

Abschlussbericht 08/2016

# Energieholzmarkt Bayern 2014

Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern hinsichtlich Aufkommen und Verbrauch

BAYERISCHE FORSTVERWALTUNG



### **Projektleitung**

Stefan Friedrich (bis September 2015)  
Dr. Herbert Borchert (ab Oktober 2015)  
*Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz Platz 1  
85354 Freising  
Herbert.Borchert@lwf.bayern.de*

### **Projektbearbeitung**

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

### **Projektbearbeitung Aufgabengebiet Biomasseheiz(kraft)werke**

Sabine Hiendlmeier  
C.A.R.M.E.N. e.V.  
*Centrales Agrar- Rohstoff- Marketing- und Energie- Netzwerk  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe  
Schulgasse 18  
94315 Straubing*

### **Projektbearbeitung Aufgabengebiet Pellets**

Melanie Zenker  
C.A.R.M.E.N. e.V.  
*Centrales Agrar- Rohstoff- Marketing- und Energie- Netzwerk  
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe  
Schulgasse 18  
94315 Straubing*

### **Herausgeber**

Bayerische Landesanstalt  
für Wald und Forstwirtschaft  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
Freising, August 2016

### **Zitiervorschlag:**

WEIDNER, U.; HIENDLMEIER, S.; ZENKER, M.; BORCHERT, H.; FRIEDRICH, S.; SCHULMEYER, F.; LEUCHTWEIS, C. (2016): Energieholzmarkt Bayern 2014. Abschlussbericht. Freising

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b> .....	<b>12</b>
<b>2 Zielsetzung</b> .....	<b>13</b>
<b>3 Material und Methoden</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Methodik der Datenerhebungen und -auswertungen</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.1 Aufkommen an Waldholz</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.2 Energieholzpotenziale der Wälder</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.3 Hackerunternehmen</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.4 Sägeindustrie</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1.5 Pelletproduktion und -verbrauch</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.6 Altholzaufbereiter und Altholzverwerter</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1.7 Kurzumtriebsplantagen (KUP)</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1.8 Privathaushalte</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1.9 Mittlere Holzfeuerungen und Biomasseheiz(kraft)werke</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1.10 Papierindustrie</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1.11 Zellstoffindustrie</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1.12 Holzwerkstoffindustrie</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2 Erhebung des Witterungsverlaufs</b> .....	<b>23</b>
<b>3.3 Umrechnungsfaktoren von Bezugseinheiten der Mengenangaben</b> .....	<b>23</b>
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1 Waldenergieholz</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1.1 Holznutzungspotenziale im Zeitraum 2013 bis 2027</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1.2 Rohholzaufkommen</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1.3 Energieholzaufkommen 2014 aus dem Wald</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1.4 (Wald)-Hackschnitzelaufkommen aus einer Umfrage bei Hackerunternehmen</b>	<b>31</b>
<b>4.1.5 Preisentwicklung bei Energieholzleitsortimenten</b> .....	<b>34</b>

---

<b>4.1.6 Diskussion .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.7 Fazit und Trends .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2 Nebenprodukte der Sägeindustrie .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.1 Darstellung der Befragungsergebnisse und Hochrechnungen .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2.2 Aufkommen von Nebenprodukten in der Sägeindustrie .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2.3 Verbrauch der Nebenprodukte .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.4 Verbleib von Nebenprodukten der Sägeindustrie .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2.5 Preisentwicklung bei Nebenprodukten .....</b>	<b>45</b>
<b>4.2.6 Herausforderungen für die Sägeindustrie .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2.7 Diskussion .....</b>	<b>47</b>
<b>4.2.8 Fazit und Trends .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3 Pellethersteller und Pelletproduktion .....</b>	<b>51</b>
<b>4.3.1 Produktion .....</b>	<b>51</b>
<b>4.3.2 Verwendung .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.3 Pelletpreise .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3.4 Fazit und Trends .....</b>	<b>54</b>
<b>4.4 Altholz - Aufbereitung und Verwertung .....</b>	<b>55</b>
<b>4.4.1 Darstellung der Befragungsergebnisse .....</b>	<b>56</b>
<b>4.4.2 Altholzaufkommen und Altholzverwendung 2014 .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.3 Aufkommen an Flur- und Siedlungsholz .....</b>	<b>58</b>
<b>4.4.4 Entwicklung der Altholzpreise .....</b>	<b>58</b>
<b>4.4.5 Diskussion und Fazit .....</b>	<b>60</b>
<b>4.5 Kurzumtriebsplantagen .....</b>	<b>60</b>
<b>4.5.1 Flächenbestand und Hackschnitzelaufkommen .....</b>	<b>61</b>
<b>4.5.2 Fazit und Trends .....</b>	<b>61</b>
<b>4.6 Energieholzverbrauch in Privathaushalten .....</b>	<b>63</b>
<b>4.6.1 Darstellung der Befragungsergebnisse .....</b>	<b>63</b>

---

<b>4.6.2 Energieholzverbrauch (Hochrechnung) .....</b>	<b>70</b>
<b>4.6.3 Diskussion .....</b>	<b>78</b>
<b>4.6.4 Fazit und Trends .....</b>	<b>79</b>
<b>4.7 Energieholzverbrauch in Biomasseheizwerken und Biomasseheizkraftwerken ...</b>	<b>81</b>
<b>4.7.1 Mittlere Feuerstätten in Gewerbebetrieben, Mehrfamilienhäusern und öffentlichen Gebäuden .....</b>	<b>81</b>
<b>4.7.2 Biomasseheiz(kraft)werke .....</b>	<b>81</b>
<b>4.7.3 Brennstoffverbrauch und installierte thermische Leistung .....</b>	<b>82</b>
<b>4.7.4 Stromproduktion in Biomasse(heiz)kraftwerken .....</b>	<b>86</b>
<b>4.7.5 Eingesetzte Energieholzsortimente .....</b>	<b>91</b>
<b>4.7.6 Fazit und Trends .....</b>	<b>94</b>
<b>4.8 Papier- und Zellstoffindustrie .....</b>	<b>99</b>
<b>4.8.1 Holzverbrauch der bayerischen Papierindustrie .....</b>	<b>99</b>
<b>4.8.2 Holzverbrauch in der bayerischen Zellstoffindustrie.....</b>	<b>99</b>
<b>4.8.3 Aufkommen und Verbrauch von Altpapier.....</b>	<b>100</b>
<b>4.8.4 Fazit und Trends zur Papier- und Zellstoffindustrie.....</b>	<b>100</b>
<b>4.9 Holzwerkstoffindustrie .....</b>	<b>101</b>
<b>4.9.1 Holzverbrauch der bayerischen Holzwerkstoffindustrie .....</b>	<b>101</b>
<b>4.9.2 Fazit und Trends zur Holzwerkstoffindustrie .....</b>	<b>102</b>
<b>5 Holzbilanz .....</b>	<b>103</b>
<b>5.1 Aufkommen .....</b>	<b>103</b>
<b>5.2 Verbrauch .....</b>	<b>104</b>
<b>5.3 Außenhandel .....</b>	<b>104</b>
<b>5.4 Bilanzen .....</b>	<b>106</b>
<b>5.5 Berücksichtigung von Witterungsfaktoren .....</b>	<b>111</b>
<b>5.6 Stoffstrommodell .....</b>	<b>113</b>
<b>5.7 Schlussfolgerungen .....</b>	<b>113</b>

