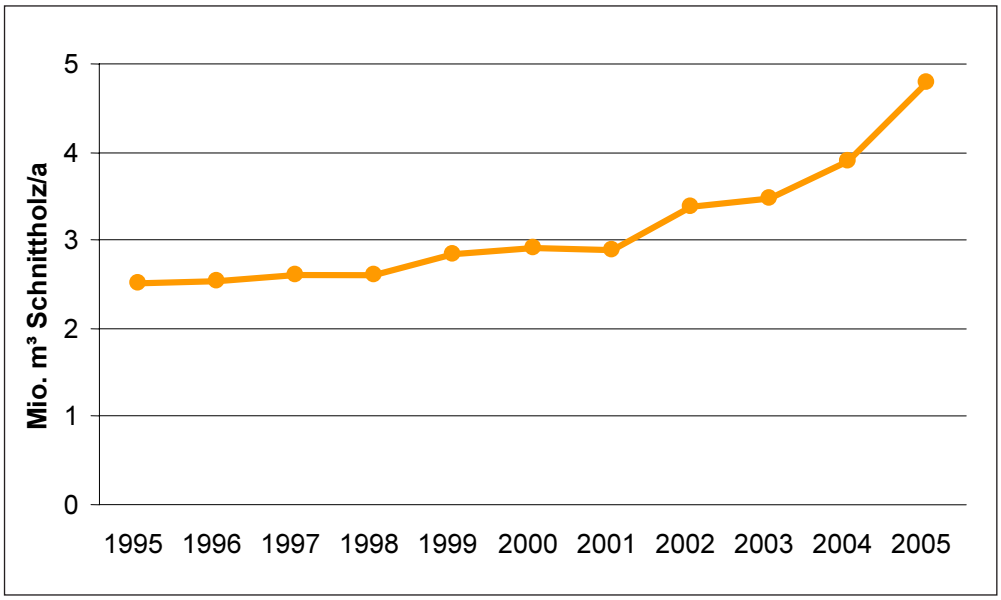

Abb. 6: Produktionsentwicklung von Schnittholz in Bayern; Quelle: ZMP (2005) nach Angaben des Statistischen Bundesamtes bzw. der Statistischen Landesämter[41]

[40] VDS (2005); ZMP (2005)

[41] Bei Nadelholz ab 2002 einschließlich Hobelware

Allein in Bayern wird mit fast 5 Mio. m³/a (2005) ca. ein Fünftel des gesamtdeutschen Schnittholzes erzeugt (Abb. 6).[42] Die ca. 500 Sägewerke und Sägeanlagen[43] in Bayern erzielen mit rund 7.200 Beschäftigten einen Umsatz von ca. 1,1 Mrd. €.[44] Über drei Viertel des Personals ist dabei in klein- und mittelständischen Betrieben mit weniger als 20 Mitarbeitern beschäftigt. Diese Betriebe sind überwiegend im waldreichen, ländlichen Raum vorzufinden (Abb. 7). Auf Grund der Konzentrationsentwicklungen in der Branche produzieren mittlerweile 15 Werke in Bayern 50 % des gesamten Schnittholzes.

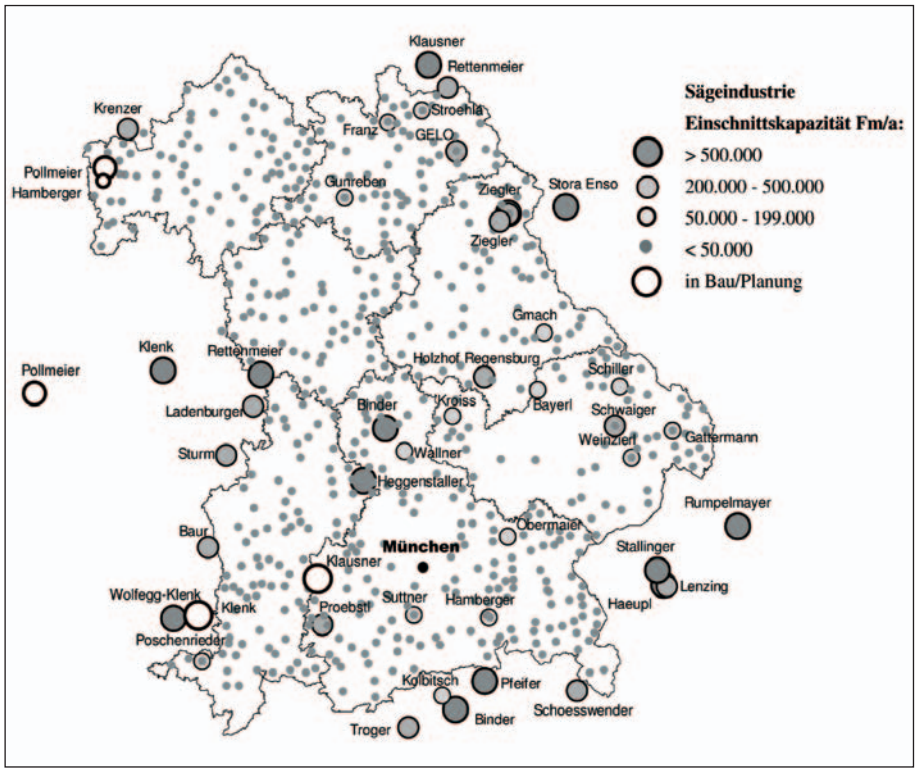

Abb. 7: Sägewerke in Bayern und angrenzenden Regionen; Quelle: Nach eigener Darstellung und MANTAU, U. *(2004)*

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

4.2.2 Aufkommen an Sägenebenprodukten

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

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

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

Die Schnittholzproduktion von knapp 5 Mio. m³/a der bayerischen Sägewerke[46] erfordert die Bereitstellung von ca. 8 Mio. Fm/a (Jahre 2004/2005) an Rundholz - bei einer durchschnittlichen Schnittholzausbeute zwischen 55 und 60 %.[47] Die restlichen 40 - 45 % des eingesetzten Rundholzes stellen Sägenebenprodukte in einem Umfang von knapp 3 Mio. m³ dar. Dies entspricht einer Menge von 1,3 Mio. t atro. Hinzu kommen Rinde und Kappholz, das auf Grund der stark zurückgegangenen Entrindung im Wald hauptsächlich im Sägewerk anfällt.

