

# **Energieholzprognose für den Privat- und Körperschaftswald im Landkreis Weilheim- Schongau**

Forstwirtschaftliches Gutachten  
durch

Prof. Dr. A. Rothe  
Prof. Dr. S. Wittkopf  
M.Sc. M. Wilnhammer

Freising, August 2013

# INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung .....	3
2. Untersuchungsgebiet .....	4
2.1 Naturräumliche Grundlagen .....	4
2.2 Waldbesitzervereinigung.....	5
3. Methodik .....	6
3.1 Datenerhebung .....	6
3.2 Datenauswertung und Potenzialabschätzung .....	7
4. Ergebnisse .....	8
4.1 Energieholzpotenzial.....	8
4.1.1 Theoretisches Nutzungspotenzial.....	8
4.1.2 Technisch-ökologisches Potenzial.....	8
4.1.3 Sozio-ökonomisches Potenzial.....	10
4.1.4 Hochrechnung der Ergebnisse auf die Fläche .....	14
4.2 Vergleich der Ergebnisse mit bayerischen Durchschnittswerten .....	15
4.3 Einflussfaktoren auf die Energieholznutzung .....	17
5. Genauigkeit der Erhebungen .....	20
6. Folgerungen und Ausblick .....	21
7. Zusammenfassung .....	22
Literaturverzeichnis.....	23
Anhang 1 - Vorlage des Fragebogens .....	25
Anhang 2 - Datenzusammenstellung zur Befragung.....	26

# 1. Einleitung

Holz ist mit knapp 60 % Anteil die wichtigste erneuerbare Wärmequelle in Bayern. Insbesondere regionales Energieholz ist als Energieträger der kurzen Wege sinnvoll, es sorgt für erhöhte Wertschöpfung im ländlichen Raum und weist gleichzeitig geringe Treibhausgasemissionen auf.

In Bayern ist die Energieholznutzung im Zeitraum 2005 bis 2010 von 3,7 auf 5,6 Mio. t<sub>atro</sub> gestiegen (Friedrich et al. 2012). Die Nutzung von Holzenergie ist infolge gestiegener Preise für fossile Energie wie Öl und Gas zunehmend lukrativ. Somit hat sich die Vermarktung von Energieholz zu einem wichtigen wirtschaftlichen Standbein von Waldbesitzern entwickelt. Einige forstliche Zusammenschlüsse haben eigene Vermarktungskonzepte für Energieholz entwickelt. Beispiele sind der Betrieb von oder die finanzielle Beteiligung bei Heiz(kraft)werken oder Biomassehöfen. Auch die überregional größten Waldbesitzer, die Bayerischen Staatsforsten (BaySF) und die Österreichischen Bundesforste (Öbf), haben vor einigen Jahren neue Holzenergie-Geschäftsfelder entwickelt. Die Hackschnitzelproduktion der BaySF betrug im Jahr 2012 rund 1 Mio. Schüttraummeter (Srm), dies entspricht bei einem gegenwärtigen Hackschnitzelpreis von knapp 15 €/Srm einem Umsatz von über 15 Mio. € (BAYSF 2013).

Neben der auch früher weit verbreiteten Scheitholznutzung in privaten Haushalten hat die Verwertung in kommunalen oder privaten Biomasseheizwerken, Hackschnitzel- und Pelletsanlagen an Bedeutung gewonnen. Dabei ist zu bedenken, dass Holz zwar ein erneuerbarer aber keineswegs unendlicher Rohstoff ist. Deshalb ist es entscheidend, das nachhaltige Nutzungspotenzial zu kennen, um die energetische Nutzung von Holz sinnvoll zu steuern. Während derartige Berechnungen auf überregionaler Ebene (z.B. für Bayern) bereits durchgeführt wurden bestehen auf regionaler Ebene weiterhin große Unsicherheiten.

Ziel des vorliegenden Gutachtens ist die **Abschätzung des nachhaltig nutzbaren Energieholzpotenzials für den Privat- und Körperschaftswald im Landkreis Weilheim-Schongau**, sowie für die Betreuungsfläche der WBV Schongau und der WBV Weilheim. Der Staatswald wurde entsprechend dem Auftrag in die vorliegende Untersuchung nicht mit einbezogen. Die Untersuchung konzentriert sich des Weiteren auf das Waldholz, andere Holzquellen, beispielsweise aus der Landschaftspflege, wurden nicht betrachtet.

Um die tatsächlichen Verhältnisse möglichst genau zu erfassen, basiert die vorliegende Abschätzung auf einer Befragung von Waldbesitzern. Im Gegensatz zu den oftmals auf Literaturzahlen basierenden Berechnungen wurden somit tatsächlich vor Ort erhobene Daten verwendet. Ein wesentlicher Aspekt hierbei ist das Nutzungsverhalten der Waldbesitzer, das neben dem Zuwachspotenzial des Standorts die mobilisierbare Menge an Energieholz wesentlich beeinflusst. Neben diesen sozio-ökonomischen Faktoren spielen aber auch die ökologischen Rahmenbedingungen eine wichtige Rolle. Deshalb wurden in der vorliegenden Studie Nutzungseinschränkungen aus Gründen des Naturschutzes, der Erschließung oder der Bodenfruchtbarkeit berücksichtigt.

Das Ergebnis ist ein Potenzial an Energieholz, das realistisch und nachhaltig bereitgestellt werden kann. Das Gutachten zeigt auch, welche wirtschaftlichen Möglichkeiten sich für die Waldbesitzervereinigung im Bereich der Holzenergienutzung ergeben.

## 2. Untersuchungsgebiet

### 2.1 Naturräumliche Grundlagen

Der Landkreis Weilheim-Schongau hat eine Gesamtfläche von 96.700 ha und eine **Waldfläche** von 30.000 ha. Es ergibt sich somit ein Waldanteil von 31 %. Dieser Wert entspricht dem bundesweiten Mittelwert, liegt aber leicht unterhalb des bayerischen Durchschnitts von 36,2% (Bundeswaldinventur 2). Knapp zwei Drittel der Waldfläche (rund 21.000 ha) liegen in privater Hand. Der Privatwaldanteil ist damit deutlich höher als der bayerische Durchschnitt von 54 %, der Anteil des Körperschaftswaldes beträgt 5 %, der Anteil des Staatswaldes 26 % (BWI 2).

Die überwiegende Fläche des Untersuchungsgebiets gehört zum **Wuchsgebiet 14** "Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge" bzw. zum Wuchsraum 14.4/1 "Westliche kalkalpine Jungmoräne". (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 1985, GULDER 2001, WALENTOSKI 2004). Im nordwestlichen Landkreisteil finden sich kleinere Waldflächen (590 ha) des Wuchsraums 13.4/0 "Schwäbisch-Bayerische Schotterplatten- und Altmoränenlandschaft", sowie des Wuchsraums 14.3/0 "Schwäbisch-Bayerische Jungmoränen und Molassevorberge/Schwäbische Jungmoräne und Molassevorberge" (530 ha). Im Südwesten des Untersuchungsgebiets schließt sich der Wuchsraum 15.4/1 "Ammergauer Flyschberge" an (1.640 ha).

Das Klima im Untersuchungsgebiet ist präalpid bis alpid geprägt, die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 4-8 °C. Die jährliche Niederschlagssumme beträgt 950-1.500 mm bzw. im alpinen Gebiet bis zu 2.200 mm (WALENTOWSKI et al. 2006, Deutscher Wetterdienst 2013). Der Jahresniederschlag liegt somit deutlich über dem Bayerischen Mittel von 940 mm (Deutscher Wetterdienst 2013).

Der Landkreis Weilheim-Schongau ist durch hohe **geologische Heterogenität** gekennzeichnet. Die flächenmäßig bedeutsamsten Ausgangsgesteine sind würmeiszeitliche Jungmoräne, würmeiszeitliche Schotter, Untere Süßwasser- und Untere Meereswassermolasse, sowie rhenodanubischer Flysch. Infolge vieler Feuchtgebiete weist das Gebiet auch einen hohen Anteil an Torfböden auf. Häufigste Bodentypen sind Braunerden und Parabraunerden, häufigste Humusform ist der F-Mull (Walentowski et al. 2006). Die Böden im Untersuchungsgebiet sind zwar im Oberboden teilweise versauert, weisen jedoch aufgrund des basenreichen geologischen Ausgangsmaterials eine hohe Basensättigung im Unterboden auf. Zusammen mit den hohen Niederschlägen ergeben sich sehr gute Wuchsbedingungen. Lediglich die Moorböden weisen eine niedrigere Basensättigung und damit schlechtere Wuchsbedingungen auf.

Aus den genannten standörtlichen Eigenschaften ergeben sich im submontanen und montanen Bereich als **Potentielle Natürliche Vegetation** (PNV) überwiegend Buchenwälder mit in der Höhe zunehmenden Anteilen an Tanne und Fichte (Waldmeister-Buchenwald bzw. Waldgersten-Buchenwald, Bergmischwaldausprägung im südlichen Untersuchungsgebiet). Diese Wälder zeichnen sich nach WALENTOWSKI et al. (2004) durch sehr gute Wuchsleistungen für die Hauptbaumarten Buche, Tanne und Fichte aus. Ein ökologisch bedeutsames Beispiel für den Waldgersten-Buchenwald stellt im Untersuchungsgebiet der "Paterzeller Eibenwald" dar. Die Ammerschlucht bei Weilheim ist ein Beispielbestand für den Carbonat-Bergmischwald der Alpen. Die PNV wurde durch menschliche Nutzung häufig in

Fichtenreinbestände oder Fichten-Buchen-Mischbestände abgewandelt (WALENTOWSKI et al. 2006).

Der Landkreis Weilheim-Schongau ist Teil der Planungsregion Oberland. Laut BWI 2 lag der Gesamtwuchs in der Planungsregion über alle Baumarten und Besitzklassen bei 12,3 Efm/ha\*a. Die durchschnittliche Nutzung über alle Eigentumsarten lag demgegenüber bei 7,8 Efm/ha\*a, die des Privatwaldes bei 9,3 Efm/ha\*a (BWI 2). Dies führte zu einem Anstieg der Holzvorräte - zumindest im Betrachtungszeitraum der BWI 2 von 1987-2002. Demzufolge weist der Landkreis Weilheim-Schongau ein zusätzliches Nutzungspotenzial auf.

## **2.2 Waldbesitzervereinigung**

Im Untersuchungsgebiet befinden sich zwei Waldbesitzervereinigungen.

Die WBV Weilheim wurde 1969 gegründet, ist im östlichen Landkreis-Teil zuständig und beschäftigt zurzeit einen Geschäftsführer und zwei Förster. Die Mitgliederanzahl beträgt 939 Personen. Die Vereinsführung haben fünf Vorstände inne. Als direkte Ansprechpartner für die Waldbesitzer vor Ort fungieren die Ortsobmänner, von welchen fast jede Ortschaft einen besitzt. Außerdem ist die WBV Weilheim Inhaber der Hochland-Holz-GmbH, über welche Ab-Stockverkäufe und das Auslandsgeschäft abgewickelt werden. Rund 26 % der Mitglieder sind gemäß den PEFC-Richtlinien zertifiziert. Diese Waldbesitzer haben 52 % der Mitgliedsfläche inne. Die betreute Fläche umfasst 8.425 ha, die durchschnittliche Fläche je Mitglied liegt bei neun Hektar.

Die WBV Schongau wurde im Jahr 1970 gegründet und für den westlichen Landkreis-Teil zuständig. Derzeit umfasst die WBV Schongau 965 Waldbesitzer und Fördermitglieder. Insgesamt werden 4.918 ha von der WBV betreut bzw. 5,1 ha pro Mitglied. 770 Mitglieder haben einen Waldbesitz unter 10 ha und repräsentieren etwa 49 % der Mitgliedsfläche. Die WBV beschäftigt vier fest angestellte Personen. Hauptaufgaben der WBV sind Holzeinschlag und -vermarktung, Pflanzenbestellung, Fortbildungen sowie umfassende Forstdienstleistungen durch Waldpflegeverträge. Die WBV-Schongau betreut auch die FBG Halblechtal, die südlich des Landkreises Schongau liegt. Der jährliche Holzeinschlag und Umsatz ist laut Aussage der WBV von 26.000 Festmeter (fm) im Jahr 2005 auf 35.000 fm im Jahr 2012 gestiegen.