---

<b>5.7.1 Ableitung von Maßnahmen und Empfehlungen .....</b>	<b>114</b>
<b>5.8 Weiterer Forschungsbedarf .....</b>	<b>117</b>
<b>6 Zusammenfassung .....</b>	<b>119</b>
<b>7 Literaturverzeichnis.....</b>	<b>121</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl der mit Standort bekannten Biomasseheiz(kraft)werke, der schriftlich befragten Anlagen sowie die Befragungsbeteiligung jeweils nach Anlagenart. ....	19
Abbildung 2: Energieholzpotenziale(Derbholz über 7 cm Durchmesser m. R.) aus den Wäldern in den Regierungsbezirken nach Baumartengruppen für den Zeitraum 2013 – 2017 (1.000 Efm m. R. pro Jahr). ....	28
Abbildung 3: Verlauf der Holzeinschlagsmenge in den Jahren von 2006 bis 2014.....	29
Abbildung 4: Holzeinschlag nach Waldbesitzarten für die Jahre 2010, 2012 und 2014 .....	29
Abbildung 5: Holzeinschlag nach Sortimenten und Besitzarten in der Zeitreihe 2010, 2012 und 2014 ohne nicht verwertbares Holz (Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT) .....	30
Abbildung 6: Herkunft des in Bayern gehackten Holzes bei den Teilnehmern an der Umfrage (Gesamtmenge 416.000 Fm m. R.) .....	32
Abbildung 7: Verwendung der Hackschnitzel bei den Teilnehmern an der Umfrage (Gesamtmenge 416.000 Fm m. R.) .....	32
Abbildung 8: Hackschnitzelweiterverarbeitung bei den Teilnehmern an der Umfrage (weiter verarbeitete Menge 219.000 Fm m. R.).....	33
Abbildung 9: Durchschnittspreise und die Preisspanne für Scheitholz in Bayern in Euro je Raummeter (gespaltenes, luftgetrocknetes Scheitholz ab Betriebshof inklusive Mehrwertsteuer) nach Erhebungen der LWF. ....	35
Abbildung 10: Waldhackschnitzelpreise 2012 bis 2015 pro Tonne (WG 35) nach C.A.R.M.E.N. e.V....	36
Abbildung 11: Entwicklung des Heizölpreises von 2010 bis 2015 in Euro pro 100 Liter .....	37
Abbildung 12: Anzahl von Sägewerken, die nur Nadelholz, nur Laubholz und beides einschneiden nach Größenklassen des Rundholzeinschnitts 2014.....	41
Abbildung 13: Rundholzeinschnitt der Sägewerke getrennt nach Nadel- und Laubholz sowie nach Größenklassen. ....	41
Abbildung 14: Menge und Zusammensetzung der Sägenebenprodukte sowie Rinde und Hobelspäne in 1.000 m <sup>3</sup> (Rindenmenge wird vermutlich unterschätzt).....	42
Abbildung 15: Vergleich der Zusammensetzung der Sägenebenprodukte sowie von Rinde und Hobelspänen zwischen Großsägewerken und kleinen und mittelgroßen Sägewerken. ....	43
Abbildung 16: Verwertung der Sägenebenprodukte in Bayern 2014 .....	44
Abbildung 17: Verbleib der in Bayern erzeugten Menge an Sägenebenprodukte, Rinde und Hobelspäne der großen Sägewerke sowie der kleinen und mittelgroßen im Vergleich. ....	45
Abbildung 18: Preisentwicklung für Sägenebenprodukte von 2009 bis 2015 .....	46
Abbildung 19: Preisindex für Fichtenstammholz und Schnittholz in Deutschland . ....	49
Abbildung 20: Laubholzpreisindex von 2003 bis 2014 .....	50
Abbildung 21: Preisentwicklung für Holzpellets, Heizöl und Erdgas .....	54
Abbildung 22: Altholzaufkommen und Altholzverwertung 2014 .....	57
Abbildung 23: Schwankungsbreite für Altholzpreise nach Sortimenten von 2004 bis 2015. ....	59
Abbildung 24: Anteile der befragten Haushalte in Bayern, die 2014/2015 ausschließlich, zusätzlich oder nicht mit Holz heizten.....	63
Abbildung 25: Installierte Heizungstypen in Haushalten mit Energieholzverwendung in Bayern 2014/2015.....	64
Abbildung 26: Anlagenalter der Holzheizungen Bayerns .....	65
Abbildung 27: Veränderungen beim Einbau von Holzheizanlagen in Bayern.....	66
Abbildung 28: Herkunft des verwendeten Energieholzes (Mehrfachnennungen möglich).....	68
Abbildung 29: Die zeitliche Entwicklung der über das MAP geförderten und in Bayern installierten Hackschnitzelanlagen bis 50 kW .....	73

Abbildung 30: Anteil der mit Holz heizenden Haushalte an der Zahl der Haushalte in unterschiedlich alten Gebäuden. Die Ergebnisse der Umfragen bei den privaten Haushalten zu 2012 und 2014 wurden zusammengefasst (N = 2.000). .....	74
Abbildung 31: Anteil der nur mit Holz heizenden Haushalte an der Zahl von Haushalten in unterschiedlich alten Gebäuden. ....	74
Abbildung 32: Baufertigstellungen für Wohngebäude in Bayern 2011 bis 2015 - Art des primären Energieträgers.....	75
Abbildung 33: Baufertigstellungen in Bayern 2011 bis 2015 - Art des sekundären Heizenergieträgers .....	76
Abbildung 34: Durchschnittlicher Holzverbrauch pro 10 m <sup>2</sup> mit Holz beheizter Wohnfläche nach Heizungstypen.....	77
Abbildung 35: Angaben zur energetischen Sanierung der Bausubstanz und mittlerer Zeitraum seit der letzten Sanierung getrennt nach Gebäudealtern. ....	77
Abbildung 36: Räumliche Verteilung der mit Standort bekannten Biomasseheiz(kraft)werke in Bayern. ....	82
Abbildung 37: Anteil verschiedener Leistungsklassen bezogen auf die Feuerungswärmeleistungen des gesamten bayerischen Biomasseheiz(kraft)werkbestandes im Jahr 2014 .....	84
Abbildung 38: Häufigkeit der Nennungen zur Wärmenutzung ohne Gewichtung der genutzten Wärmemenge, Mehrfachnennungen möglich.....	85
Abbildung 39: Art der Wärmenutzung und deren Anteil an der genutzten Wärmemenge .....	86
Abbildung 40: Anlagenanzahl und installierte elektrische Leistung der in Betrieb befindlichen bayerischen Biomasse(heiz)kraftwerke .....	87
Abbildung 41: Anteil der unterschiedlichen Technologien zur Stromerzeugung aus fester Biomasse am Anlagenbestand sowie deren Anteile an der installierten elektrischen Leistung und produzierten Strommenge in Bayern .....	89
Abbildung 42: Verteilung der elektrischen Nutzungsgrade in Abhängigkeit der installierten Leistung und Verstromungstechnologie .....	90
Abbildung 43: Verteilung des Wärmenutzungsgrades bei Biomasse(heiz)kraftwerken	
Abbildung 44: Einsatz von Brennstoffen nach deren Anteil im Jahr 2014 in bayerischen Biomasseheizkraftwerken, die Strom und Wärme produzieren (hochgerechnet).....	93
Abbildung 45: Einsatz von Brennstoffen nach deren Anteil im Jahr 2014 in bayerischen Biomasseheizwerken zur reinen Wärmeproduktion (hochgerechnet) .....	93
Abbildung 46: Entwicklung der Inbetriebnahmen von Biomasseheizwerken im Rahmen des KfW-Programms „Erneuerbare Energien – Premium“ von 2009 bis 2013 .....	96
Abbildung 47: Preisindex für Industrieholz sowie Papier und Pappe in Deutschland . ....	101
Abbildung 48: Außenhandel mit Rundholz in Bayern von 2002 bis 2015 .....	105
Abbildung 49: Außenhandel Bayerns (Importe und Exporte) mit Brennholz, Sägespänen und Holzabfällen von 2010 bis 2012 .....	106
Abbildung 50: Vergleich der Heizgradtage von elf Wetterstationen in Bayern in drei Heizperioden im Vergleich mit dem langjährigen Mittel .....	111
Abbildung 51: Abweichungen vom Mittelwert der Heizgradtage von elf Wetterstationen während der letzten 10 Heizperioden in Bayern. Die Messwerte der Stationen sind mit der Bevölkerungszahl der Region gewichtet.....	112
Abbildung 52: Durchschnittliche Zahl von Tagen unterhalb von bestimmten Temperaturgrenzen an den ausgewählten bayerischen Wetterstationen in den Heizperioden September bis Mai der Jahre 2010/11, 2012/13, 2014/15.....	112
Abbildung 53: Die Stoffströme der stofflichen und energetischen Holzverwendung in Bayern 2014 in Mio. Fm m. R. bzw. m <sup>3</sup> in einer vereinfachten Darstellung. ....	113