Die Höhe des Sägenebenproduktaufkommens gestaltet sich für die bayerischen Regierungsbezirke in Abhängigkeit des Einschnittes sowie der eingesetzten Sägetechnik wie in Abbildung 8 dargestellt.[48]

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

42 ZMP (2005)

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

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

45 MANTAU, U. (2004)

46 ZMP (2005)

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

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

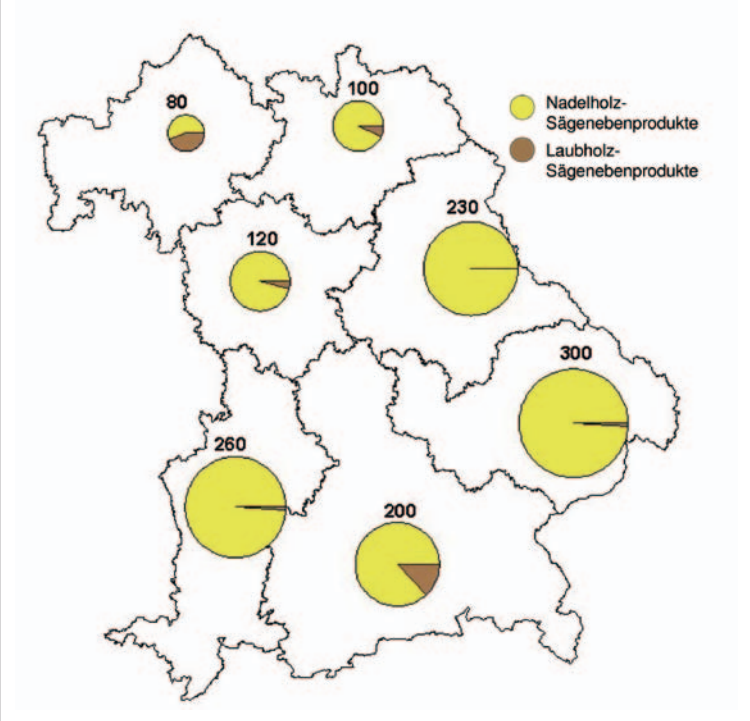

Abb. 8: Sägenebenproduktaufkommen je Regierungsbezirk (Bezugsjahr 2005) in 1.000 t atro;[49] die Grafiken zeigen den jeweiligen Anteil an Nadel- bzw. Laub-Sägenenbenprodukten am Gesamtaufkommen.

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

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

	Nadelsäge-neben-produkte-restholz Tsd. t atro/a	Erhöhung durch Bau bzw. Kapazitäts-erweiterung in Tsd. t atro	Erhöh-ung in %	Laubsäge-neben-produkte-restholz Tsd. t atro/a	Erhöhung durch Bau bzw. Kapazitäts-erweiterung in Tsd. t atro	Erhöh-ung in %
Oberbayern	200	360 ⇗	180 %	40		
Niederbayern	300			10		
Oberpfalz	230			5		
Oberfranken	100			10		
Mittelfranken	120			10		
Unterfranken	80			60		
Schwaben	260	315 ⇗	120 %	10	200 ⇗	330 %
Summe	**1290**	**675** ⇗		**145**	**200** ⇗	

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

Tabelle 10 zeigt das Sägenebenproduktaufkommen, unterteilt nach den Hauptsortimenten Hackschnitzel, Schwarten/Spreißel und Sägespäne.

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

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

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

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

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

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

4.2.3 Aufkommen an Industrierestholz

Industrierestholz fällt bei der Weiterverarbeitung von Schnittholz und Holzprodukten in der holzbe- und verarbeitenden Industrie (Möbel- und Holzwerkstoffindustrie, Holzverpackungsindustrie sowie Brettschichtholz- und Hobelwerke) und im Holzhandwerk an (z. B. Zimmereien, Schreinereien). Die jährlich in Deutschland anfallende Industrierestholzmenge wurde in einer Studie abgefragt.[50] Von den 4,8 Mio. m³ Anfall pro Jahr entstehen knapp 40 % in der Möbelindustrie. Auf Basis der verwerteten Schnittholzmenge[51] sowie unter Einbezug der Verteilung der Möbelindustrie in Deutschland ergibt sich für Bayern ein Potenzial von über 1,6 Mio. m³/a. Dies entspricht einer Menge von über 0,8 Mio. t atro/a (2004).[52] Von diesem Potenzial wird der überwiegende Teil in Höhe von 0,75 Mio. t atro/a energetisch verwertet.