Die durchschnittliche Besitzgröße der WBV-Mitglieder ist somit deutlich höher als der bayernweite Mittelwert von zwei Hektar (BWI 2). Dies ist positiv zu werten, da die Holzmobilisierung aus kleinem Privatwaldbesitz oft schwierig ist und größere Waldflächen ökonomischer zu bewirtschaften sind (SCHWARZBAUER et al. 2010).

### 3. Methodik

#### 3.1 Datenerhebung

Die wichtigsten Daten für das Gutachten wurden im Winter 2012/13 und Frühjahr 2013 mit einer Befragung durch die beiden Forststudenten Johannes Buhl (Schongau) und Klaus Schreiber (Weilheim) erhoben. Aufgrund des geringen Kommunalwaldanteils wurden kommunale Besitzer gemeinsam mit dem Privatwald befragt. Die Befragung wurde als stratifizierte Zufallsstichprobe durchgeführt, d.h. innerhalb vorgegebener Straten (den Besitzgrößenklassen) wurden die zu befragenden Waldbesitzer mit einem Zufallsgenerator ausgewählt. Mit dem Ziel mindestens 10 % der Waldbesitzer und mindestens 10% der von der WBV betreuten Fläche zu erfassen, wurden insgesamt 152 WBV-Mitglieder verstreut über den Landkreis ausgewählt. Die Waldbesitzer wurden entsprechend einer von der bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) verwendeten Gliederung in sieben Größenklassen unterteilt. Die Anzahl der zu befragenden Waldbesitzer je Größenklasse wurde im Anhalt an den Flächenanteil der Größenklassen an der Gesamtfläche der WBV abgeleitet (Tab. 1). Mit der Befragung wurde insgesamt eine Fläche von 3.500 ha Wald erfasst. Dies entspricht rund 26 % der Mitgliederfläche der beiden WBVen.

Tab. 1: Umfang der Befragung nach Größenklassen in den WBVen Schongau und Weilheim

Größenklasse	Anteil der Größenklassen an der Gesamtfläche (%)	Anzahl der befragten Waldbesitzer*
<1 ha	1	14
1-4,9 ha	17	45
5-9,9 ha	19	35
10-19,9 ha	16	26
20-49,9 ha	12	16
50-99,9 ha	9	9
>100 ha	27	7
Gesamt	100	152

\* Für Waldbesitzer, die nicht an der Befragung teilnehmen wollten wurde jeweils der nächste Kandidat befragt.

Die Befragung erfolgte je nach Wunsch der Waldbesitzer in einem persönlichen oder telefonischen Gespräch. Der jeweilige Gesprächstermin wurde vorab telefonisch vereinbart. Im anschließenden Gespräch wurde der Fragebogen im Dialog mit dem Waldbesitzer ausgefüllt. Für Waldbesitzer, die nicht an der Befragung teilnehmen wollten wurde jeweils der nächste Kandidat befragt. Die durchschnittlichen Befragungsergebnisse je Größenklasse wurden anschließend auf die Gesamtfläche der WBV-Wälder, entsprechend dem Anteil der jeweiligen Größenklassen, hochgerechnet.

Der Fragebogen (siehe Anhang) beinhaltete sowohl Fragen zu den **Besitzverhältnissen**:

- Besitzgröße (<1 ha, 1-5ha, 5-10 ha, 10-20 ha, 20-50 ha, 50-100 ha, > 100 ha)
- Baumartenanteile,
- Alter und Geschlecht der Waldbesitzer,
- Erwerbstätigkeit (Landwirt im Vollerwerb, Nicht-Landwirt, Landwirt in Teilzeit), und
- Liefervertrag mit der WBV;

als auch zu den **Nutzungsgewohnheiten**:

- Einschlagsintensität,
- Technisierungsgrad der Holzernte,
- Umgang mit Nährstoffnachhaltigkeit,
- Sortimentsaushaltung und Eigenverbrauch.

## 3.2 Datenauswertung und Potenzialabschätzung

Die Herleitung des Energieholzpotenzials erfolgte in einem dreistufigen Verfahren:

1. Im ersten Schritt wurde das **theoretische Nutzungspotenzial** hergeleitet. Als theoretisches Nutzungspotenzial wurde der gesamte jährliche Holzzuwachs pro ha betrachtet. Die Berechnung des Holzzuwachses erfolgte über die im Rahmen der Befragung hergeleiteten Anteile an Nadel- und Laubholz, sowie den BWI2-Zuwachswerten für den Gesamtwald (über alle Eigentumsarten gemittelter Wert) der Planungsregion Oberland, zu welcher das Untersuchungsgebiet gehört.

2. Im zweiten Schritt wurde das **technisch-ökologische Potenzial** berechnet. Das technisch-ökologische Potenzial ergibt sich, wenn vom theoretischen Nutzungspotenzial diejenigen Holzmenge abgezogen werden, die aufgrund technischer oder ökologischer Einschränkungen nicht für die Nutzung zur Verfügung stehen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden folgende Nutzungseinschränkungen berücksichtigt:

- nicht erschlossene Gebiete,
- verminderte Nutzung in Naturschutzgebieten- und 13d-Flächen,
- Ernteverluste,
- standortsabhängige Anforderungen an die Totholz- und Nährstoffnachhaltigkeit.

3. Im dritten Schritt wurde das **sozio-ökonomische Potenzial an Energieholz** berechnet. Darunter versteht man diejenige Holzmenge, die aufgrund des Nutzungs- und Sortierverhaltens der Waldbesitzer als Energieholz zur Verfügung steht. Zur Herleitung des sozio-ökonomischen Potenzials wurde das technisch-ökologische Potenzial anhand der Befragungsergebnisse auf verschiedene Sortimente und auf den Eigenverbrauch der Waldbesitzer aufgeteilt. Es wurde dann ein maximales (Annahme: Eigenverbrauch bleibt gleich, energetische Nutzung des Industrieholzes) und ein minimales (Annahme: Eigenverbrauch und Industrieholzaushaltung bleiben prozentual unverändert) Marktpotenzial für Energieholz berechnet.

Bei der Berechnung des sozio-ökonomischen Potenzials ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich das Nutzungsverhalten in Abhängigkeit von den Holzpreisen und sonstiger Faktoren verändern kann und sich hierdurch erhebliche Auswirkungen auf die Energieholzmenge ergeben können. Der Einfluss der Holzpreise wurde aus Ressourcengründen in der vorliegenden Arbeit nicht berechnet.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Energieholzpotenzial

#### 4.1.1 Theoretisches Nutzungspotenzial

Nach den Ergebnissen der BWI 2 und der Umfrage errechnet sich für das Untersuchungsgebiet folgender Gesamtzuwachs (Tab. 2):

Tab. 2: Zuwachs entsprechend des Nadel- und Laubholzanteils aus der Befragung und den BWI2-Daten für die Planungsregion "Oberland"

Baumart	Flächenanteil laut Umfrage (%)	Zuwachs gewichtet [fm/ha*a]		
		Weilheim	Schongau	gesamt
alle Laubbäume	21,7	2,4	1,2	1,7
alle Nadelbäume	78,3	12,6	14,6	13,7
Gesamtzuwachs	-	15,0	15,8	15,5

Damit errechnet sich für das Befragungsgebiet ein jährlicher Zuwachs von 15,5 fm/ha. Diese Zahl umfasst jedoch nur das Derbholz. Um auch die Nicht-Derbholzmasse zu erfassen, wurde mittels eines Biomasseexpansionsfaktors (1,16 für Nadelholz und 1,15 für Laubholz, Quelle: WILNHAMMER et al. 2012) auf die oberirdische Gesamtholzbiomasse hochgerechnet.

Daraus ergibt sich ein **theoretisches Potential von 17,9 Vorratsfestmeter pro Hektar und Jahr (Vfm/ha\*a)**.

#### 4.1.2 Technisch-ökologisches Potenzial

Es wurden folgende Nutzungseinschränkungen berücksichtigt:

##### Nicht erschlossene Gebiete

Den Ergebnissen zufolge sind im Befragungsgebiet der WBV Weilheim 96,4 % der Fläche erschlossen. 3,6 % der Fläche ist ganzjährig nicht Schlepperbefahrbar und somit ist dort auch keine Holznutzung möglich. Im Gebiet der WBV Schongau ist laut Befragung auf 21% der Fläche keine Holznutzung möglich. Gewichtet auf das gesamte Untersuchungsgebiet ergibt sich infolge der Erschließungssituation eine Nutzungseinschränkung von 1,9 fm/ha\*a. Somit verringert sich das Nutzungspotenzial auf jährlich 16,0 fm/ha.

##### Art. 30 BNatSchG (ehemals 13d-Flächen) und Naturschutzgebiete

Eine GIS-Analyse mittels Daten des Bayerischen Fachinformationssystems Naturschutz (FIS) des Landesamts für Umwelt (LfU) ergab für den Landkreis Weilheim-Schongau, dass 1.520 ha Wald im Landkreis Naturschutzgebiete (§30 BNatSchG) sind. Auf diesen Flächen wurde ein Nutzungsverzicht angenommen. Es wurde weiterhin angenommen, dass die naturschutzbedingten Nutzungseinschränkungen auf der Befragungsfläche identisch sind mit derjenigen auf der Landkreisfläche. Für FFH-Flächen im Wald wurden keine Nutzungseinschränkungen vorgenommen. Insgesamt sinkt die nutzbare Holzmenge infolge naturschutzrechtlicher Einschränkungen um 0,9 fm/ha\*a, das nutzbare Potenzial verringert sich auf 15,1 fm/ha\*a.



### **Bodenfruchtbarkeit und Nährstoffnachhaltigkeit**

Mit Entnahme von Ästen und Kronen werden überproportional viele Nährstoffe entzogen, da Feinreisig und Nadeln deutlich höhere Nährstoffgehalte aufweisen als das reine Stammholz (KÖLLING et al. 2007). Um die Auswirkungen der Biomassenutzung auf den Nährstoffhaushalt abzuschätzen, wurden für die wichtigsten Standortseinheiten für die Elemente Calcium (Ca), Magnesium (Mg) und Kalium (K) Nährstoffbilanzen unter Berücksichtigung des Nährstoffeintrages (Verwitterung, atmosphärischer Eintrag) sowie des Nährstoffaustrages (Sickerwasser, Holzernte) berechnet und mit den austauschbaren Vorräten im Boden verglichen. Beim Element Stickstoff (N) wurde angenommen, dass der atmosphärische Eintrag ausreicht, um die Nährstoffentzüge vollständig zu kompensieren. Beim Element Phosphor (P) ist die Datenlage derzeit nicht ausreichend, um eine brauchbare Abschätzung durchführen zu können. Das Vorgehen orientiert sich an einem Entwicklungsvorhaben, bei dem für die Staatswaldflächen derartige Bilanzen hergeleitet wurden (WEIS et al. 2008).

Aufgrund der guten Nährstoffausstattung der Böden ist die Nutzungseinschränkung hinsichtlich Ca, Mg und K erwartungsgemäß niedrig. Der Großteil der Waldböden im Untersuchungsgebiet ist gut mit Nährelementen ausgestattet, es gibt aber auch Gebiete mit Torf- und Moorböden, die eine schlechtere Nährstoffversorgung aufweisen. Für diese Flächen wurde ein Nutzungsverzicht von 20 % angenommen. Für die anderen Flächen wurde anhand einer konservativen Schätzung ein Nutzungsverzicht von 5 % gewählt. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass auf vielen Standorten vermutlich Phosphor das limitierende Element sein wird und hierüber keine ausreichenden Daten vorliegen. Weiterhin ist es aus Gründen der Bodenfruchtbarkeit wichtig, dass ausreichend Kohlenstoff für die Humusbildung zur Verfügung steht.