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Nutzungspotenziale im Zeitraum 2013 – 2027 getrennt nach Baumarten und Sorten.	27
Tabelle 2: Gesamtaufkommen an Scheitholz, Waldhackschnitzeln, Industrieholz und Stammholz in Bayern 2014 in Millionen Festmetern mit Rinde.....	30
Tabelle 3: Hackschnitzelaufkommen 2014 nach Gesteungsort .....	34
Tabelle 4: Anzahl der befragten kleinen und mittelgroßen Sägewerke nach Größenklassen und ihr durchschnittlicher Rundholzeinschnitt 2014. ....	40
Tabelle 5: Hochgerechneter Einschnitt der kleinen und mittelgroßen Sägewerke 2014. ....	40
Tabelle 6: Produktion, Verbrauch und Export von Pellets in Bayern 2014 .....	53
Tabelle 7: Anteile von installierten Heizungstypen und berechnete Anzahl der Haushalte mit dem jeweiligen System 2014/2015.....	65
Tabelle 8: Anteile der Nutzer von unterschiedlichen Energieholzsortimenten an der Zahl der Haushalte . ....	67
Tabelle 9: Anzahl der Haushalte, die unterschiedliche Energieholzsortimenten verwenden (Doppelnennungen sind enthalten).....	68
Tabelle 10: Kennzahlen zum Scheitholzverbrauch privater Haushalte in Bayern nach Haushaltsgröße. ....	69
Tabelle 11: Kennzahlen zum Verbrauch von Scheitholz, Altholz, Pellets, Briketts und Waldhackschnitzel. ....	69
Tabelle 12: Verbrauch an Scheitholz, Altholz, Pellets , Briketts und Hackschnitzeln im Jahr 2014. ....	73
Tabelle 13: Biomasseeinsatz in bayerischen Biomasseheiz(kraft)werken für das Jahr 2014 nach Anlagenart, deren Anteil am Verbrauch sowie an der Anlagenzahl (hochgerechnet).....	83
Tabelle 14: Elektrische Leistungsbereiche verschiedener Technologien zur Stromerzeugung aus Holzbrennstoffen in Bayern .....	89
Tabelle 15: Energieholzverbrauch in bayerischen Biomasseheiz(kraft)werken für das Jahr 2014, (hochgerechnet).....	92
Tabelle 16: Aufkommen und Verbrauch von Waldenergieholz , Industrieholz, Nebenprodukten aus der Sägeindustrie, Altholz, Flurholz, Holz aus Kurzumtriebsplantagen in Festmetern m.R. (Fm m.R.) bzw. m <sup>3</sup> für die Jahre 2010, 2012, 2014.....	108
Tabelle 17: Aufkommen und Verbrauch von Waldenergieholz , Industrieholz, Nebenprodukten aus der Sägeindustrie, Altholz, Flurholz, Holz aus Kurzumtriebsplantagen in Tonnen atro (to atro) für die Jahre 2010, 2012, 2014 ( .....	109
Tabelle 18: Aufkommen und Verbrauch von Waldenergieholz , Industrieholz, Nebenprodukten aus der Sägeindustrie, Altholz, Flurholz, Holz aus Kurzumtriebsplantagen in Petajoule (PJ) für die Jahre 2010, 2012, 2014 (.....	110

## Abkürzungsverzeichnis

AELF	Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
AltholzV	Altholzverordnung
atro	absolut trocken (Darrgewicht)
AÖR	Anstalt des öffentlichen Rechts
BAV	Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V.
BaySF	Bayerische Staatsforsten
BH	Schichtholz aus nicht verwertetem Holz / Hiebsresten
BL	Brennholz Lang
BS	Brennholz kurz
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BUVB	Bundesverband Brennholzhandel und -produktion e.V.
BVSE	Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung
BWI	Bundeswaldinventur
C.A.R.M.E.N. e.V.	Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.
CATI	Computer Assisted Telephone Interview
DBFZ	Deutsches Biomasse Forschungszentrum
DGS	Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
DEPV	Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
Efm o. R.	Erntefestmeter ohne Rinde
EFH	Einfamilienhaus
Fm	Festmeter
Fm m. R.	Festmeter mit Rinde
GDV	Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft
GW <sub>el</sub>	Gigawatt elektrisch
GW <sub>th</sub>	Gigawatt thermisch
ha	Hektar
HGT	Heizgradtage
IHK	Industrie- und Handelskammer
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	kleinere und mittlere Unternehmen
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KUP	Kurzumtriebsplantage
kW <sub>el</sub>	Kilowatt elektrisch
kW <sub>th</sub>	Kilowatt thermisch
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LIV	Landesinnungsverband des Bayerischen Kaminkehrerhandwerks
lutro	lufttrocken
LWF	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NH	nicht verwertetes Holz
MAP	Marktanreizprogramm

---

MDF	mitteldichte Holzfaser
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Millionen
MJ	Megajoule
MWh	Megawattstunde
MW <sub>el</sub>	Megawatt elektrisch
MW <sub>th</sub>	Megawatt thermisch
N	Anzahl (statistisch)
ORC	Organic-Rankine-Cycle
OSB	oriented strand board
PJ	Petajoule
Rm	Raummeter
RWI	Rheinisch-westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
Srm	Schüttraummeter
StMELF	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
t	Tonne
TFZ	Technologie- und Förderzentrum Straubing im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe
TM	Trockenmasse
TMP	thermomechanischer Holzstoff zur Papiererzeugung
TWh	Terawattstunden
VBP	Verband der Bayerischen Papierfabriken
VDP	Verband Deutscher Papierfabriken
VBS	Verband der Bayerischen Entsorgungsunternehmen e.V.
WG	Wassergehalt
ZFH	Zweifamilienhaus