4.2.4 Verwendung

Knapp 90 % des in Bayern anfallenden Sägenebenproduktaufkommens vermarkten die Sägewerke an die Holzwerkstoff-, Papier-, Zellstoffindustrie und die Biomasseheiz(kraft)werke,[53] die restlichen 10 % der Menge werden in eigenen Biomasseheizkraftwerken verbrannt. Rinde und Kappabfälle werden energetisch genutzt[54] oder daraus Rindenhumus und Rindenprodukte für Landwirtschaft und Gartenbau hergestellt. Knapp ein Drittel des Rindenanfalls in diesen Industrien wird in den eigenen Werken verwendet, der überwiegende Teil wird verkauft.

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

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

4.2.5 Preise

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

Insbesondere bei den Hackschnitzeln gibt es beachtenswerte Preisunterschiede nach der Qualität. Rindenfreie und hochwertigere Hackschnitzel werden als „TMP (thermo-mechanical-pulp)-fähige“ Hackschnitzel in der Papierindustrie verwendet. Dort werden sie mittels einer Kombination von thermischen und mechanischen Verfahren zerfasert und als Rohstoff dem Papierproduktionsverfahren zugeführt.[57] Hingegen werden Sägespäne und Schwarten/Spreißel zunehmend zur Energieerzeugung verwendet, so dass eine ansteigende Konkurrenz mit der stofflichen Nutzung (Holzwerkstoffindustrie) zu verzeichnen ist.

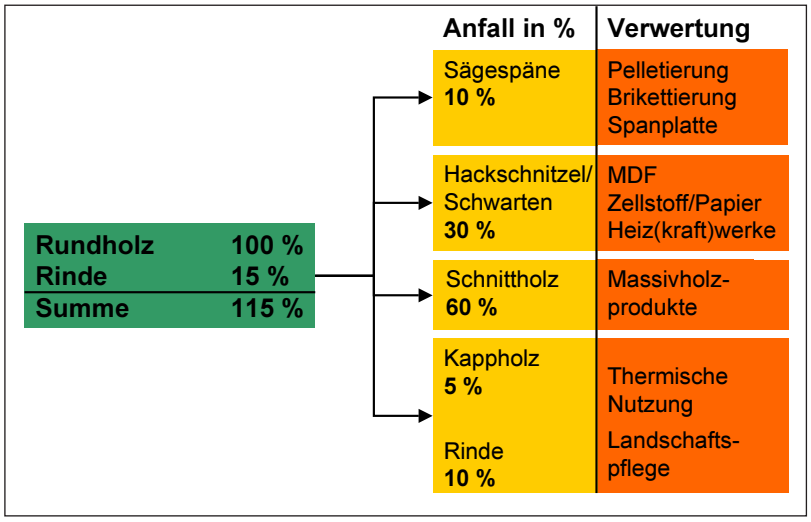

Abb. 9: Stoffströme in der bayerischen Sägeindustrie (2004)[55]

[50] Mantau, U.; Weimar, H.; Sörgel, C. (2005): Erhebung für das Jahr 2002

[51] Mellinghoff, S. und Becker, M. (1998)

[52] Marutzky, R. (2004); auch Mellinghoff, S. und Becker, M. (1998) gehen von einer Verteilung von 60 % Industrierestholz am Gesamtanfall der Sägenebenprodukte aus; dazu auch Frühwald (1990)

[53] Weimar, H. (2005)

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

[55] Die prozentuale Aufteilung in Sägehaupt- und Nebenprodukte folgt der Berechnung von Portenkirchner, K. und Binder, M. (2004).

[56] Marutzky, R. (2004)

[57] Euwid (2005)

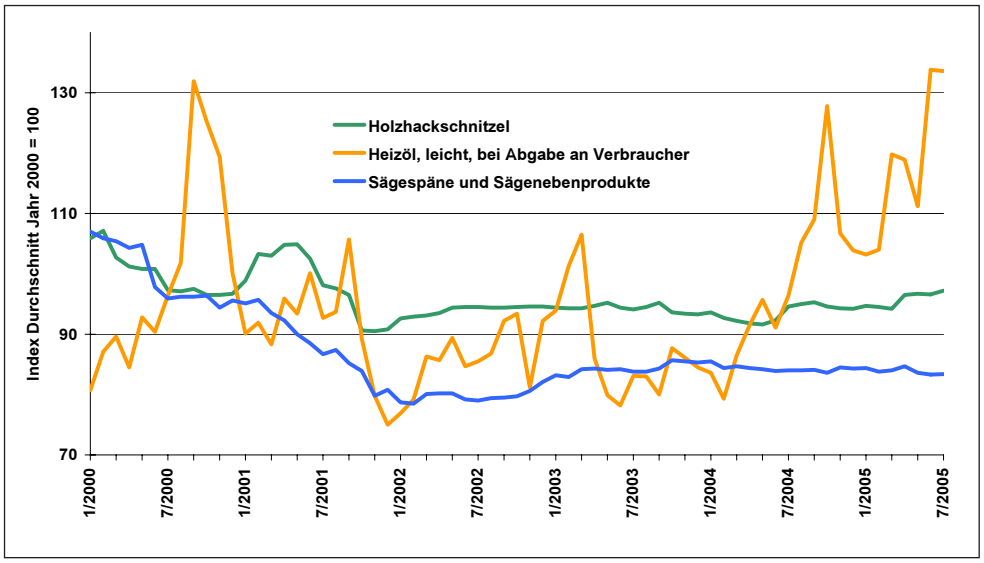

Abb. 10: Energiepreisindizes der Säge- und Industrierestholzsortimente sowie von Heizöl für Deutschland; Quelle: Bundesamt für Statistik (2005), Fachserie 17, Reihe 2

4.3 Altholz

Als Alt- oder Gebrauchtholz[58] bezeichnet man Holz, das bereits einem Verwendungszweck zugeführt worden ist und als „Abfall" zur Entsorgung bereit steht.