Insgesamt ergibt sich somit ein Nutzungsverzicht von knapp 10 % zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit im Untersuchungsgebiet. Dies entspricht 1,5 fm/ha\*a. Das nutzbare Potenzial reduziert sich auf 13,6 fm/ha\*a.

### **Totholz**

Eine Mindestmenge an Totholz ist von großer Bedeutung für den Erhalt der Waldfunktionen. Beispielsweise sieht das Totholzkonzept der BaySF als mittelfristiges Ziel eine durchschnittliche Totholzmenge von 7 fm/ha vor (BAYERISCHE STAATSFORSTEN 2007). In der hiesigen Studie wird im Schnitt ein Totholzvorrat von 6 fm/ha angenommen. Bei einer durchschnittlichen Zersetzungszeit des Totholzes von 30 Jahren müssten dann im Untersuchungsgebiet jährlich 0,2 fm/ha Totholz im Wald verbleiben. Demnach reduziert sich die verfügbare Holzmenge nach Abzug des Totholzanteils auf 13,4 fm/ha im Jahr.

### **Ernteverlust**

Gemäß den forstlichen Ertragstafeln beträgt der Ernteverlust (maschinell bedingter Holzverlust, Rinde, nicht verwertetes Derbholz) je nach Holzart 18- 21 %. Ein Teil dieses theoretischen Ernteverlustes wird jedoch gerade bei der Energieholzaushaltung regelmäßig genutzt. Vereinfacht wurde angenommen, dass rund 50 % des Ernteverlustes energetisch genutzt wird. Daraus errechnet sich ein gewichteter Ernteverlust von 10 % bzw. 1,34 fm/ha.

Insgesamt ergibt sich **ein technisch-ökologisches Potenzial von 12,0 fm/ha\*a** (Abb. 1).

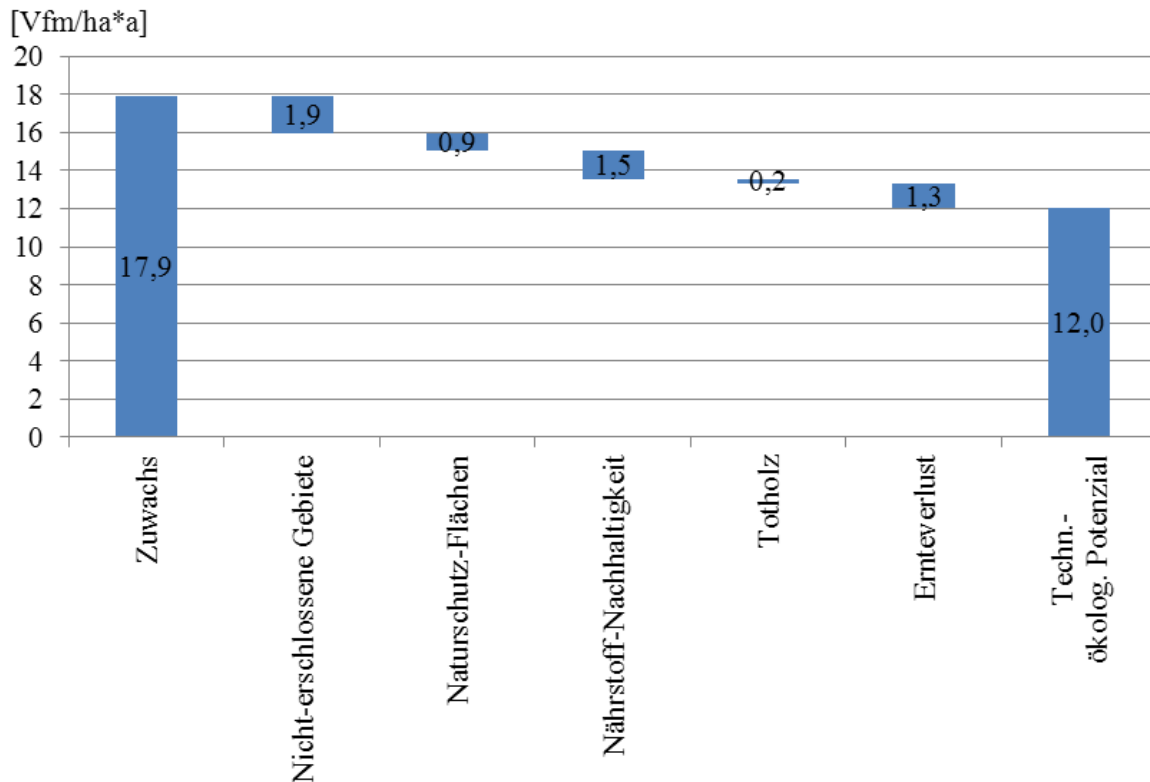


Abb. 1: Zuwachs, Nutzungseinschränkungen und Technisch-ökologisches Potenzial

### 4.1.3 Sozio-ökonomisches Potenzial

#### Sortimentsaushaltung

Die verschiedenen Größenklassen weisen eine stark heterogene Holzeinschlagsmenge auf (Abb. 2). Die Kleinprivatwaldbesitzer unter 1 ha schlugen besonders viel Holz ein, darunter auch einen hohen Anteil an Energieholz. Tendenziell ausgeglichen ist die Holzeinschlagsmenge in den Besitzgrößen von 1-20 ha. Die Sortimentsaushaltung weist hier jedoch Unterschiede auf. So nimmt die Menge ausgehaltenen Energieholzes mit steigender Besitzgröße ab. Besitzer von Waldflächen bis 10 ha halten bis zu 50 % Energieholz aus. In größeren Besitzklassen beträgt der Anteil an Energieholz in etwa ein Drittel. Der Industrieholzanteil ist in den kleineren Besitzklassen sehr gering bis null. Der Holzeinschlag der Besitzklasse 50-100 ha ist mit knapp 6 fm / ha\*a vergleichsweise gering. Im Großprivatwald >100 ha wird vorrangig Stammholz ausgehalten (knapp drei Viertel).

In den drei Betrachtungsjahren 2010-2012 wurden über alle Besitzklassen 9,1 fm/ha\*a eingeschlagen. Diese Menge setzt sich so zusammen, dass über die Hälfte davon als Stammholz (5,4 fm/ha\*a), der Rest als Scheitholz (2,3 fm/ha\*a), Hackschnitzel (1,0 fm/ha\*a) oder Industrieholz (0,4 fm/ha\*a) bereitgestellt wurden. Somit wird in den WBVen rund ein Drittel des Holzeinschlags für energetische Zwecke genutzt (Abb. 3). Die Einschlagsmenge ist insgesamt als hoch zu bezeichnen (vgl. Kapitel 4.2).

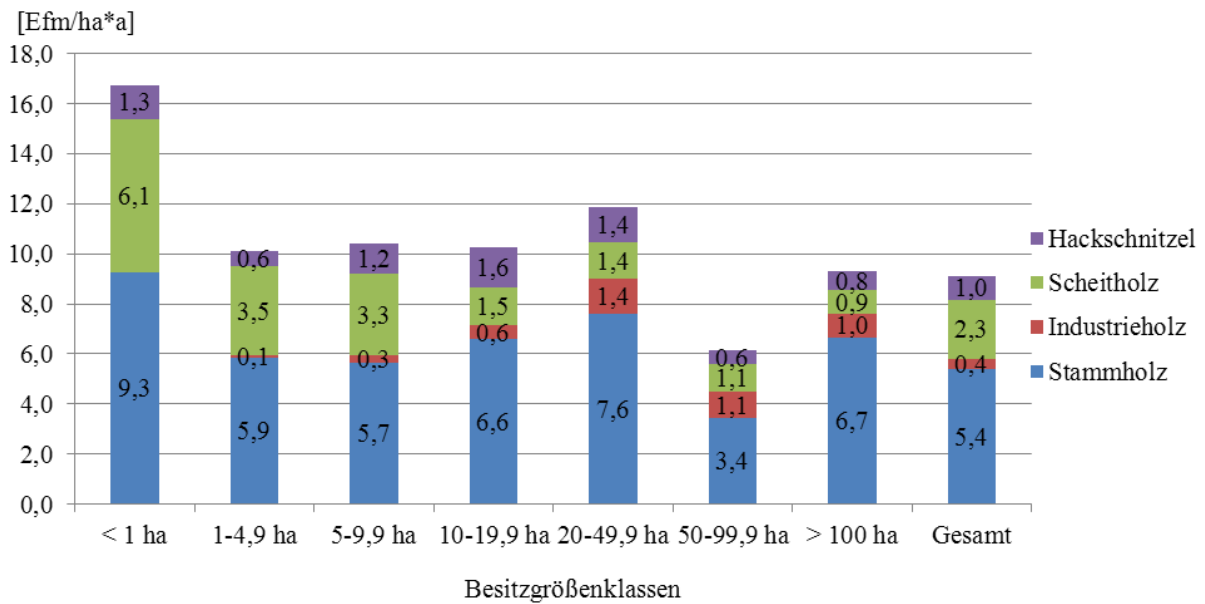


Abb. 2: Sortimentsaushaltung in den beiden WBV-Gebieten im Zeitraum 2010-2012 nach Besitzgrößenklassen

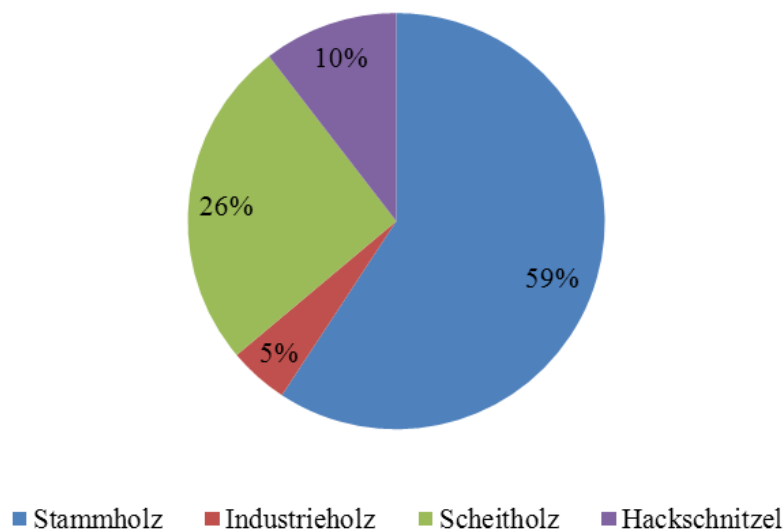


Abb. 3: Durchschnittliche Sortimentsaushaltung in den beiden WBV-Gebieten im Zeitraum 2010-2012

Von 2010 bis 2012 wurden rund 75 % (9,1 fm/ha\*a) des technisch-ökologischen Potenzials (12,0 fm/ha\*a) genutzt. Damit verbleibt ein **zusätzliches Nutzungspotenzial** von **2,9 fm/ha\*a** (Abb. 4).