# 1 Einleitung

Der Energieholzmarkt in Bayern war bereits in vier vorausgegangenen Erhebungen der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Untersuchungsgegenstand. Zum ersten Mal wurde der Energieholzmarkt im Jahr 2000 (WAGNER UND WITTKOPF 2000) untersucht. Danach folgten weitere Studien mit Bezug auf die Jahre 2005 (BAUER ET AL. 2006), 2010 (FRIEDRICH ET AL. 2012) und letztmalig 2012 (GAGGERMEIER ET AL. 2014). Im Rahmen einer Zusammenarbeit der LWF mit dem Centralen Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk (C.A.R.M.E.N. e.V.) wurde im Jahr 2010 ein Konzept zur laufenden Beobachtung des Energieholzmarktes vereinbart. Um auf Basis von fundierten Analysen aktuelle Handlungsempfehlungen und Entscheidungshilfen für die Politik und Akteure im Energieholzmarkt geben zu können, wurden die Untersuchungen auf einen Turnus von zwei Jahren verdichtet. Die Ergebnisse für das Jahr 2014 werden als detaillierter Marktbericht im Folgenden beschrieben.

Die Entwicklungen der zwei Jahre bis Ende 2014 brachten einschneidende Veränderungen in den Rahmenbedingungen für den noch relativ jungen volatilen Energieholzmarkt. So sanken die Preise für fossile Energieträger (Heizöl und Gas) im Berichtszeitraum am Ende des Jahres 2014 erheblich und der Witterungsverlauf der Winter 2012/13 und 2014/15 war sehr mild, was zu deutlichen Minderverbräuchen bei Brennholzsortimenten führte. Außerdem wurde 2014 das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bezüglich der Verstromung von Biomasse geändert und damit die Einspeisevergütung für Ökostrom deutlich gekürzt. Das wird voraussichtlich zu einer Verringerung von Investitionen in die Stromerzeugung aus Biomasse führen (BMWV 2015). Weiterhin zeigen die Ergebnisse der dritten bundesweiten Waldinventur (BWI 2012), dass die durchschnittliche tatsächliche Holznutzung in den letzten zehn Jahren unterschätzt wurde. Auf der Basis dieser Inventur wurde das nachhaltig mögliche Nutzungspotenzial für Bayern neu modelliert.

Der Abschlussbericht „Energieholzmarkt Bayern 2014“ gliedert sich neben der Einleitung in die folgenden fünf Kapitel:

- Kapitel zwei stellt die aktuelle Zielsetzung des Projekts für den Energieholzmarkt 2014 dar. Daneben wird die Durchführung des Projektes mit den verschiedenen aufeinander aufbauenden Phasen kurz beschrieben.
- Kapitel drei erläutert die verwendeten Methoden der Datenerhebung und der Auswertung des Datenmaterials. Dies dient insbesondere dazu, eine Vergleichbarkeit innerhalb der verschiedenen Studien seit dem Jahr 2000 zu gewährleisten.
- Die Ergebnisse der Datenerhebung werden in Kapitel vier aufgegliedert nach Angebot und Nachfrage dargestellt. Dabei werden zusätzlich Zeitreihen aufgebaut, um Entwicklungen über die letzten 15 Jahre aufzuzeigen.
- Kapitel fünf zeigt im Rahmen einer Bilanzierung das Aufkommen und den Verbrauch der unterschiedlichen Holzsortimente. Daneben wird ein Stoffstrommodell entworfen, das die verschiedenen Verwertungskanäle mit Sortimenten und Mengen darstellt.
- Das Kapitel sechs besteht aus einer Zusammenfassung des Berichts.

## 2 Zielsetzung

Der Schwerpunkt des Entwicklungs- und Forschungsvorhabens „Energieholzmarkt Bayern 2014“ liegt in der Bereitstellung von aggregierten, aktuellen Daten und Informationen zum Aufkommen und zum Verbrauch von Energieholzsortimenten. Weiterhin werden aktuelle Entwicklungen des Energieholzmarktes für die Politik, die Wissenschaft und die Praxis dargestellt und in ihren Auswirkungen beschrieben.

Dazu wurde das Projekt in verschiedene Bearbeitungsbereiche untergliedert:

- Erfassung des Aufkommens und des Verbrauchs an Energieholz in Bayern im Jahr 2014 sowie Erfassung der aktuellen Preise und Preisentwicklungen der verschiedenen Energieholzsortimente.
- Beschreibung der Verbraucher von Energieholz in Bayern mit Holzbilanz plus Darstellung der Stoffströme von Erzeugern zu Verbrauchern mit Beschreibung der wichtigsten Marktentwicklungen.
- Darstellung der durch die Holzverbrennung produzierten Wärme- und Strommenge und der eingespeisten Strommengen.
- Beobachtung und Interpretation der Auswirkungen der Novelle zum Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) 2014, der Aussetzung des Förderprogramms BioKlima und die in Kraft tretende 2. Stufe der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung (1. BImSchV).

## 3 Material und Methoden

Die Analyse und Aufbereitung der gewonnenen Daten erfolgte analog zu den Studien von 2010 und 2012. Als Bezugszeitraum der hier vorliegenden Studie wurde das Jahr 2014 gewählt. Als räumlicher Bezug wurde das Land Bayern festgelegt. Die Datenerhebung und Datenerfassung zum Aufkommen und Verbrauch erfolgte über schriftliche und mündliche Befragungen von Marktteilnehmern und Experten in den jeweiligen Bereichen. Hierbei wurden sowohl Privathaushalte als auch Industrie- und Gewerbebetriebe schriftlich mittels Fragebogen oder mit Hilfe strukturierter Telefoninterviews befragt. Daneben wurden Literaturrecherchen durchgeführt und z.B. auf Daten des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenerfassung zurückgegriffen. Im Rahmen der schriftlichen und telefonischen Datenerhebung mit anschließender Datenerfassung wurden dabei folgende Umfragen durchgeführt:

- 1.000 repräsentative Privathaushalte in Bayern (Telefoninterview)
- Vollerhebung der bayerischen Sägeindustrie (Fragebogen und zu Teilen Telefoninterview)
- Bayerische Papier- und Zellstoffindustrie (Experteninterviews)
- Bayerische Holzwerkstoffindustrie (Experteninterviews)
- 228 bayerische Altholzaufbereiter (Fragebogen)
- 143 Bayerische Hackerunternehmen (Fragebogen)
- 14 Hersteller von Pellets in Bayern (Fragebogen + Telefoninterviews)
- Landesinnungsverband für das bayerische Kaminkehrerhandwerk (Experteninterview)
- 608 Betreiber von Biomasseheiz(kraft)werken (Fragebogen + Telefoninterviews)

Der Energieholzmarktbericht für 2014 fußt in Teilbereichen auf einer unterschiedlichen Datenbasis zu den vorherigen Berichten. Das resultiert zum einen auf den neuen Ergebnissen der Vollerhebung zur

Branchenstruktur und zum Einschnitt bei den klein- und mittelständischen Sägewerken im Jahr 2015. Bedeutende Änderungen zu den vorherigen Berichten ergeben sich auch beim Brennstoffbedarf von Holzfeuerstätten in Wohnanlagen, Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden im Leistungsbe- reich von 50 KW bis zu 150 KW und bei Holzheizwerken. Hier wurde erstmals auf die Erhebungen des Landesinnungsverbandes des bayerischen Kaminkehrerhandwerks (LIV 2015) Bezug genommen.