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

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

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

Tab. 12: Altholzkategorien und Verwertung[60]

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

[59] Gebrauchtholz und Altholz definieren sich über das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und die Altholzverordnung. Eine Deponierung von Altholz ist seit 2003 nicht mehr zulässig. Die ausführliche Verordnung kann auf der Internetseite des Bundesumweltministeriums unter www.bmu.de heruntergeladen werden (Stand: 9.1.2006).

[60] Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V. (2005)

4.3.1 Aufkommen

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

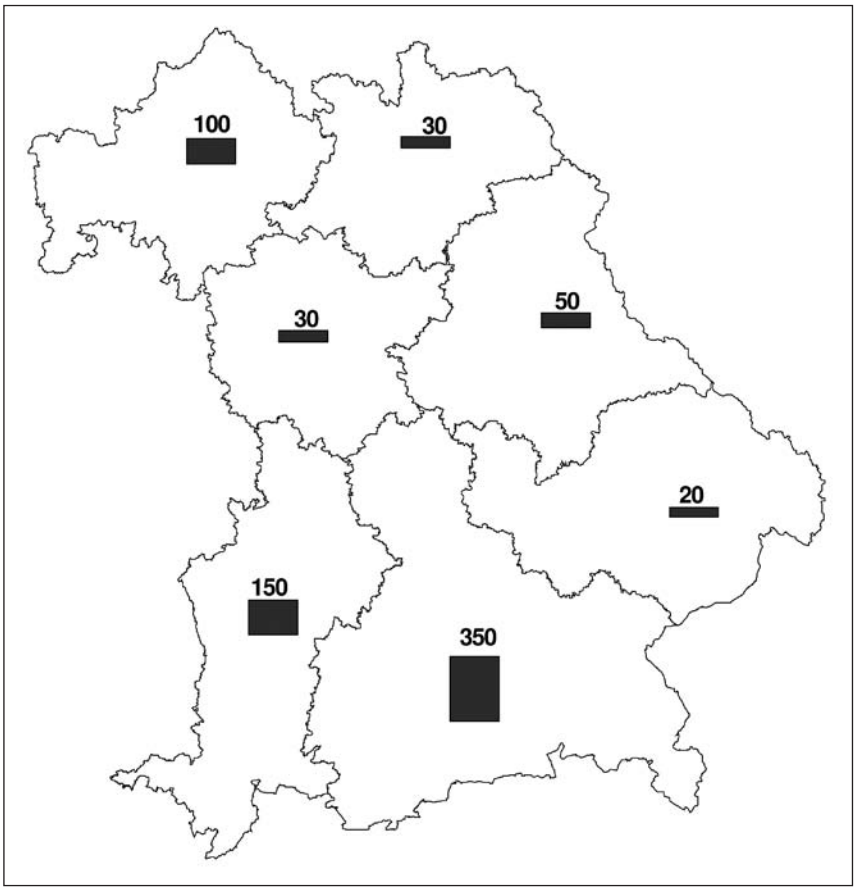

Abb. 11: Aufkommen von Altholz in 1000 t atro nach Regierungsbezirken, Gesamtmenge ca. 0,7 Mio. t atro[63] (Bezugsjahr 2004)

4.3.2 Verwendung

Die Altholzmengen werden unterschiedlichen Verwertungen zugeführt:

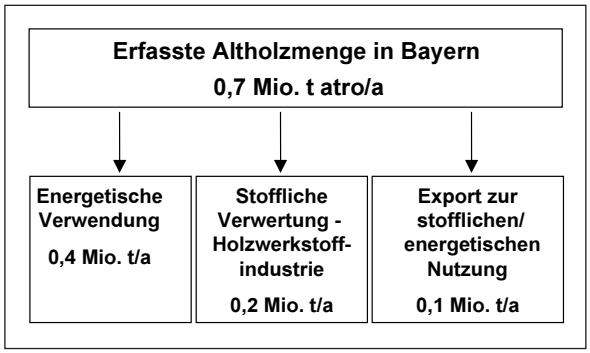

Abb. 12: Verwertung von Altholz in Mio. t atro[64] (Bezugsjahr 2004)

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

4.3.3 Preise

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

[61] MARUTZKY, R. (2004).

[62] MANTAU, U; WEIMAR, H. (2002)

[63] Die Daten wurden standortsbezogen (hier Entsorgungsbetriebe) erhoben. Daher entsprechen die genannten Mengen je Regierungsbezirk nicht unbedingt dem tatsächlichen Aufkommen, da die Entsorger überregional das Altholz erfassen.

[64] MANTAU, U.; WEIMAR, H. (2002)