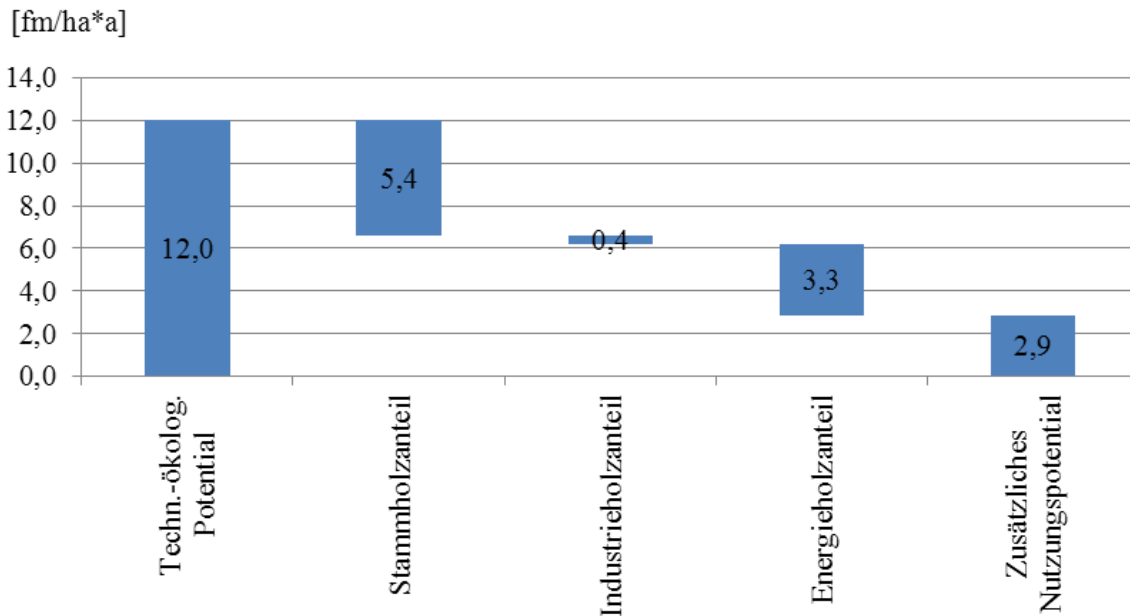


Abb. 4: Sozio-ökonomisches Potenzial nach Sortimenten im Zeitraum 2010-2012

### Eigenverbrauch beim Energieholz und Marktpotenzial

Ein erheblicher Anteil des Energieholzes wird von den Waldbesitzern nicht vermarktet sondern geht in den Eigenverbrauch. Nach den Befragungsergebnissen lag der Energieholz-Eigenbedarf im Betrachtungszeitraum bei 2,1 fm/ha\*a (1,5 fm/ha\*a Scheitholz, 0,6 fm/ha\*a Hackschnitzel). Somit werden 23 % des eingeschlagenen Holzes für den Eigenbedarf genutzt und nicht vermarktet. Der Eigenverbrauch innerhalb der Energieholzsortimente beträgt 63 % (Abb. 4 und 5).

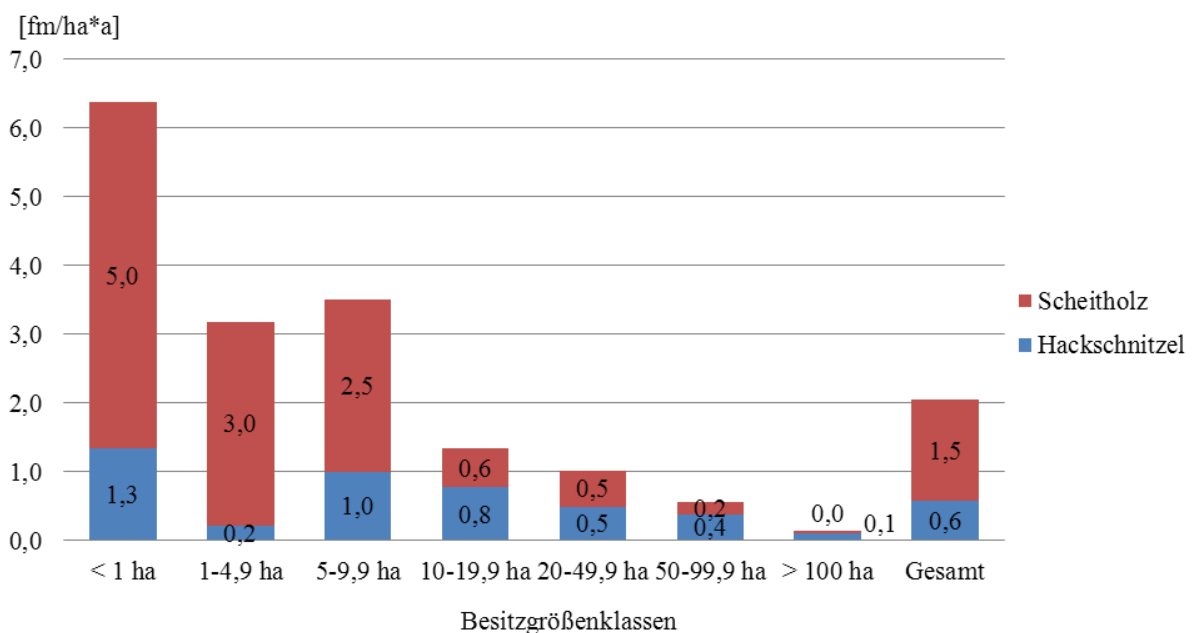


Abb. 4: Eigenverbrauch beim Energieholz in fm/ha\*a im Zeitraum 2010-2012 nach Besitzgrößenklassen

Unter Einbeziehung des Eigenverbrauchs ergibt sich zusammenfassend folgende Sortimentsverteilung (Abb. 5):

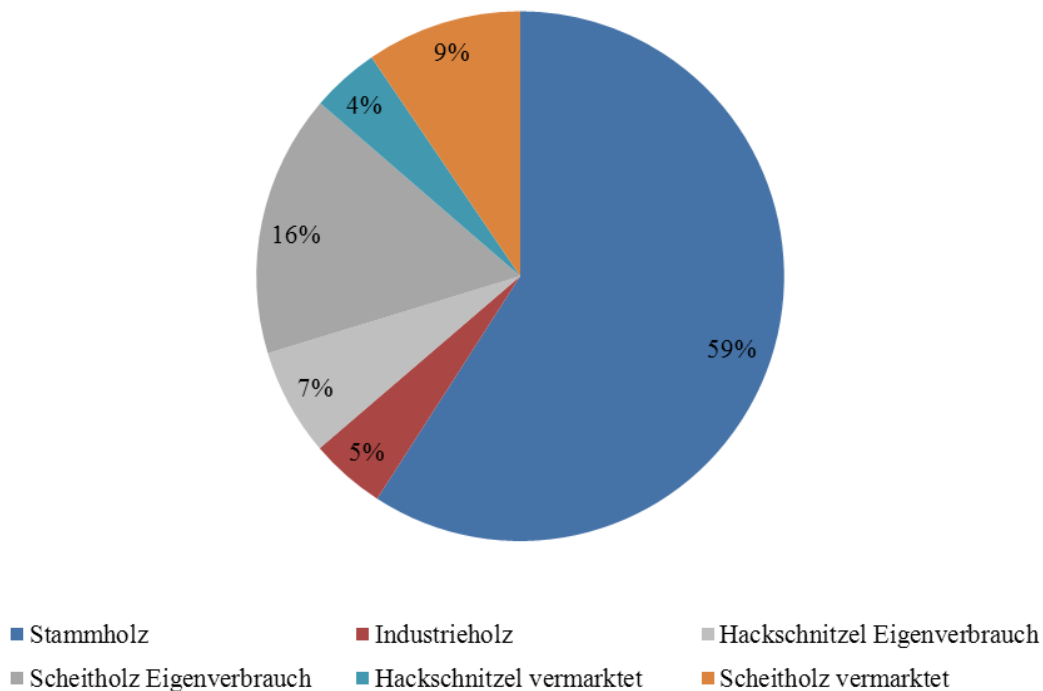


Abb. 5: Sortimentsaushaltung und Eigenverbrauch in den beiden WBV-Gebieten (2010-2012)

### Abschätzung des Nutzungspotenzials an Energieholz

Das Nutzungspotenzial wurde aus der Differenz zwischen tatsächlicher Nutzung und dem oben hergeleiteten sozio-ökonomischen Nutzungspotenzial berechnet (Tab. 3). Dabei wurde ein maximales (Annahme: Eigenverbrauch bleibt gleich, energetische Nutzung des Industrieholzes) und ein minimales (Annahme: Eigenverbrauch und Industrieholzaushaltung bleiben prozentual unverändert) Marktpotenzial berechnet.

Tab. 3: Energieholzpotenzial in fm/ha\*a (Zahlen gerundet)

	Gegenwärtige Nutzung [fm/ha*a]	Szenario 1: Minimales Marktpotential [fm/ha*a]	Szenario 2: Maximales Marktpotential [fm/ha*a]
Stammholz	5,5	7,0	7,0
Scheitholz vermarktet	0,9	1,1	1,4
Scheitholz Eigenverbrauch	1,5	1,9	1,9
Hackschnitzel vermarktet	0,6	0,8	1,1
Hackschnitzel Eigenverbrauch	0,4	0,5	0,5
Summe Energieholz	3,3	4,4	5,0
Industrieholz	0,4	0,6	0,0
Gesamt	9,1	12,0	12,0

Insgesamt ergibt sich beim Szenario 1 ("Minimales Marktpotenzial") ein Energieholzpotenzial von 4,4 fm/ha\*a und damit eine Steigerung von 1,1 fm/ha\*a gegenüber der bisherigen Nutzung. Das minimale Marktpotenzial an Energieholz liegt bei 1,9 fm/ha\*a. Beim Maximal-Szenario ergibt sich eine Energieholzsumme von 5,0 fm/ha\*a und ein Vermarktungspotenzial von 2,5 fm/ha\*a.

#### 4.1.4 Hochrechnung der Ergebnisse auf die Fläche

##### Hochrechnung auf die Mitgliedsfläche der WBV

Es wurde angenommen, dass die Waldbesitzer, die unserer Befragung zustimmten, tendenziell „aktiver“ sind und mehr Holz nutzen als die nicht befragten bzw. als diejenigen, die eine Befragung ablehnten. Deshalb wurde im Sinne einer konservativen Hochrechnung auf die gesamte Mitgliedsfläche der beiden WBVen angenommen, dass nicht befragte WBV-Mitglieder 25 % weniger Holz einschlagen als die befragten. Die entsprechende Hochrechnung bedeutet eine Einschlagsmenge von 99.000 fm/a im Gesamtgebiet der beiden WBVen. Für die Variante "minimales Marktpotenzial" ergibt sich als Hochrechnung das in Abbildung 6 dargestellte Bild. Demnach könnte in den beiden WBV-Gebieten die jährliche Holznutzung um rund 30.000 fm von 99.000 fm auf 130.000 fm gesteigert werden. Die jährliche Energieholzmenge könnte von 39.000 fm auf 52.000 fm angehoben werden. Das jährliche Marktpotenzial an Energieholz liegt bei 28.000 fm bei einer Steigerung um 7.000 fm im Vergleich zur bisherigen Nutzung.