### 3.1 Methodik der Datenerhebungen und -auswertungen

Nachfolgend werden, gegliedert nach den einzelnen Segmenten, die jeweiligen angewandten Me- thoden zur Datenerhebung beschrieben und die verwendete Auswertungs- und Hochrechnungsmetho- dik dargestellt.

#### 3.1.1 Aufkommen an Waldholz

Die amtliche Holzeinschlagsstatistik des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2014 gliedert den tatsächlichen Einschlag nach Waldbesitzart, Baumartengruppen und Sorten (BMELV 2014). Sie stützt sich auf die Meldungen des Staatswaldes sowie auf Umfragen, welche die LWF jährlich im Privat- und Körperschaftswald durchführt (HASTREITER 2013 und 2014). Daran beteiligen sich um die 170 Forstbetriebe des Körperschaftswaldes und mehr als 800 private Waldbesitzer. Weiterhin erhebt die Bayeri- sche Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Informationen zum Holzeinschlag bei den Forstbetrie- ben ab 200 ha Größe des Testbetriebsnetzes. Das Unternehmen Bayerische Staatsforsten AöR stellte weitere Daten über die Sortenstruktur des eingeschlagenen Holzes zur Verfügung. Informatio- nen über die Holznutzungen während eines längeren Zeitraums liefert die Bundeswaldinventur 2012. Die Ergebnisse der Holzeinschlagsstatistiken werden mit diesen Daten verglichen und bewertet.

#### 3.1.2 Energieholzpotenziale der Wälder

Auf der Grundlage der Daten der BWI 2012 wurde ein Szenario für die künftig möglichen Holznutzun- gen modelliert (BORCHERT ET AL. 2016). Es handelt sich um die Waldentwicklungs- und Holzaufkom- mensmodellierung (WEHAM). Die WEHAM-Ergebnisse wurden für den Zeitraum 2013 – 2027 ausge- wertet, um die Energieholzpotenziale für Bayern abzuschätzen. Dabei wird unterstellt, dass von den gesamten Rohholzpotenzialen anteilig so viel Energieholz anfällt, wie während der vergangenen fünf Jahre bereitgestellt wurde. Damit soll ein wirtschaftlich nutzbares Energieholzpotenzial dargestellt werden. Da die Aufteilung des Rohholzes in Sortimenten im Privatwald in erheblichem Maße von der Besitzgröße abhängt, wurde bei der Herleitung der Potenziale zwischen großen privaten Forstbetrie- ben (ab 500 ha) und kleineren Betrieben unterschieden. Die Grenze von 500 ha wurde gewählt, weil sie auch bei der Modellierung der Nutzungspotenziale zugrunde gelegt wurde.

#### 3.1.3 Hackerunternehmen

Die in Bayern tätigen Hackerunternehmen wurden in die Untersuchung einbezogen, um deren Anga- ben zum Aufkommen von Hackschnitzeln aus dem Wald und der Flur mit denen des Waldbesitzes abzugleichen. Aus der gewonnenen Stichprobe wird auf die Gesamtmenge der von professionellen Hackerunternehmern produzierten Hackschnitzel hochgerechnet. Die forstliche Unternehmerdaten- bank der LWF diente dabei als Basis. Zusätzlich wurden noch weitere Unternehmen der Liste ange- fügt, die der LWF aus anderen Projekten bekannt waren. Insgesamt wurden 143 Unternehmen ange-

schrieben, von denen 26 den Fragebogen beantwortet haben. Damit beträgt die Rücklaufquote 18,2 %. Bei der Umfrage wurden auch die verwendeten Hackertypen erhoben. Die Antriebsleistung der Hackmaschinen je Unternehmen wurden aufsummiert, um diese nach Größe gruppieren zu können. Die Größenstruktur der teilnehmenden Firmen entspricht denen, die in der forstlichen Unternehmerdatenbank eingetragen sind. Der Rücklauf wurde daher als repräsentativ für die professionellen Dienstleister in diesem Bereich angesehen. Da die Maschinenkonfigurationen nicht immer eindeutig waren, ist der Vergleich mit Unschärfen behaftet. Die Hochrechnung der produzierten Hackschnitzelmenge erfolgt mit Bezug auf die der LWF bekannten Unternehmen. Die Grundgesamtheit an Dienstleistern, die die Leistung „Hacken“ anbieten, ist allerdings nicht bekannt.

### 3.1.4 Sägeindustrie

Die bayerische Sägeindustrie bildete einen Schwerpunkt der Befragung. Das Ziel war die Ermittlung von Branchenstruktur und Rundholzverbrauch. Weiterhin wurde die Rolle der Sägeindustrie als Anbieter von Sägenebenprodukten und anderen holzgutartigen Produkten für die nachgeordneten Märkte (stoffliche und thermische Verwertung) untersucht. Für das Jahr 2014 wurde eine Vollerhebung der bayerischen Sägeindustrie durchgeführt. Der Adressbestand für Großbetriebe (Nadelholz größer als 50.000 Fm o. R. Einschnitt, Laubholz größer als 20.000 Fm o. R. Einschnitt) war aufgrund der Erhebung 2012 vollständig vorhanden. Aktuelle Zahlen für 2014 wurden in einem zweistufigen Verfahren mit Hilfe einer schriftlichen Umfrage und anschließenden Telefoninterviews bei einem Großteil der Betriebe gewonnen. Dabei wurden 23 Großsägewerke telefonisch befragt. Bei Großbetrieben, die weder den Fragebogen bearbeitet hatten, noch an Telefoninterviews teilnahmen, wurden die Zahlen aus der Befragung von 2012 verwendet. Die Großsägewerke besitzen dabei sowohl als Abnehmer von Stammholz als auch bei Produktion und Verkauf von Sägenebenprodukten eine marktbestimmende Position innerhalb der Sägeindustrie. Die Adressinformationen für kleinere und mittlere Sägewerke wurden auf Basis von vorhandenen Sägewerkslisten der LWF aus der Befragung 2010 in Verbindung mit neuen Daten aus dem Bundesfirmenregister ermittelt. Aufgrund der geringen Rücklaufquote (55 Unternehmen) aus der schriftlichen Befragung, wurden alle bekannten kleinen und mittelgroßen Sägewerke in einem zweiten Schritt telefonisch danach befragt, ob sie noch als Sägewerk arbeiten und welche Rundholzmenge sie 2014 eingeschnitten hatten. Sofern die Unternehmen bereit waren, mündlich noch mehr Auskünfte zu geben, wurden alle Fragen aus dem Fragebogen abgefragt. Auf diese Weise wurden 662 Unternehmen als aktive Sägewerke identifiziert, von denen 207 die weitere Auskunft verweigerten und 14 Unternehmen den Betrieb ruhen ließen. Insgesamt 294 Unternehmen gaben Auskunft über die eingeschnittene Holzmenge nach Laub- und Nadelholz und 55 Unternehmen gaben zusätzlich Auskunft über den Anfall von Sägenebenprodukten, deren Verwendung, die Schnittholzausbeute und die Auslastung.