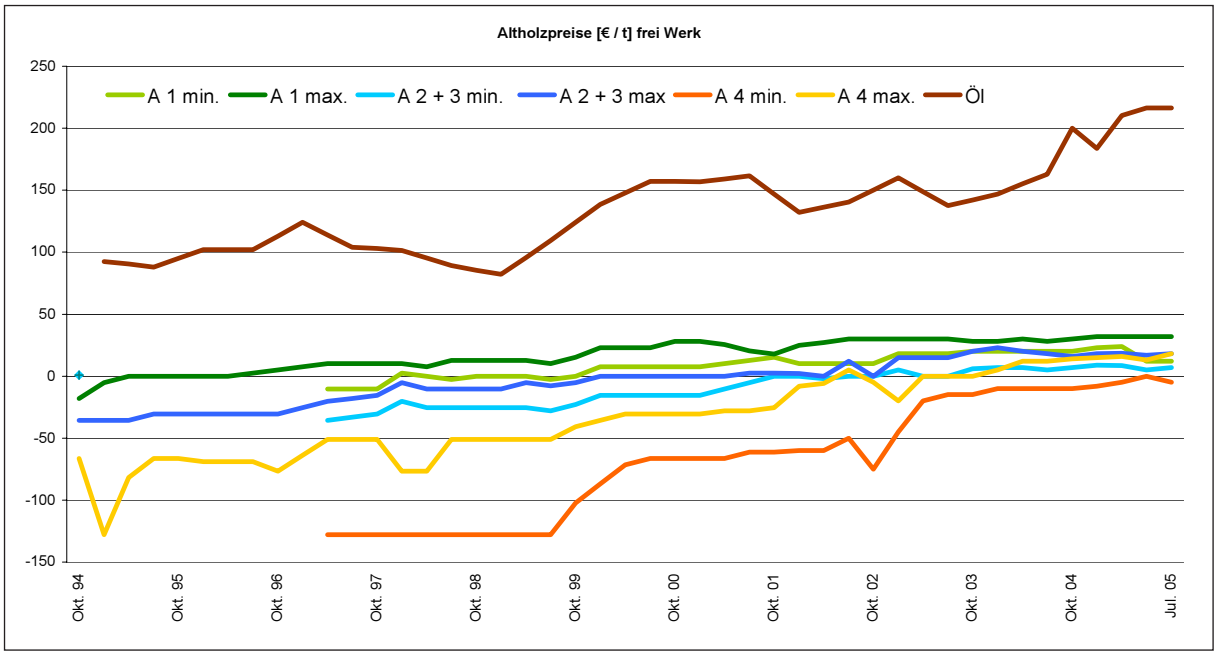

Abb. 13: Preisentwicklung für Altholz nach den Hauptsortimenten (A1-A4) für Süddeutschland frei Werk in €/t; Quelle: EUWID (2005), ZMP (2005)

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

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

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

4.4 Flur- und Schwemmholz

4.4.1 Aufkommen

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

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

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

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

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

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

[65] Rode, M.; Wiehe, J. (2006)

[66] Rösch, C. (1996); Fischer, J. (2005)

[67] In Anlehnung an Rösch (1996)

	Autobahnen	Bundes-, Landes-, Kreisstraßen	in Bayern [1]
Gehölzfläche	0,6 ha/km	0,2 ha/km	9.201 ha
jährliche Nutzung	3,4 $t_{ca.50\%}$/(ha/a)	4,1 $t_{ca.50\%}$/(ha/a)	37.000 $t_{ca\cdot 50\%}$/a [2]

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

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

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

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

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

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

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

Tab. 14: Flur- und Schwemmholzpotenzial in Bayern

[68] PIMPI, A. (2005): Mündliche Mitteilung

[69] WAGNER, K.; WITTKOPF, S. (2001)

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

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

4.4.2 Verwendung

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

4.4.3 Preise

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

4.5 Pellets und Holzbriketts

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

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

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

Durchmesser	4 bis 10 mm
Länge	< 50 mm
Heizwert	18 MJ/kg
Dichte	1,12 kg/dm³
Wassergehalt	< 10 %
Aschegehalt	< 0,5 %
Abrieb	max. 2,3 %
Rohstoff	Unbehandeltes, naturbelassenes Holz

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

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

Diese hohe Holzverdichtung ermöglicht einen wirtschaftlichen Transport und eine platzsparende Lagerung.[71] Auf Grund der guten Rieselfähigkeit werden Pellets in modernen Tankwagen transportiert. Bei der Lagerung ist zu beachten, dass 2 t Pellets 1.000 Liter (=1 m³) Heizöl ersetzen können. Für sie muss ein Lagerraum von 3 m³ eingeplant werden. Unsachgemäßer Transport oder Lagerung führt in der Regel zu erheblichen Qualitätseinbußen. Daher bestehen hohe Anforderungen an die Zwischenlager, Transportfahrzeuge und das Zustellpersonal. Die Vorgaben sehen unter anderem ein geeichtes An-Bord-Wiegesystem auf dem LkW, die Sortenreinheit der Pellets, den Schutz vor Nässe sowie eine Absaugvorrichtung vor.

Die für Pellets vorgeschriebene DINplus bzw. Ö-Norm[72] garantiert ein strenges Verbot chemisch-synthetischer Bindemittel wie Lacke oder Leime. Bei der Verbrennung von Pellets fällt Asche an (< 0,5 %), die problemlos über den Hausmüll entsorgt werden kann.