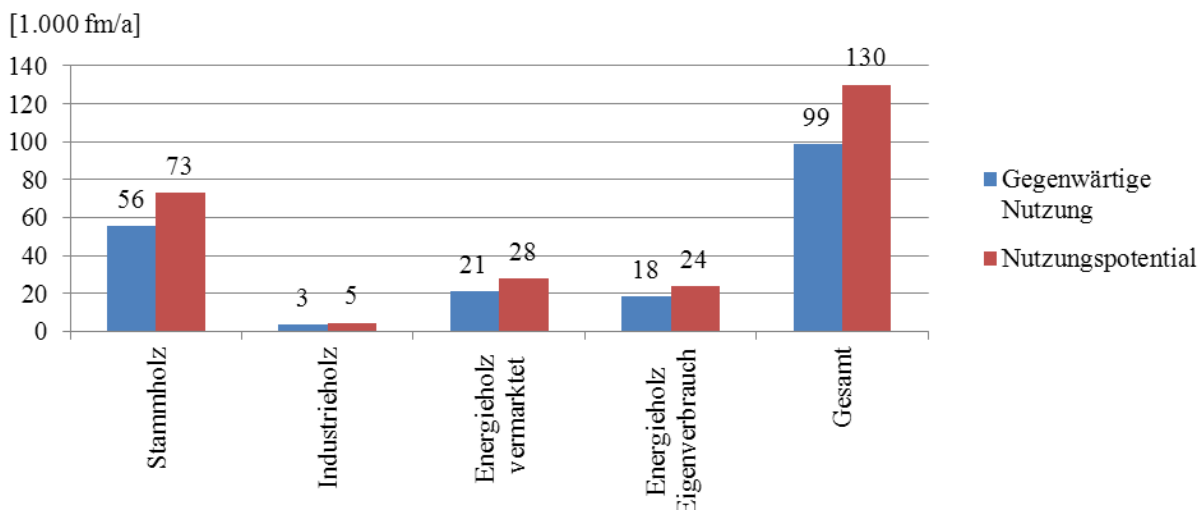


Abb. 6: Gegenwärtige Nutzung und Nutzungspotenzial (Variante "minimales Marktpotenzial") nach Sortimenten

##### Hochrechnung auf die gesamte Landkreisfläche

Die Befragungsergebnisse gelten streng genommen nur für die Mitgliedsfläche der WBV und lassen sich nicht automatisch auf die gesamte Privatwald- und Kommunalwaldfläche im Landkreis (knapp 21.000 ha) übertragen. Rund 13.400 ha des Privatwald- und Kommunalwaldes werden durch die WBVen betreut. WBV-Mitglieder bewirtschaften ihre Wälder tendenziell intensiver als nicht organisierte Besitzer. Deshalb wird für die Hochrechnung auf den gesamten Privat- und Kommunalwald im Landkreis angenommen,

dass nicht organisierte Waldbesitzer 50 % weniger Holz einschlagen als die befragten WBV-Mitglieder. Die Hochrechnung ergibt für nicht organisierten Privatwald im Landkreis eine Nutzungsmenge von jährlich 45.000 fm. Insgesamt werden demnach im gesamten Landkreis rund 133.000 fm/a ausgehalten. Unter der Annahme eines identischen Sortierverhaltens wie in den WBV-Gebieten werden knapp 53.000 fm/a als Energieholz bereitgestellt. Davon werden demnach 30.000 fm/a vermarktet und 23.000 fm/a für den Eigenverbrauch genutzt.

Das Einschlagspotenzial im Gesamtlandkreis liegt für den Privat- und Kommunalwald bei 176.000 fm jährlich, davon mindestens 70.000 fm/a Energieholz. Das minimale Marktpotenzial für Energieholz beträgt knapp 38.000 fm/a. Das Marktpotenzial für Energieholz ließe sich entsprechend dem maximalen Marktpotenzial auf 44.000 fm/a steigern.

## 4.2 Vergleich der Ergebnisse mit bayerischen Durchschnittswerten

### Nutzungsintensität

In den untersuchten Jahren 2010-2012 lag die Nutzung in den beiden WBV-Gebieten mit 9,1 fm/ha\*a deutlich über den Zahlen, die BORCHERT (2005) für den Zeitraum 1987-2002 für den bayerischen Privatwald ermittelte. Die Unterschiede sind besonders groß in den kleineren Privatwäldern, wogegen die Nutzung in den Wäldern >100 ha mit den bayerischen Werten vergleichbar ist (Abb. 7). Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Unterschiede natürlich auch durch den unterschiedlichen Betrachtungszeitraum bedingt sind. Die Holznutzung im Privatwald ist im bayerischen Durchschnitt in den letzten zehn Jahren deutlich gestiegen. Genaue Ergebnisse hierzu liefert erst die nächste Bundeswaldinventur 3.

[fm/ha\*a]

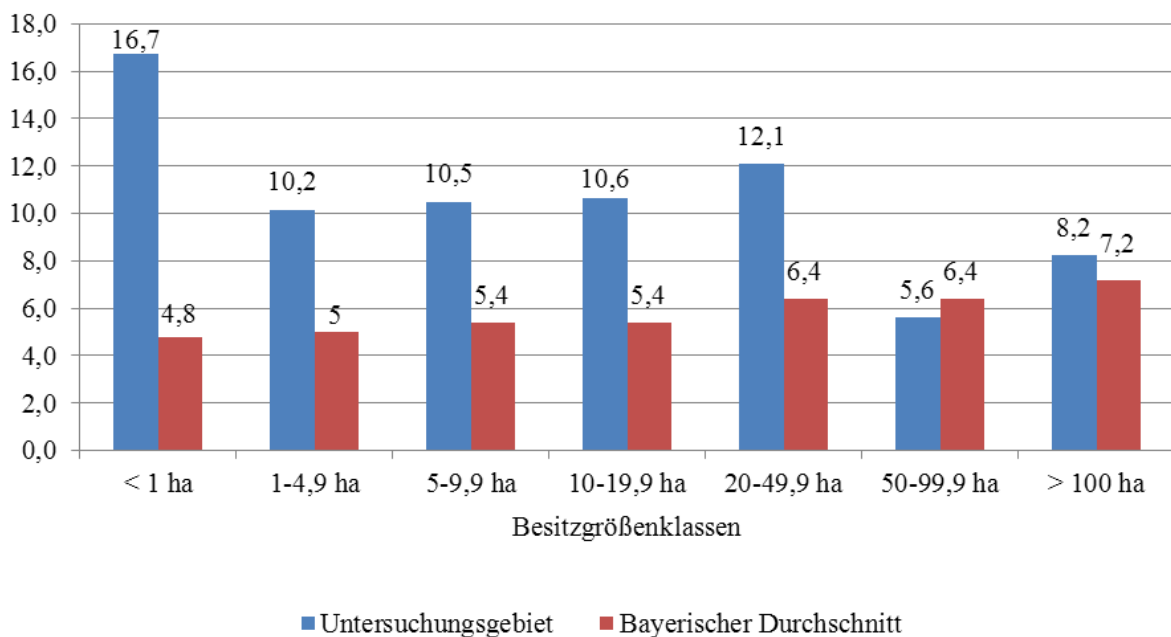


Abb. 7: Vergleich der Einschlagsintensität in den beiden WBV-Gebieten mit bayerischen Durchschnittswerten (Quelle: BORCHERT 2005)

## Sortimentsaushaltung

Die Sortimentsaushaltung laut Befragung ist tendenziell mit dem bayerischen Durchschnitt aus dem Jahr 2010 vergleichbar (Abb. 8 und 9). Im Privatwald kleiner 20 ha wird im Gebiet der WBV allerdings mehr Stammholz ausgehalten. Im Kleinprivatwald bis 5 ha ist außerdem die Hackschnitzelnutzung größer als im bayernweiten Vergleich, Industrieholz wird kaum ausgehalten. Die Industrieholznutzung ist bei Größenklassen über 10 ha allerdings höher als im bayerischen Mittel.

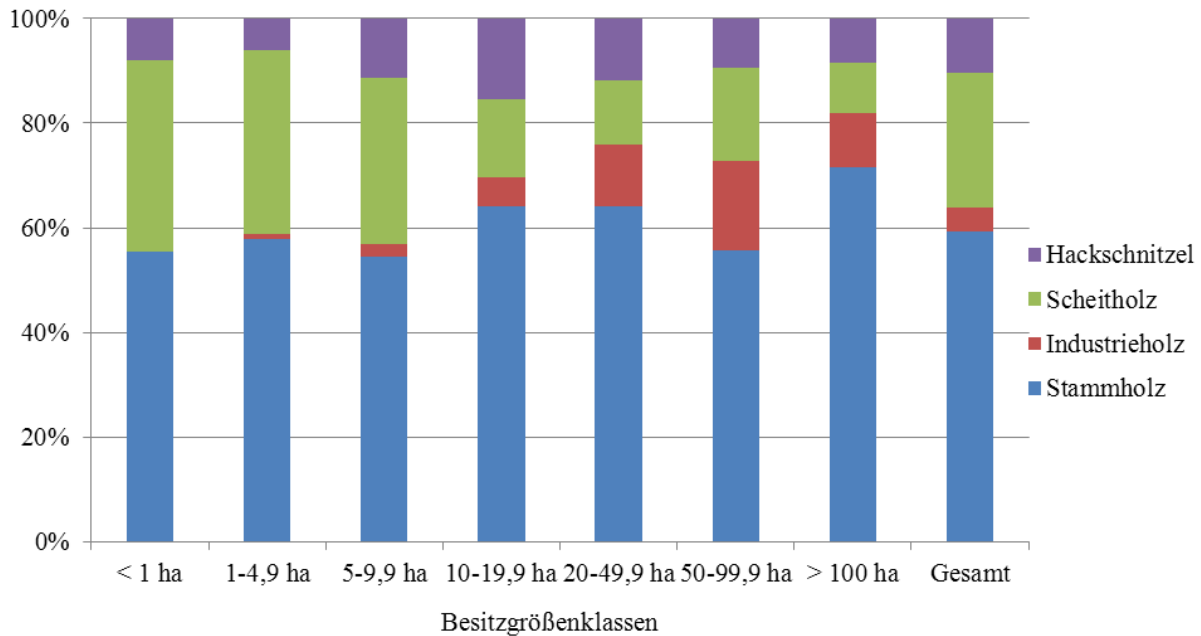


Abb. 8: Durchschnittliche Sortimentsaushaltung im Gebiet der beiden WBVen

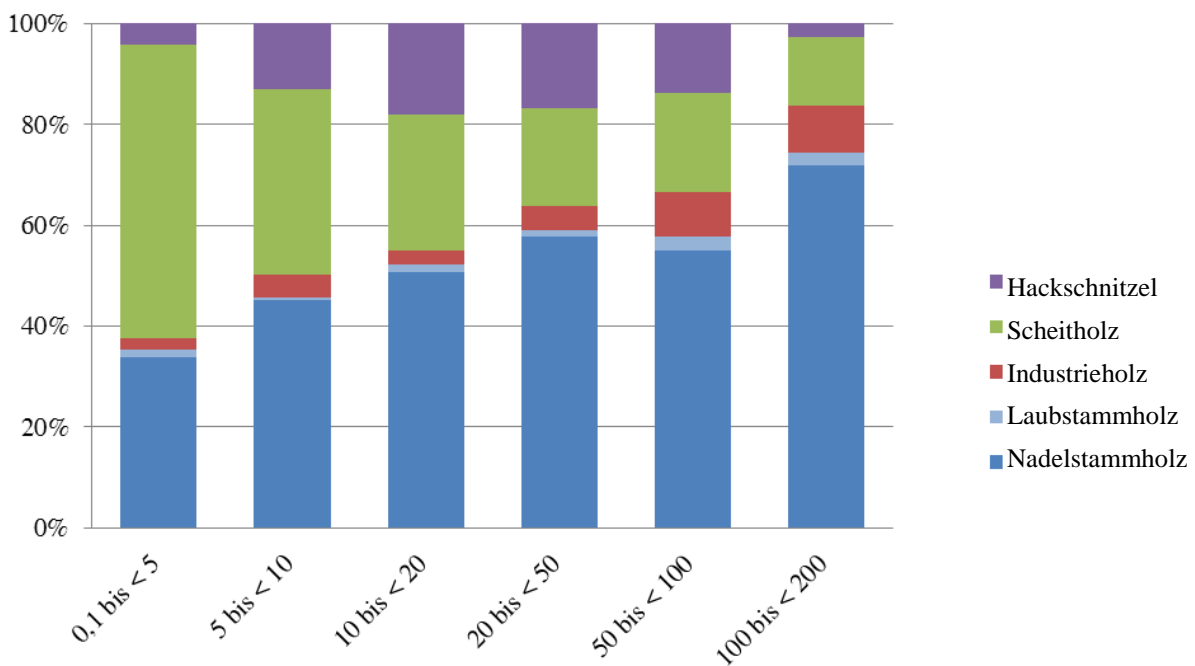


Abb. 9: Durchschnittliche Sortimentsaushaltung in Bayern nach Besitzgrößenklassen (Quelle: HASTREITER 2012)



### 4.3 Einflussfaktoren auf die Energieholznutzung

#### Besitzgröße

Abb. 10 zeigt eine klare Korrelation von Besitzgröße, Scheitholznutzung und -eigenbedarf. So werden die Scheitholznutzung je Hektar und der Anteil des Eigenverbrauchs mit steigender Besitzgröße immer geringer. Die Waldbesitzer mit weniger als 10 ha Besitzgröße nutzen mehr als drei Viertel des Scheitholzes für den Eigenbedarf.