Die Hochrechnung des Gesamteinschnitts 2014 für Bayern erfolgte über das arithmetische Mittel der Auslastung derjenigen Werke, die darüber entweder schriftlich oder mündlich Auskunft gegeben hatten und zwar getrennt nach Größenklassen und nach Laub- und Nadelholz. Auch die weiteren Informationen wurden über die arithmetischen Mittelwerte getrennt nach Größenklassen und getrennt nach Laub- und Nadelholzsägern hochgerechnet. Die Trennung nach Laub- und Nadelholz wurde aufgrund der unterschiedlichen technischen Ausstattung und den dadurch bedingten unterschiedlichen Ausbeuten gewählt. Die folgenden Nebenprodukte der Sägeindustrie wurden nach Aufkommen und Verbrauch ausgewertet und gehen sowohl in die Holzbilanz als auch in das daraus abgeleitete Stoffstrommodell ein.

- Klassische Sägenebenprodukte:
  - Sägespäne
  - Hackschnitzel

- Schwarten und Spreißel
- Produkte aus der Weiterverarbeitung:
  - Hobelspäne, Schleifstaub, Bruch- und Kapphölzer
- Nebenprodukte der Produktion:
  - Rinde
  - Bruch- und Kapphölzer

### 3.1.5 Pelletproduktion und -verbrauch

Basierend auf den Erhebungen zu den Energieholzmarktberichten 2010 (FRIEDRICH ET AL. 2012) und 2012 (GAGGERMEIER ET AL. 2014) sowie Adressdaten von C.A.R.M.E.N. e.V. wurden Pelletproduzenten in Bayern identifiziert und schriftlich eingeladen, an der Erhebung mittels Fragebogen teilzunehmen. Von 15 identifizierten Produzenten meldete ein Betrieb, dass die Produktion sich momentan noch im Aufbau befinde. Elf der 14 verbleibenden Betriebe nahmen schriftlich oder telefonisch an der Befragung teil. Für einen der verbleibenden drei Betriebe konnten die Produktionskapazitäten und produzierten Mengen aus anderen Quellen (HOLZKURIER 2014) erhoben werden. Die Produktionsmenge jener zwei Betriebe, für die keine Daten aus dem Jahr 2014 erhoben werden konnten, wurden aus den Ergebnissen von GAGGERMEIER ET AL. (2014) abgeleitet, indem diese mittels der durchschnittlichen Veränderung der vorhandenen Daten im Vergleich der Jahre 2012 und 2014 fortgeschrieben wurden. Des Weiteren wurden neun Brikettproduzenten befragt, von denen sich allerdings nur zwei an der Umfrage beteiligten.

Im Leistungsbereich unter 50 kW konnte der Pelletverbrauch anhand von Daten der bayerischen Kaminkehrer sowie der Anzahl von Kaminöfen nach HKI (2015) abgeschätzt werden. Für Zentralheizungen wurde eine Vollbenutzungsstundenzahl von 1.500 angenommen sowie ein Nutzungsgrad von 80%, für Pelletöfen eine durchschnittliche Leistung von 4 kW, 750 Vollbenutzungsstunden und 75% Nutzungsgrad. Der Pelletverbrauch in Bayern wurde im Leistungsbereich zwischen 50 kW und 150 kW anhand von Daten der bayerischen Kaminkehrer und mit Hilfe eines Verteilungsschlüssels des DBFZ (RÖNSCH 2015) abgeschätzt. Er errechnet sich unter der Annahme, dass diese Anlagen bei einem Nutzungsgrad von 80% und durchschnittlich 1.800 Volllaststunden pro Jahr betrieben werden. Parallel wurde die ermittelte Anlagenzahl anhand der seit 2001 im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP)<sup>1</sup> geförderten Anlagen (BIOMASSEATLAS 2015), die anhand einiger Korrekturfaktoren nach JOA (2014) angepasst wurden, abgeglichen. Es wurde angenommen, dass 30% der geförderten Anlagen keine Pelletanlagen sind, sondern Hackschnitzelkessel, die als Pelletkessel beantragt wurden. Außerdem wurde zur Ermittlung der gesamten Anlagenzahl ein Zuschlag von 15% für nicht gestellte Anträge und 20% für abgelehnte Anträge mit einberechnet (JOA 2014). Für Anlagen über 150 kW wurden die Erhebungsdaten aus der Befragung der Biomasseheiz(kraft)werke für diesen Bericht herangezogen.

Die Entwicklung der Verbraucherpreise für Holzpellets wird vom C.A.R.M.E.N. e.V. seit 2002 monatlich erhoben. Dabei werden deutschlandweit Preisdaten bei Pellethändlern abgefragt und ausgewertet. Im Schnitt nahmen monatlich ca. 90 Händler an der Umfrage Teil. Die Preise beinhalten sowohl

---

<sup>1</sup> Das Marktanreizprogramm (MAP) ist ein zentrales Förderinstrument der Bundesregierung mit dem Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung bis 2020 auf 14 % zu steigern. Das MAP richtet sich hauptsächlich an den Gebäudebestand und fördert unter anderem durch Investitionszuschüsse Biomasseanlagen von 5 kW bis 100 kW Nennwärmeleistung zur Verfeuerung von Holzpellets, Scheitholz oder Hackschnitzeln (BIOMASSEATLAS 2015).



Mehrwertsteuer als auch sämtliche Pauschalen, die bei einer Lieferung im Umkreis von 50 km anfallen.

### 3.1.6 Altholzaufbereiter und Altholzverwerter

Die Untersuchung erfasste Altholzaufbereiter und Altholzverwerter in Bayern, die mit Fragebögen bezüglich der aufbereiteten Altholzmengen, dem regionalen Verbleib, wie auch zu den unterschiedlichen Verwertungswegen befragt wurden. Die Anzahl der Altholzbe- und verarbeiter (228) ergab sich vorrangig aus den Listen des Landesamtes für Umwelt (LFU, 2014A) und den Mitgliederlisten des Bundesverbandes der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V. (BAV 2014). Diese wurden mit den Listen des Bundesverbandes Sekundärrohstoffe und Entsorgung (BSVE 2014) und der Umweltfirmen-Datenbank der Industrie- und Handelskammern (IHK 2014) abgeglichen. Weiterhin gingen Unternehmen aus den Mitgliederlisten des Verbands der Bayerischen Entsorgungsunternehmen e.V. (VBS 2014) und Datenmaterial aus den vorausgegangenen Untersuchungen der LWF ein. Betriebe mit Sitz in angrenzenden (Bundes)Ländern wurden nur mit Teilmengen in die Studie mit aufgenommen. Der schriftlichen Umfrage folgten bei den identifizierten großen Altholzaufbereitern, die nicht teilgenommen hatten, in einem zweiten Schritt Telefoninterviews. Damit konnten die bayerischen Großbetriebe in der Studie nahezu komplett erfasst werden. Von den 228 bekannten Unternehmen konnten telefonisch 162 Unternehmen als Altholzaufbereiter und Altholzverwerter identifiziert werden. Der Rücklauf aus der zweistufigen Befragung betrug 59 Unternehmen, womit eine Rücklaufquote von 36 % erreicht wurde. Zur Ermittlung des Altholzaufkommens (Marktvolumen) wurden Mengen erfasst, die von Altholzbetrieben direkt an stoffliche oder thermische Verwerter geliefert worden sind. Die Mengen des Intrahandels (Weiterverkauf) werden vom erhobenen Gesamtmarktvolumen subtrahiert, Exporte in andere Bundesländer und in das Ausland getrennt erfasst. Das bayerische Altholzaufkommen wurde für Betriebe bis unter 20.000 t atro Aufbereitungsmenge auf Basis des arithmetischen Mittelwerts hochgerechnet. Hinsichtlich der Großbetriebe (> 20.000 t atro) handelt es sich um eine Vollerhebung. Lediglich ein Großbetrieb gab keine Auskunft. Dessen Mengen wurden aus der früheren Erhebung der LWF übernommen und entsprechend der relativen Veränderungen bei den anderen großen Betrieben fortgeschrieben.