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

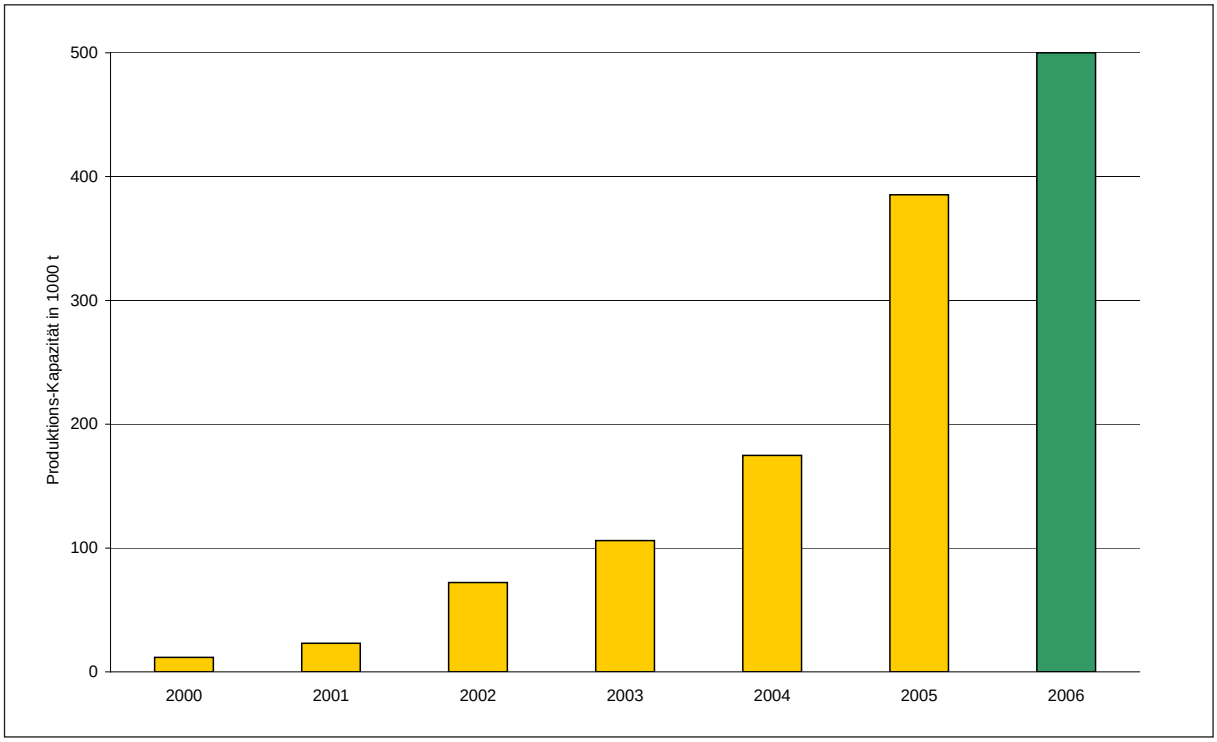

Abb. 14: Entwicklung der deutschen Normpelletsproduktion (2006 prognostiziert); Quelle: Fischer, J. (2006)

[70] Nach Vorgaben der DIN 51731

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

[72] Die Norm aus Österreich regelt die Qualität von Holzpellets wesentlich restriktiver, so z.B. den Abrieb. Der Abrieb ist ein Maß für die Härte und Stabilität des Pellets. Je geringer dieser Wert ist, desto stabiler sind die Pellets und desto geringer ist die Staubentwicklung beim Einblasen. Seit Frühjahr 2002 ist in Deutschland auch eine Zeritifizierung durch die DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH nach DINplus möglich. Das DINplus-Zertifikat kombiniert die Anforderungen der Deutschen DIN 51731 mit denen der österreichischen Ö-Norm 7135 und stellt zusätzlich bestimmte Anforderungen an die Qualitätssicherung. So muss der Hersteller der Pellets z. B. gewährleisten, dass mindestens einmal wöchentlich eine Eigenüberwachung und Qualitätsprüfung der Pellets hinsichtlich Wassergehalt, Rohdichte und Abriebverhalten erfolgt. Darüber hinaus findet mindestens einmal pro Jahr eine unangemeldete Besichtigung des Herstellungsbetriebes statt.

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

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

4.5.1 Aufkommen

In der Regel fertigen Betriebe der holzbe- und -verarbeitenden Industrie Pellets. Als Ausgangsmaterial für Normpellets dienen Späne und Hobelspäne aus dem Säge- bzw. Industrierestholzanfall. Da diese Pellets definierte Eigenschaften aufweisen müssen, sind für die Produktion kapitalintensive Anlagen und ein erhebliches Wissen nötig.

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

Nach Angaben des Energie-Pellet-Verbandes belief sich im Jahre 2005 in Deutschland die Produktionskapazität auf ca. 0,4 Mio. t Pellets. Anfang 2006 befanden sich weitere 14 Werke in Planung. Allein in Bayern lag nach eigenen Erhebungen die Produktionskapazität Ende 2005 bei über 0,1 Mio. t. Diese Kapazität[73] wird allein durch das neue Pelletswerk in Straubing (Firma CompacTec) ab Ende 2006 um weitere ca. 0,14 Mio. t erweitert.[74]