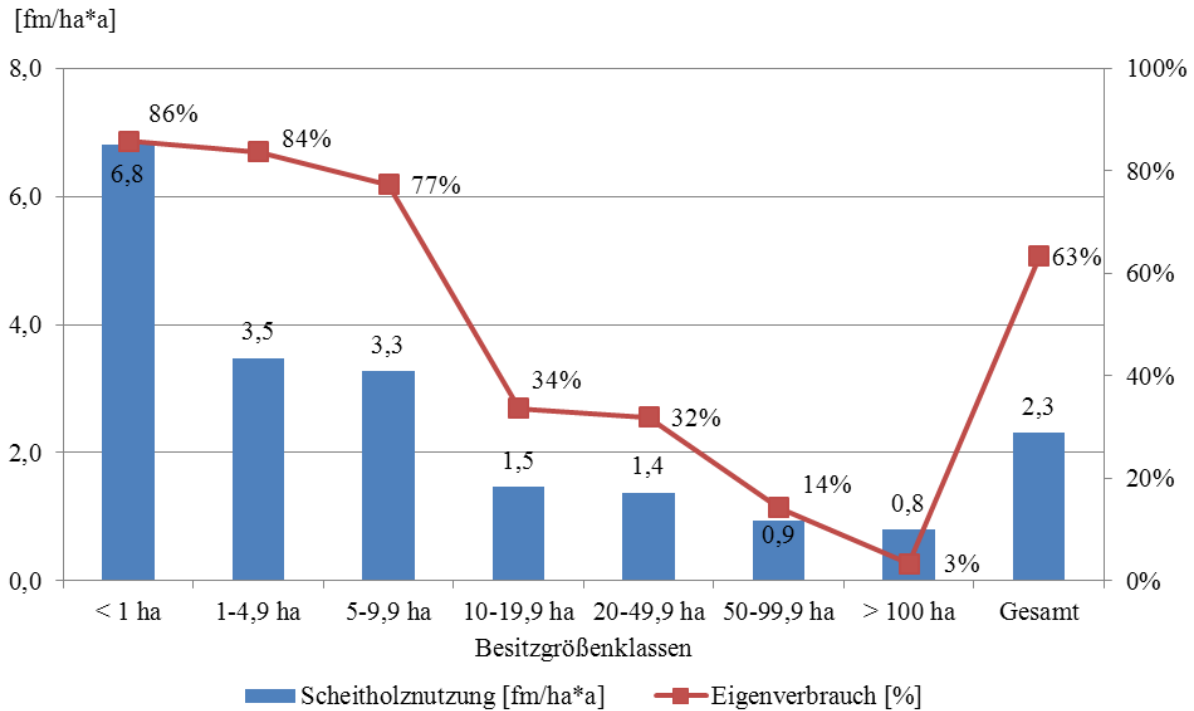


Abb. 10: Scheitholznutzung (fm/ha\*a) und Eigenverbrauchsquote (%) nach Besitzgrößen

Abb. 11 zeigt ein heterogenes Bild bezüglich des Einflusses der Besitzgröße auf die Hackschnitzelnutzung und den Anteil des Eigenverbrauchs. Erkennbar ist allerdings, dass Kleinprivatwaldbesitzer <1 ha Hackschnitzel ausschließlich zum Eigenverbrauch einschlagen und dass im Gegensatz dazu der Eigenbedarf im Großprivatwald deutlich geringer ist. Insgesamt schwanken die Werte bzgl. Einschlag und Eigenbedarf zwischen den Besitzgrößenklassen deutlich.

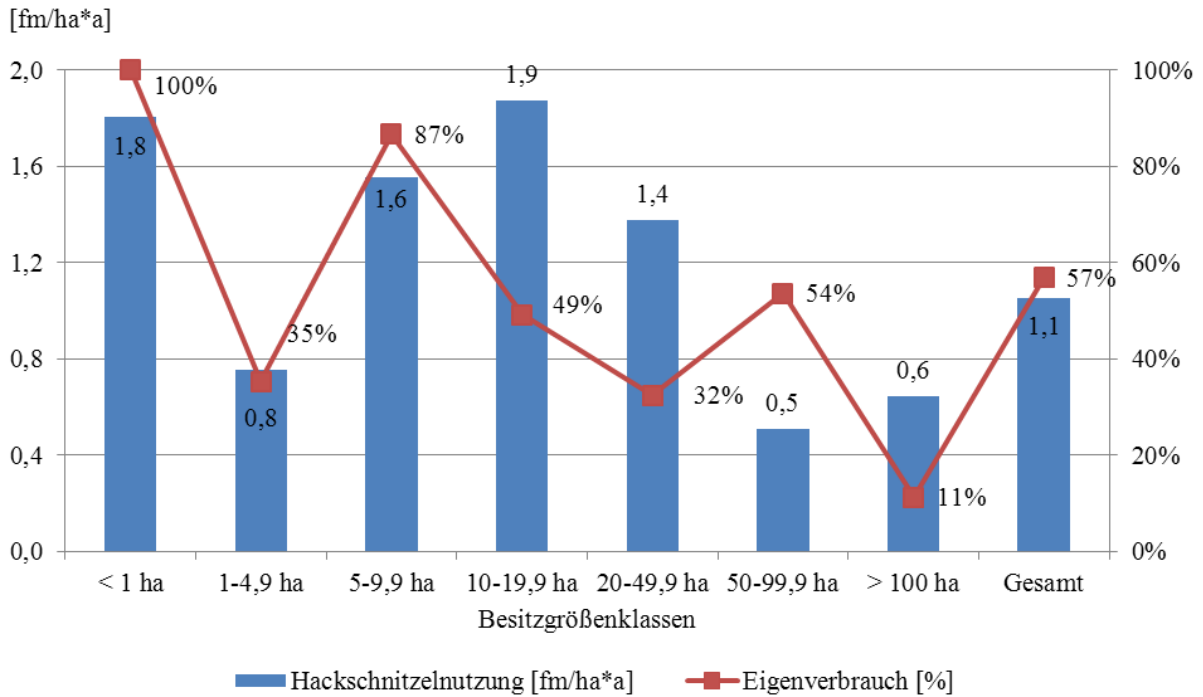


Abb. 11: Hackschnitzelnutzung (fm/ha\*a) und Eigenverbrauchsquote (%) nach Besitzgrößen

### Alter des Waldbesitzers

Im Mittel sind die befragten Waldbesitzer 53 Jahre alt. Das Alter des Waldbesitzers hat einen Einfluss auf das Nutzungsverhalten, so produzieren jüngere Waldbesitzer tendenziell mehr Hackschnitzel (Abb. 12).

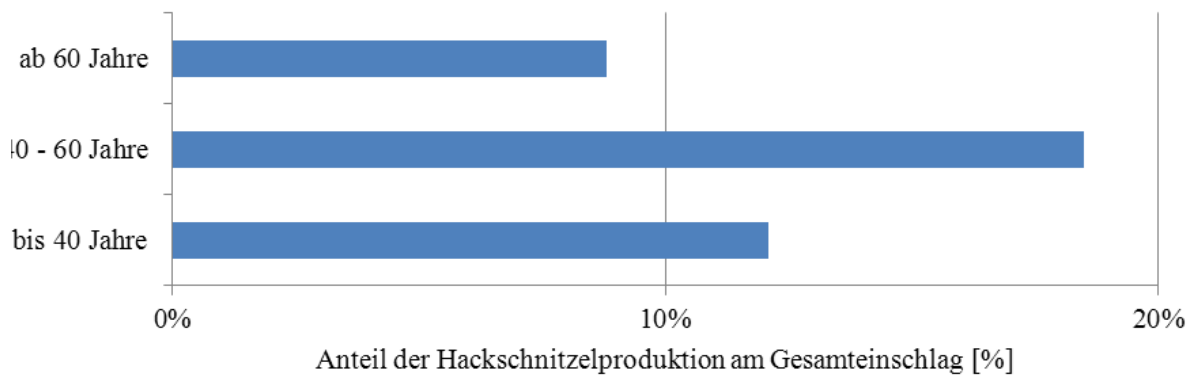


Abb. 12: Anteil der Hackschnitzelproduktion (%) am Einschlag nach Alter der Waldbesitzer

### Erwerbssituation

Landwirte halten mehr Hackschnitzel aus als andere Waldbesitzer (Abb. 13). Dies ist vermutlich durch einen höheren Anteil an privaten Hackschnitzelheizungen auf Bauernhöfen bedingt.

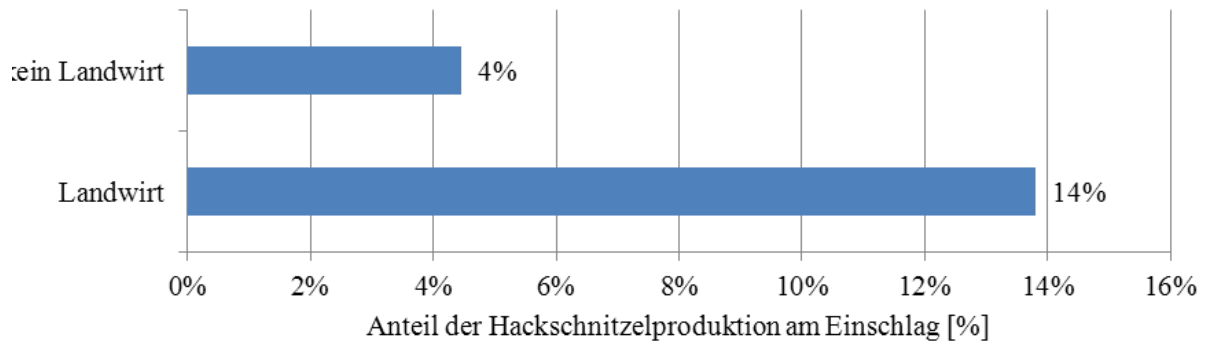


Abb. 13: Anteil der Hackschnitzelproduktion am Einschlag nach Erwerbstätigkeit

### Lieferbereitschaft

Laut der Befragung ist rund jeder vierte Waldbesitzer bereit, einen kontinuierlichen Liefervertrag mit der WBV abzuschließen (Abb. 14).

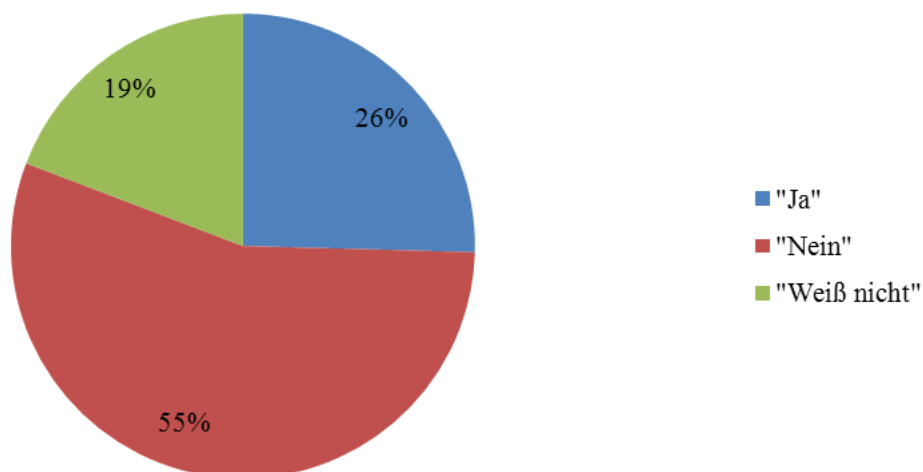


Abb. 14: Bereitschaft der Waldbesitzer zum Abschluss eines kontinuierlichen Liefervertrags

## 5. Genauigkeit der Erhebungen

Die vorliegende Energieholzabschätzung basiert im Wesentlichen auf den Ergebnissen einer Befragung von Waldbesitzern im Landkreis. Dies ist eine erhebliche Verbesserung gegenüber der Verwendung von Durchschnittswerten aus der Literatur. Die Methodik hat sich in letzten Jahren bereits bei anderen Privatwald-Befragungen durch die Autoren bewährt. Der Stichprobenumfang ist mit 152 Waldbesitzern bzw. 26 % der Mitgliedsfläche vergleichsweise hoch. Zu beachten ist jedoch, dass die Einschlagsintensität im Privatwald stark variiert. Die Ergebnisse gelten somit streng genommen nur für den Betrachtungszeitraum 2010-2012, der durch steigende Holzpreise und eine intensive Holznutzung gekennzeichnet war. Schad- und Kalamitätsereignisse sind weitere externe Einflussfaktoren auf den Holzeinschlag. Bayernweit waren Borkenkäferkalamitäten, sowie der Holzanfall aus Windwurf- und Schneebruchereignissen im Privatwald in den letzten Jahren eher gering (HASTREITER 2012). Weiterhin vermuten die Autoren, dass das derzeitige geringe Zinsniveau und Unsicherheiten am Finanzmarkt die Waldbesitzer zu einem eher geringen Einschlag veranlassen, da die Verzinsung des eigenen Holzes durch Vorratsaufbau vergleichsweise gut und sicher ist.