### 3.1.7 Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Die zentrale Datenbank des integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung Landwirtschaft und Forsten wurde nach den dort registrierten Flächen im Kurzumtrieb ausgewertet. Hier werden die Flächen von Betrieben erfasst, die mit Betriebsprämien landwirtschaftliche Flächen als Kurzumtriebsplantagen nutzen. Zusätzlich wurden Flächen über das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) mit einbezogen, für die eine Erlaubnis nach Art. 16 BayWaldG zur Begründung einer Kurzumtriebskultur erteilt wurde. Auf Basis der Flächenangaben wird mit einem durchschnittlichen Ertrag über die Fläche hochgerechnet.

### 3.1.8 Privathaushalte

Einen Hauptteil der Untersuchung bildete eine von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft im Jahr 2015 in Auftrag gegebene Umfrage zum Heizverhalten mit Holz im privaten Bereich. Dazu wurde von einem Marktforschungsinstitut, Produkt+Markt marketing research, im Juni 2015 bei 1.000 privaten Haushalten eine telefonische Umfrage in Bayern durchgeführt. In einem von

der LWF konzipierten und mit dem Marktforschungsinstitut weiterentwickelten Fragebogen wurden die folgenden spezifischen Parameter zum Heizverhalten abgefragt:

- grundsätzlicher Einsatz von Holz als Brennstoff
- die eingesetzten Brennholzsortimente und deren Herkunft
- die Art der Heizanlage
- der Verbrauch nach Sortimenten in der Heizperiode 2014/2015
- Alter und Anzahl der Anlagen im Bestand
- Planung von Neuinvestitionen in Holzheizanlagen
- Kennzahlen zum beheizten Wohnraum (Personen im Haushalt, Wohnfläche, mit Holz beheizte Fläche, Gebäudebaujahr)

Die vom Marktforschungsinstitut erhobenen Daten wurden auf Plausibilität überprüft und von der LWF statistisch in einem zweiten Schritt weiter ausgewertet. Die Fälle wurden anhand der Haushaltsgröße so gewichtet, dass ihre Verteilung der des Mikrozensus entspricht. Auf der Basis der von den Privathaushalten angegebenen Verbrauchszahlen zu den Brennstoffen Scheitholz, Briketts und Altholz wird auf den Gesamtverbrauch der privaten Haushalte in Bayern hochgerechnet. Der Verbrauch von Pellets und Hackschnitzeln wird über die Zahl der Heizungsanlagen, deren Leistung und Nutzungsdauer geschätzt. In der Holzbilanz für Bayern finden sich diese Angaben auf der Verbrauchsseite.

### 3.1.9 Mittlere Holzfeuerungen und Biomasseheiz(kraft)werke

Dieses Kapitel erläutert die Erhebungsmethodik bei Holzfeuerungen im gewerblichen und kommunalen Umfeld mit einer Nennwärmeleistung über  $50 \text{ kW}_{\text{th}}$ . Als Holzheiz(kraft)werke wurden Standorte mit einer Holzfeuerung ab einer Nennwärmeleistung von  $150 \text{ kW}_{\text{th}}$  definiert, die holzartige Biomassen einsetzen. Betrachtet wurden dabei zum einen Anlagen zur reinen Wärmeerzeugung, die entweder der Versorgung eines größeren Objektes dienen, Prozesswärme bereitstellen oder Wärme in ein Nahwärmenetz einspeisen. Zum anderen handelt es sich um Verbrennungs- oder Vergasungsanlagen, die aus fester Biomasse Strom erzeugen, meist in einem Kraft-Wärme-Kopplungsprozess (KWK).

Ein Abgleich der Adressdatenbanken zwischen der LWF und dem C.A.R.M.E.N. e.V. sowie ergänzende Recherchen führten unter Berücksichtigung der obigen Definition zu einer Anzahl von 988 Holzheiz(kraft)werken in Bayern, die Ende 2014 in Betrieb waren und deren Standort und Betreiberadressen identifiziert werden konnten. Dabei lagen von einer Reihe von Biomasseheiz(kraft)werken<sup>2</sup>, die im Rahmen der sogenannten Einzelfallentscheidung oder des Programms BioHeiz500<sup>3</sup> über den Freistaat Bayern bzw. das Technologie- und Förderzentrum in Straubing (TFZ) gefördert wurden und im Jahr 2014 einer Berichtspflicht unterlagen, bereits umfangreiche Jahresdaten zu den eingesetzten Energieholzarten sowie den Verbräuchen im Jahr 2014 vor. Von Heizwerken, die in den letzten vier

---

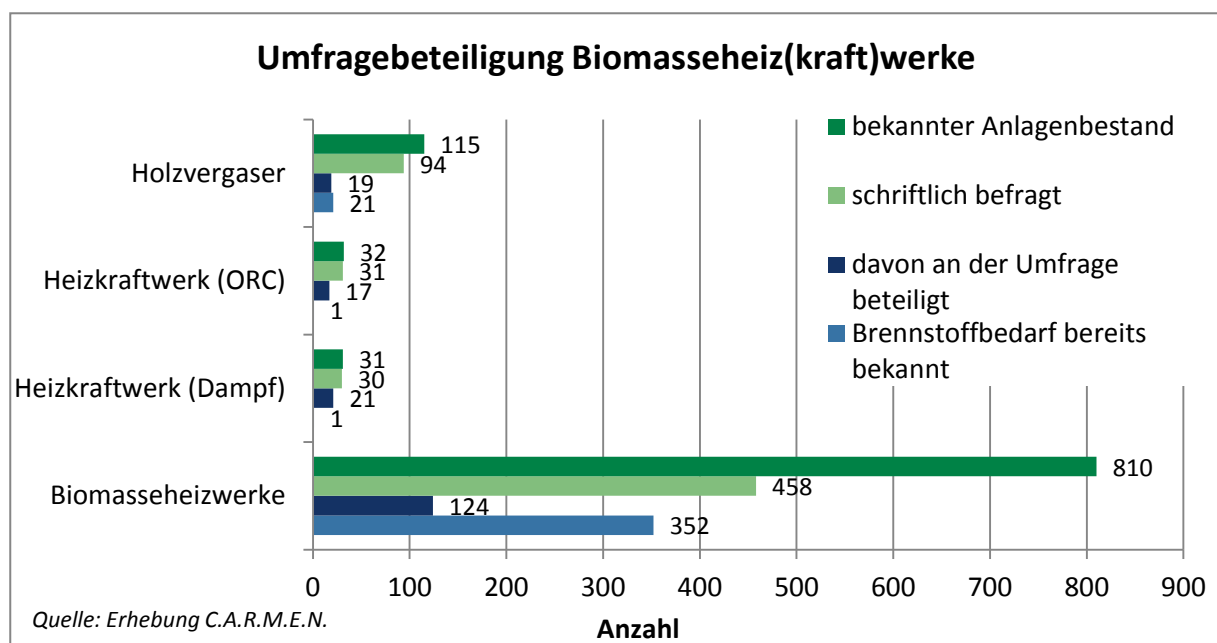
<sup>2</sup> C.A.R.M.E.N. e.V. lagen zur Auswertung Berichte von 184 Heizwerken und 13 Heizkraftwerken vor (Jahr 2014).