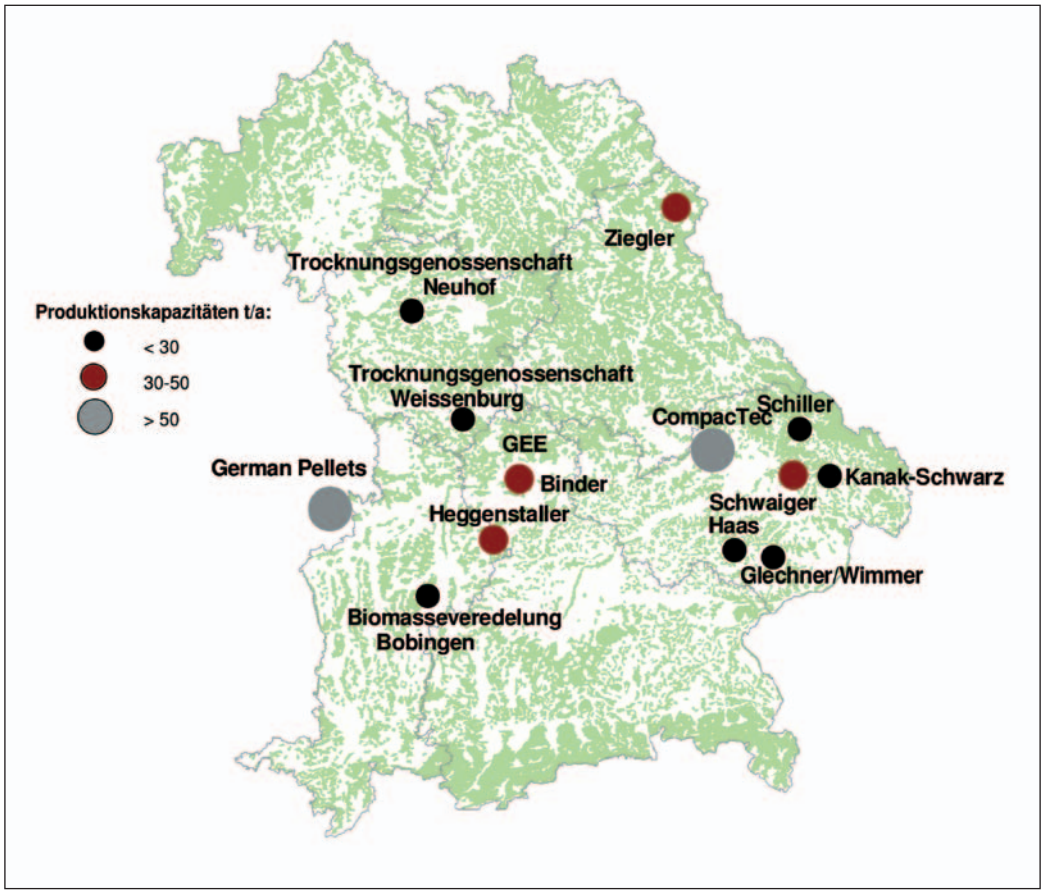

Abb. 15: Kartendarstellung der bestehenden und in Planung/Bau befindlichen bayerischen Pelletsproduktionsstandorte (Stand: März 2006) - geplante Produktionskapazität für Ende 2006 insgesamt 0,36 Mio. t/a

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

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

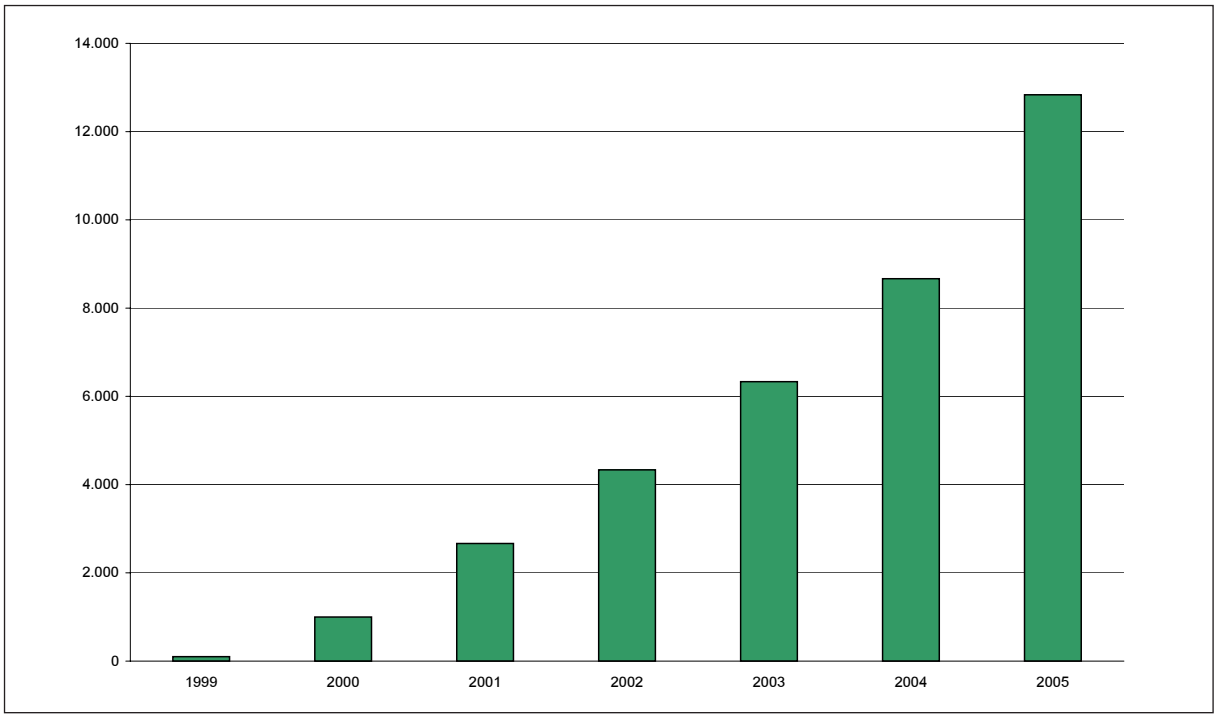

Abb. 16: Entwicklung der Anzahl der Pelletsheizungen in Bayern; Quelle: Herleitung auf Basis der BAFA (2005) und FISCHER, J. (2006)

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

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

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

4.5.2 Verwendung

Holzbriketts werden beim Heizen zur Ergänzung oder zum Ersatz des klassischen Scheitholzes verwendet. Pellets dagegen werden nicht in herkömmlichen Holzheizungen oder Öfen verfeuert, sondern hauptsächlich in modernen Zentralheizungen, die annähernd den gleichen Komfort bieten wie Öl- und Gasheizungen. Hierbei werden drei auf dem Markt befindliche Bauarten unterschieden:[76]