In der vorliegenden Studie wurde das Energieholzpotenzial vereinfacht über die Volumenzuwächse berechnet, nicht jedoch über die unterschiedlichen Raumdichten der Baumarten. Dies führt tendenziell zu einer leichten Unterschätzung des erhobenen Potenzials nach Trockenmasse ohne die Größenordnung des Ergebnisses entscheidend zu beeinflussen.

Naturgemäß konnten nur Waldbesitzer einbezogen werden, die der Befragung zugestimmt hatten. Diese haben möglicherweise mehr Interesse an Wald und Holzernte als Besitzer, welche eine Befragung ablehnten. Insofern wären überproportional viele "aktive" Waldbesitzer befragt worden. Im Vergleich mit bayerischen Mittelwerten ist der in der Befragung erhobene Einschlag von neun Festmeter pro Hektar und Jahr als hoch zu bewerten. Insbesondere im Kleinprivatwald könnte der Holzeinschlag durch die Auswahl der Waldbesitzer somit überschätzt sein. In der Studie wird dieser Aspekt jedoch durch die Annahme berücksichtigt, dass nicht befragte WBV-Mitglieder 25 % und nicht organisierte Besitzer 50 % weniger Holz einschlagen als die befragten Waldbesitzer. Generell sind Nutzungsverhalten, sowie Mobilisierungs- und Mitgliederpotenzial bei nicht organisierten Waldbesitzern schwer zu quantifizieren. Diese Waldbesitzer wurden bereits als "UFOs" ("Unknown Forest Owners") betitelt, deren forstliche Motivationshintergründe stark streuen (SCHWARZBAUER et al. 2010).

Die größte Unsicherheit resultiert aus dem langfristigen Nutzungsverhalten der Waldbesitzer. Während das technisch-ökologische Potenzial gut abgeschätzt werden kann und sich im Lauf der Zeit auch nicht wesentlich ändert, unterliegt das sozio-ökonomischen Potenzial einer größeren Unsicherheit. Schwankende Holzpreise oder finanzielle Förderprogramme für Holzerntemaßnahmen, z.B. für Seilkranbringung im Gebirge, können ebenso wie persönliche Einstellungen der Waldbesitzer oder die Betreuungsintensität durch die WBVen das Nutzungsverhalten auch in kurzer Zeit verändern. Dies wirkt sich auf die bereitgestellte Energieholzmenge aus. So hat die Energieholznutzung in den vergangenen Jahren aufgrund der gestiegenen Energiepreise stark zugenommen. Der in dieser Studie ermittelte Energieholzanteil von rund 40 % stellt im Vergleich mit vorangegangenen Studien der Autoren allerdings eher eine Untergrenze dar. Eine Erhöhung des Vermarktungsanteils durch geeignete Mobilisierungsmaßnahmen bzw. Preisgestaltung erscheint möglich, auch da der Eigenverbrauch beim Energieholz mit 63 % vergleichsweise hoch ist.

## 6. Folgerungen und Ausblick

Der Befragung zufolge nutzten die WBV-Mitglieder in Schongau und Weilheim im Untersuchungszeitraum 2010-2012 mit knapp 100.000 fm/a bereits viel Holz. Auffallend ist der relativ hohe Anteil der Energieholznutzung (rund 40 %), sowie bei der Energieholznutzung der hohe Anteil des Eigenverbrauchs für Scheitholz und Hackschnitzel (rund 60 %). Bei Beachtung aller technischen und ökologischen Restriktionen könnte die Nutzung nachhaltig auf der Mitgliedsfläche um rund 30.000 fm/a (2,9 fm/ha\*a) gesteigert werden. Würde dieses Holz entsprechend des bisherigen Sortierverhaltens der WBV-Mitglieder ausgehalten, so würden 59 % bzw. 73.000 fm Stammholz bereitgestellt. Bei einem Fichten-Stammholzpreis von 90 € ergäbe sich hieraus ein Jahresumsatz von rund 6,6 Mio. €. Die Nutzung an Energieholz (Eigenverbrauch und Vermarktung) könnte um 13.000 fm/a gesteigert werden. Dies entspricht einem zusätzlichen Umsatz von knapp 0,7 Mio. € (Annahme: Scheitholzpreis 60 €/fm, Hackschnitzelpreis 15 €/Srm bzw. 40 €/fm).

Bezogen auf die gesamte Privat- und Körperschaftswaldfläche im Landkreis Weilheim-Schongau (20.900 ha) ergibt sich nach vorsichtiger Schätzung ein Einschlagspotenzial von bis zu 176.000 fm/a, davon 70.000 fm/a Energieholz. Jedoch sollte bedacht werden, dass aus Gründen der Ressourcenschonung und aus volkswirtschaftlicher Sicht eine stoffliche Verwertung mit späterer Energienutzung (Kaskadennutzung) vorteilhafter sein könnte. Die überwiegende Menge des Energieholzes wird zum Eigengebrauch genutzt, sodass bei der derzeitigen Sortierung lediglich 13% des Gesamteinschlags für die Vermarktung zur Verfügung stehen.

Bereits bei der Nutzung des minimalen Marktpotenzials an Energieholz von 38.000 fm/a oder 95.000 Srm/a könnte im Landkreis eine beachtliche Menge fossiler Energie substituiert werden. So ergibt sich unter der Annahme eines Energiegehalts von Hackschnitzel von 0,85 MWh/Srm (Nadelholzanteil 78 %, Wassergehalt 35 %) eine potentiell nutzbare Holzenergiemenge von rund 80.000 MWh pro Jahr. Dies entspricht einer Heizölmenge von rund 8 Mio. Liter. Bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 2.000 l Heizöl je Haushalt, könnten 4.000 Haushalte pro Jahr mit Wärme versorgt werden. Die Energieholzmenge im Landkreis kann durch nachhaltige Nutzung von Straßenbegleitgrün, Landschaftspflegeholz und Sägerestholz weiter erhöht werden. Diese Sortimente stellen ein hohes Potenzial dar, welches in der gleichen Größenordnung liegt wie das Holz direkt aus dem Wald (FRIEDRICH et al. 2012, WILNHAMMER et al. 2013).

Ob das errechnete Nutzungspotenzial realisiert werden kann, hängt entscheidend von der Lieferbereitschaft der Waldbesitzer ab. Die Befragung zeigt, dass immerhin jeder vierte Waldbesitzer bereit wäre, kontinuierliche Lieferverträge mit der WBV abzuschließen. Eine zusätzliche Holzmobilisierung sollte sich an den standörtlichen Gegebenheiten orientieren und sich vorrangig auf bisher unternutzte Waldbereiche (beispielsweise bisher wenig oder nicht-aktive Waldbesitzer) konzentrieren.

## 7. Zusammenfassung

Ziel des vorliegenden Gutachtens war die Abschätzung des Nutzungspotenzials an Waldenergieholz im Privat- und Körperschaftswald im Landkreis Weilheim-Schongau. Das Gutachten basiert im Wesentlichen auf einer Befragung von 152 Waldbesitzern über ihr Nutzungsverhalten in den drei Holzeinschlagsjahren 2010 bis 2012.

Die Einschlagsintensität war im Untersuchungszeitraum mit 9,1 fm/ha\*a vergleichsweise hoch. Auffallend ist der hohe Anteil der Energieholznutzung (im Durchschnitt 40 %) und der hohe Anteil des Eigenverbrauchs (60 % vom Energieholz). Energieholznutzung und Eigenverbrauch sind im Kleinprivatwald besonders hoch. Das theoretische Nutzungspotenzial (hergeleitet aus dem Gesamtzuwachs der oberirdischen Holzbiomasse) entspricht 17,9 Vfm/ha\*a. Das technisch-ökologische Potenzial, das sich nach Abzug technischer (z.B. Erschließung) und ökologischer (z.B. Naturschutz, Nährstoffe) Einschränkungen ergibt, liegt bei 12,0 fm/ha\*a. Unter Einbeziehung des Sortierverhaltens der Waldbesitzer ergibt sich eine Energieholzmenge von bis zu 4,4 fm/ha\*a (minimales Nutzungspotenzial). Davon stehen nach Abzug des Eigenverbrauchs mindestens 1,9 fm/ha\*a (1,1 fm/ha\*a Scheitholz, 0,8 fm/ha\*a Hackschnitzel) für die Vermarktung zur Verfügung.

Hochgerechnet auf die Mitgliedsfläche der beiden Waldbesitzervereinigungen bedeutet dies eine potenzielle Energieholzmenge von rund 52.000 fm/a, davon mindestens 28.000 fm Vermarktungspotenzial. Für den gesamten Kommunal- und Privatwald im Landkreis ergibt sich eine Einschlagsmenge von 176.000 fm/a, davon mindestens 70.000 fm Energieholz. Nach Abzug des Eigenverbrauchs errechnet sich ein Vermarktungspotenzial für Energieholz von 38.000 fm/a. Dieser Wert stellt eine Untergrenze dar und könnte bei verändertem Nutzungsverhalten noch gesteigert werden.

Bereits durch die Nutzung des minimalen Vermarktungspotenzials könnten im Landkreis rund 8 Mio. Liter Heizöl substituiert und dadurch 4.000 Haushalte (Verbrauch 2.000 Liter pro Jahr) mit Wärme versorgt werden. Neben den positiven Auswirkungen für die Umwelt bieten sich durch die Substitution fossiler Energieträger interessante Wertschöpfungsmöglichkeiten für die Region.

## Literaturverzeichnis

Arbeitskreis Standortkartierung (1985): Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke in der Bundesrepublik Deutschland. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, 170 S.

Assmann, E., Franz, F. (1965): Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. Forstwissenschaftliches Centralblatt 84 (1/2), Sonderdruck, Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin, S. 1-68

Bayerisches Fachinformationssystem Naturschutz (2010) des Bayerischen Landesamts für Umwelt: [http://www.lfu.bayern.de/natur/daten/fis\\_natur/](http://www.lfu.bayern.de/natur/daten/fis_natur/)

Bayerische Staatsforsten (2007): Nachhaltigkeitsbericht 2007. 171 S.

Bayerische Staatsforsten (2009): Nachhaltigkeitsbericht 2009. 156 S.