- Pellet-Zentralheizungskessel
- Pelletöfen
- Pellet-Brenneraufsätze.[77]

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

4.5.3 Preise

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

[75] ZAMBLERA, C.; GARNIER, C. (2003)

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

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

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

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

Die Preise für Pellets-Sackware (25 kg-Sack) liegen zur Zeit bei ca. 260 € pro t. Der Preis von etwa 170 € pro t (Lieferung von 5 t im Umkreis von 50 km, alles inklusive - Stand Anfang 2006) entspricht einem Preis von ca. 3,7 Cent pro Kilowattstunde oder einem Heizölpreis von 37 Cent pro Liter.[80] Bei Abnahmemengen über 5 t sind in der Regel Mengenrabatte möglich. Bei der industriellen Pellets-Produktion sind ein erhebliches technisches Wissen und hohe Investitionen nötig; derzeitig liegen die Produktionskosten bei 50-100 €/t[81] bei einem Marktpreis von 160-190 €/t (Preise stark mengenabhängig).

Im Gegensatz zu den stark angestiegenen Öl- und Gaspreisen ist der Pelletspreis seit Jahren relativ stabil geblieben.[82] Gegen eine Preisexplosion bei Pellets, auch bei weiter steigenden Ölpreisen, sprechen die hohen Potenziale an Säge- und Hobelspänen sowie die technische Möglichkeit, Waldholz als Ausgangsmaterial zur Pelletserzeugung zu verwenden. Die Möglichkeit von Importen, insbesondere aus osteuropäischen Ländern, trägt zu einer Preisstabilität bei. Pellets werden bisher noch nicht direkt aus Waldholz produziert, da die Produktionskosten um bis zu 20 € höher liegen als bei Sägespänen.[83] Derzeit stehen die benötigten Mengen an Spänen auf dem Markt (noch) vergleichsweise günstig zur Verfügung.

4.6 Holz aus Energiewäldern

Der Anbau von Energiewäldern auf stillgelegten[84] landwirtschaftlichen Flächen stellt ein weiteres Potenzial für Energieholz in Bayern dar. Ein Energiewald ist eigentlich nichts anderes als der in Mitteleuropa seit langem bekannte Niederwald zur Brennholzerzeugung mit dem Unterschied, dass hier züchterisch bearbeitetes Material von Balsampappel, Aspe und Weide in sehr kurzen Umtrieben von circa zwei bis acht Jahren angebaut wird.

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

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

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

[81] THEK, G. (2001)

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

[83] FISCHER, J. (2006): Mündliche Mitteilung

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

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

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

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

4.6.1 Aufkommen

Die Anbaufläche von Energiewäldern ist in Bayern bisher hauptsächlich auf wissenschaftliche Versuchsflächen begrenzt.[86] Mehrere hundert Hektar Energiewald sollen in Deutschland derzeitig in den neuen Bundesländern angelegt werden. Dort liegen auf Grund der durchschnittlich größeren Landwirtschaftsbetriebe bei Stillegungen wirtschaftlich leichter zu bearbeitende umfangreichere Flächen vor. In der Lombardei/Norditalien wurde der Anbau von Balsampappeln auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen in den letzten Jahren bereits forciert und ca. 8.000 ha Energiewald angelegt.[87]

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

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

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

[87] SPINELLI, R. (2005): mündliche Mitteilung

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

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

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

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

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

4.6.2 Preise

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

Die Fragen des Anbaus und der Pflege von Energiewäldern sind weitgehend geklärt. Tabelle 17 gibt eine Übersicht der Kosten. Die Arbeiten der LWF auf neun Standorten in Bayern lassen bei der Balsampappel einen Zuwachs von 10 bis 13 t Trockenmasse pro Jahr und Hektar erwarten. Die beabsichtigte Wiederaufnahme der Züchtung neuer Sorten und Klone wird das Ertragspotenzial von Energiewäldern in Zukunft wohl noch steigern.[88]

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

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

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

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

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

Tab. 17: Kostenkalkulation für die Anlage eines Energiewaldes[89]

[88] WOLF (2006): mündliche Mitteilung

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

[90] DREINER, K. et al. (1994)

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

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

Das Interesse der Landwirte am Anbau von Energiewäldern auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen hat mit dem steigenden Ölpreis stark zugenommen. In Zukunft könnte sich der Anbau mit weiter steigenden Energiepreisen auch von den Agrarsubventionen und Stilllegungsquoten abkoppeln. Eine Abschätzung der zukünftigen Anbaufläche zu treffen ist schwierig, da sich der Markt für nachwachsende Rohstoffe ständig wandelt. Die Alternative zum Energiewald ist nicht der Wald im herkömmlichen Sinn, sondern sind andere nachwachsende Rohstoffe wie Mais für Biogasanlagen sowie Non-Food-Raps etc.. Im Gegensatz zu den meist einjährigen landwirtschaftlichen Anbauprodukten beinhaltet die Anlage von Energiewald mit mehrjähriger Bindung des Bodens (mindestens 25 Jahre) bei sich ständig ändernder Agrarpolitik ein höheres Risiko. Klar ist aber auch, dass der ständige anbautechnische und züchterische Fortschritt in der Landwirtschaft und die daraus resultierende Produktionssteigerung von 2 % pro Jahr sowie der Beitritt von zehn neuen Kandidaten in die EU zum Herausnehmen von landwirtschaftlichen Flächen aus der Nahrungsmittelproduktion führen wird.