Bayerische Staatsforsten (2013): Zentrum für Energieholz. URL: <http://www.baysf.de/index.php?id=585>; Letzter Zugriff: 08. August 2013

Borchert, H. (2005): Holzaufkommensprognose für Bayern. LWF Wissen Nr. 50.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2005): Bundeswaldinventur 2; URL: <http://www.bundeswaldinventur.de/enid/3bc6d43708ac99895ddfe6de66013cdb,3137c47468656d65092d0930093a0968725f6461746162617365092d096277695f62795f7261756d726567093a095f7472636964092d09363735/6l.html>; letzter Zugriff: 01. August 2013

Deutscher Wetterdienst (2010): Mittelwerte 30 jähriger Perioden. Klimadaten - online - frei. URL: [http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_klima\\_umwelt\\_klimadaten\\_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten\\_\\_kostenfrei%2Fkldat\\_\\_D\\_\\_mittelwerte\\_\\_node.html](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fkldat__D__mittelwerte__node.html). letzter Zugriff: 20. Juni 2013

Friedrich, S.; Schumann, C.; Zormaier, F.; Schulmeyer, F.; Dietz, E.; Burger, F.; Hammerl, R.; Borchert, H.; Egner, J. P. (2012): Energieholzmarktbericht Bayern 2010. LWF Wissen Nr. 70. Freising.

Hastreiter, H. (2012): Der Holzeinschlag 2010 in Bayern. LWF aktuell 86/2012

Kölling, C.; Göttlein, A.; Rothe, A. (2007): Energieholz nachhaltig nutzen. Biomassenutzung und Ernteentzug. LWF aktuell 61/2007. S. 32-36

Schwarzbauer, P.; Huber, W.; Weiss, G. (2010): Prospects for the market supply of wood and other forest products from areas with fragmented forest-ownership structures. Bericht Wood K Plus. Wien 03/05/2010. 82 S. URL: [http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/supply-wood/austria\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/supply-wood/austria_en.pdf) (letzter Zugriff 01.07.2013)

Walentowski, H.; Ewald, J.; Fischer, A.; Kölling, C.; Türk, W. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. Verlag Geobotanica. 441 S.

Walentowski, H.; Gulder, H.-J.; Kölling, C.; Ewald, J.; Türk, W. (2001). Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 32. 99 S.

Walentowski, H.; Ewald, J.; Fischer, A.; Kölling, C.; Türk, W. (2006): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. Ein auf geobotanischer Grundlage entwickelter Leitfaden für die Praxis in Forstwirtschaft und Naturschutz. 2. überarb. Auflage: 441 S.; Geobotanica-Verlag: Freising

Weis, W.; Dietz, E.; Göttlein, A.; Häusler, W.; Kölling, C.; Mellert, K.H.; Rothe, A.; Rücker, G.; Seifert, T.; (2009): Erstellung von Nährstoffbilanzen für die Staatswaldflächen in Bayern als Grundlage einer nachhaltige Biomassenutzung. Unveröffentlichter Abschlussbericht. 55. S.

Wilnhammer, M.; Matthias Gebrande, B.; Helm, S.; Philipp, M.; Schmidtner, D.; Weber-Blaschke, G.; Wittkopf, S. (2013): Landschaftspflege ist große Energieholzquelle. Fallstudie aus Südbayern zeigt hohe Bedeutung von Energieholz, das nicht aus Wäldern stammt. Holz-Zentralblatt Nr. 20/2013. S. 488 und 490

Wittkopf (2004): Bereitstellung von Hackgut zur thermischen Verwertung durch Forstbetriebe in Bayern. Dissertation an der Technischen Universität München. 217 S.



## Anhang 1 - Vorlage des Fragebogens

1) Sind Sie Landwirt ?	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
	Vollerwerb <input type="checkbox"/>	Nebenerwerb <input type="checkbox"/>
2) Wie viel Hektar Waldfläche besitzen Sie?	_____ ha	
3) Wie hoch ist der Nadelholzanteil?	[%]: _____	
4) Wie hoch ist der Anteil?	an Baumholz (ab 30cm) _____ % / ha	
	an Stangenholz (15-30cm) _____ % / ha	
	an Jungwuchs (<15cm) _____ % / ha	
5) Wie viel Prozent der Fläche ist erschlossen?	_____ %	
6) Was haben Sie in den letzten 3 Jahren genutzt?		
	<b>Nadelholz</b>	<b>Laubholz</b>
a) Stammholz:		
11/12 _____	11/12 _____	
10/11 _____	10/11 _____	
09/10 _____	09/10 _____	
b) Industrieholz:		
11/12 _____	11/12 _____	
10/11 _____	10/11 _____	
09/10 _____	09/10 _____	
c) Brennholz:		
11/12 _____	11/12 _____	
10/11 _____	10/11 _____	
09/10 _____	09/10 _____	
Eigenverbrauch	fm/rm/% _____	fm/rm/% _____
d) Hackschnitzel:		
11/12 _____	11/12 _____	
10/11 _____	10/11 _____	
09/10 _____	09/10 _____	
Eigenverbrauch	srm/% _____	srm/% _____
7) Wie viel von dem Holz wurde mit dem Harvester geerntet? _____%		
Wie viel soll in den nächsten Jahren mit Harvester geerntet werden?	mehr <input type="checkbox"/>	
weniger <input type="checkbox"/>	gleichviel <input type="checkbox"/>	
8) Was wird zu Hackschnitzeln verarbeitet?	_____	
9) Bis zu welchem Zopf wird ausgeastet?	_____ cm	
10) Was machen Sie mit dem Schlagabraum:	belassen <input type="checkbox"/> verbrennen <input type="checkbox"/> hacken <input type="checkbox"/> Reisigmatten <input type="checkbox"/>	
	sonstige _____	
11) Spielt das Thema Nährstoffe bei Ihrer Art der Holznutzung eine Rolle?	schon <input type="checkbox"/> eher weniger <input type="checkbox"/> eigtl. nicht <input type="checkbox"/>	
12) Würden Sie für Lieferverträge der WBV kontinuierlich Energieholz bereitstellen?	Ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht <input type="checkbox"/>	
Welche Menge?	_____	
13) Wie alt sind Sie? _____	Geschlecht: weiblich <input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/>	

## Anhang 2 - Datenzusammenstellung zur Befragung

Tab. 4: Anzahl der befragten Waldbesitzer

	Weilheim	Schongau	Gesamt
<1 ha	7	7	14
1-4,9 ha	25	20	45
5-9,9 ha	22	13	35
10-19,9 ha	10	16	26
20-49,9 ha	5	11	16
50-99,9 ha	3	6	9
>100 ha	3	4	7
<b>Gesamt</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>152</b>

Tab. 5: Befragte Fläche

Weilheim [ha]	Schongau [ha]	Gesamt [ha]
5,7	3,5	9,2
69	55	124
153	87	240
13	212	349
152	306	4
209	413	621
842	861	1.703
<b>1.568</b>	<b>1.939</b>	<b>3.507</b>

Tab. 6: Gesamte WBV-Fläche

Weilheim [ha]	Schongau [ha]	Gesamt [ha]
39	32	71
1.116	1.221	2.337
1.501	1.156	2.658
1.271	1.002	2.273
896	721	1.618
751	484	1.235
2.851	929	3.780
<b>8.425</b>	<b>5.548</b>	<b>13.973</b>

Tab. 7: Anteil der Größenklasse an Gesamtfläche

Weilheim [%]	Schongau [%]	Gesamt [%]
0,5	0,6	0,5
13,2	22,0	16,7
17,8	20,8	19,0
15,1	18,1	16,3
10,6	13,0	11,6
8,9	8,7	8,8
33,8	16,7	27,1
<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tab. 8: Anteil von Laub- und Nadelholz

	Weilheim [%]	Schongau [%]	Gesamt [%]
Laubholz	24,0	12,0	17,4
Nadelholz	76,0	88,0	82,6

Tab. 9: Zuwachs (ohne Biomasseexpansionsfaktor) in Vfm / ha \*a

	Weilheim [Vfm]	Schongau [Vfm]	Gesamt [Vfm]
Laubholz	10,0	10,0	10,0
Nadelholz	16,6	16,6	16,6
Laubholz gewichtet	2,4	1,2	1,7
Nadelholz gewichtet	12,6	14,6	13,7
Gesamtzuwachs gewichtet	15,0	15,8	15,5

Tab. 10: Potentialberechnung in Vfm / ha \*a

	Weilheim [Vfm]	Schongau [Vfm]	Gesamt [Vfm]
Zuwachs	17,4	18,3	17,9
Erschließung	0,6	2,9	1,9
Naturschutz	0,8	1,1	0,9
Nährstoffnachhaltigkeit	1,7	1,3	1,5
Totholz	0,2	0,2	0,2
Ernteverlust	1,4	1,3	1,3
technisch-ökologisches Potential	12,7	11,5	12,0

Tab. 11: Eigenverbrauch im Untersuchungsgebiet

<b>Weilheim</b>								
<i>ha</i>	<i>&lt; 1</i>	<i>1-4,9</i>	<i>5-9,9</i>	<i>10-19,9</i>	<i>20-49,9</i>	<i>50-99,9</i>	<i>&gt; 100</i>	<i>Gesamt</i>
Hackschnitzel	3,0	0,4	2,2	1,3	0,3	0,0	0,0	0,7
Scheitholz	7,9	2,8	2,6	0,3	0,2	0,0	0,0	1,4
<b>Schongau</b>								
Hackschnitzel	0,00	0,08	0,00	0,34	0,63	0,69	0,18	0,50
Scheitholz	2,72	3,10	2,44	0,80	0,76	0,33	0,06	1,49
<b>Gesamt</b>								
Hackschnitzel	1,34	0,22	1,00	0,77	0,49	0,38	0,10	0,57
Scheitholz	5,03	2,96	2,51	0,57	0,52	0,18	0,04	1,47

Tab. 12: Sortierung im Untersuchungsgebiet

<b>Sortierung Weilheim</b>								
<i>ha</i>	<i>&lt; 1</i>	<i>1-4,9</i>	<i>5-9,9</i>	<i>10-19,9</i>	<i>20-49,9</i>	<i>50-99,9</i>	<i>&gt; 100</i>	<i>Gesamt</i>
Stammholz	5,2	5,7	4,8	6,8	8	2,1	4,3	4,0
Industrieholz	0	0,2	0,2	0,9	2,2	1,3	0,4	0,3
Scheitholz	8,5	3,3	3,2	1,3	1,2	0,5	0,5	2,2
Hackschnitzel	3	1,1	2,5	2,6	1,3	0,3	0,3	1,3
Gesamtholznutzung	16,7	10,3	10,7	11,6	12,7	4,2	5,5	7,8

<b>Sortierung Schongau</b>								
<i>ha</i>	<i>&lt; 1</i>	<i>1-4,9</i>	<i>5-9,9</i>	<i>10-19,9</i>	<i>20-49,9</i>	<i>50-99,9</i>	<i>&gt; 100</i>	<i>Gesamt</i>
Stammholz	12,5	6,0	6,4	6,4	7,3	4,5	8,6	6,5
Industrieholz	0,0	0,0	0,3	0,3	0,8	0,8	1,4	0,5
Scheitholz	4,2	3,7	3,4	1,7	1,6	1,6	1,2	2,4
Hackschnitzel	0,0	0,2	0,1	0,8	1,5	0,8	1,2	0,7
Gesamtholznutzung	16,7	9,9	10,2	9,2	11,2	7,8	12,4	10,2

<b>Sortierung Gesamt</b>								
<i>ha</i>	<i>&lt; 1</i>	<i>1-4,9</i>	<i>5-9,9</i>	<i>10-19,9</i>	<i>20-49,9</i>	<i>50-99,9</i>	<i>&gt; 100</i>	<i>Gesamt</i>
Stammholz	9,3	5,9	5,7	6,6	7,6	3,4	6,7	5,4
Industrieholz	0,0	0,1	0,3	0,6	1,4	1,1	1,0	0,4
Scheitholz	6,1	3,5	3,3	1,5	1,4	1,1	0,9	2,3
Hackschnitzel	1,3	0,6	1,2	1,6	1,4	0,6	0,8	1,0
Gesamtholznutzung	16,7	10,1	10,4	10,3	11,9	6,2	9,3	9,1