<sup>3</sup> BioHeiz500: Förderprogramm des StMELF zur Förderung kleiner Biomasseheizwerke mit Wärmeleistung von 100 bis 500 kW

Jahren im Förderprogramm BioKlima<sup>4</sup> einen Antrag gestellt haben, sind aus den Unterlagen ebenso hinreichend genaue Daten zur Auslastung, den zu versorgenden Objekten sowie dem geplanten Brennstoffeinsatz bekannt.

Anfang August 2015 wurden daher lediglich die 613 Betreiber von Holzheiz(kraft)werken schriftlich befragt, von denen keinen Daten vorlagen. Dabei handelte es sich um eine Wiederholungstudie aus den Jahren 2010 und 2012. Ein dreiseitiger Fragebogen, der ergänzt um erweiterte Fragestellungen bei stromerzeugenden Anlagen im Wesentlichen die Punkte der Fragebögen 2010 und 2012 beinhaltete, wurde postalisch versendet. Um die Rücklaufquoten zu erhöhen, folgten im September und Oktober 2015 schriftliche und telefonische Erinnerungen. Zurückgesendet wurden 181 auswertbare Fragebögen, wobei die Häufigkeit der Rückläufe je nach Anlagentyp stark variiert. So wurde bei Biomasseheizkraftwerken, die mit Dampf Strom erzeugen, eine Rücklaufquote von 70 % und bei Heizkraftwerken mit ORC-Technik eine Quote von 54 % erreicht. Hingegen belief sich der Rücklauf der befragten Betreiber von Holzvergasungsanlagen auf nur 20 %. Von Betreibern reiner Biomasseheizwerke antworteten 27 %.

Die Rückläufe aus der Umfrage bildeten die Datenbasis für die Auswertung des Energieholzverbrauchs der Anlagen im Jahr 2014, jedoch konnte diese insbesondere im Bereich der Biomasseheizwerke wesentlich erweitert werden. So flossen neben den bereits erwähnten Jahresberichtsdaten geförderter Heiz(kraft)werke auch konkrete anlagenspezifische Zahlen mit ein, die C.A.R.M.E.N. e.V. aufgrund seiner gutachterlichen Tätigkeit im Rahmen der bayerischen Förderpraxis oder im Rahmen anderer Auftragsgutachten vorlagen. Insgesamt konnten daher die Energieholzverbräuche von 66 % des mit Standort und Leistungsangaben hinterlegten Anlagenbestandes abgebildet werden.



**Abbildung 1:** Anzahl der mit Standort bekannten Biomasseheiz(kraft)werke, der schriftlich befragten Anlagen sowie die Befragungsbeteiligung jeweils nach Anlagenart.

Zur Validierung und Komplettierung des Bestandes an stromerzeugenden Biomasse(heiz)kraftwerken in Bayern wurden die Stamm- und Bewegungsdaten der für Bayern zuständigen Übertragungsnetzbetreiber (TENNET 2015, AMPRION 2015, TRANSNET BW 2015) herangezogen. Es kann davon ausgegangen

<sup>4</sup> BioKlima: Förderprogramm zur Errichtung von Biomasseheizwerken und zur Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen

werden, dass der Bestand der Ende 2014 in Betrieb befindlichen Biomasse(heiz)kraftwerke mit Dampf- oder ORC-Technik nahezu vollständig bei der Erhebung erfasst wurde. Sofern die installierte elektrische Leistung nicht bereits aus vorhergehenden Umfragen der LWF, C.A.R.M.E.N. oder aus der Literatur bekannt war, konnte die fehlende Leistungsangabe über die EEG-Liste der Übertragungsnetzbetreiber ergänzt werden, ebenso die produzierte Strommenge im Jahr 2014. Eine Hochrechnung des Energieholzverbrauchs auf den Kraftwerksbestand, für den keine Angaben zum Brennstoffeinsatz vorlagen, erfolgte differenziert nach Verdampfungsmedium über den mittleren elektrischen Nutzungsgrad und der 2014 erzeugten Strommenge.

Um die Gesamtzahl der Holzvergasungsanlagen sowie deren installierte Leistung in Bayern darstellen zu können, wurden die einschlägigen Hersteller hinsichtlich ihrer Verkaufszahlen schriftlich befragt (SPANNER 2015, BURKHARDT 2015, WEGSCHEID 2015). Von Herstellern, die bisher nur wenige Einzelanlagen realisiert haben, waren die Stückzahlen durch eine im Mai 2014 durchgeführte Marktumfrage bekannt (C.A.R.M.E.N. E.V. 2014). Die Hochrechnung der Brennstoffverbräuche auf den Gesamtbestand beruht auf einer Annahme von mittleren Volllaststunden der Anlagen in Höhe von 6.000 Stunden<sup>5</sup> pro Jahr und einem Brennstoffbedarf je installierter elektrischer Nennleistung, wie ihn die Hersteller produktbezogen veröffentlichten. Der Fragebogenrücklauf bestätigte dabei die Herstellerangaben hinsichtlich des Brennstoffbedarfs im Wesentlichen. Die Hochrechnung auf den gesamten Anlagenbestand sollte damit hinreichend genau abgebildet werden können.

Die Brennstoffverbräuche der mit Standort bekannten Biomasseheizwerke, die nicht an der Umfrage teilgenommen haben, wurden mit Hilfe der über die Erhebung ermittelten Volllaststunden auf den mit Leistungsdaten hinterlegten Anlagenbestand hochgerechnet. Dabei wurden die spezifischen arithmetischen Mittelwerte der einzelnen Größenklassen mit Einteilung nach der Nennwärmeleistung der Biomassekessel berücksichtigt<sup>6</sup>. Die Anteile der eingesetzten Energieholzsortimente wurden getrennt nach der Anlagenart ermittelt und auf den gesamten Brennstoffbedarf umgelegt. Heizwerke, deren Standort und Betreiberadressen zwar vorlagen, mangels Fragebogenrücklauf jedoch nicht mit Leistungsdaten belegbar waren, flossen in den anonymen Anlagenbestand ein (siehe nachfolgende Erläuterungen).

Für das Bundesland Bayern standen bisher keine veröffentlichten Datenquellen zur Verfügung, um den Gesamtbestand an Holzfeuerstätten abbilden zu können. Der Energieholzmarktbericht 2012 versuchte daher, den bis dahin nicht erfassten anonymen Bestand an Biomasseheizwerken über eine Auswertung des bundesweiten KfW-Programms „Erneuerbare Energien – Premium“<sup>7</sup> wie auch des Marktanreizprogramms (MAP) abzuschätzen. Zur Anzahl der Darlehenszusagen, die im Rahmen des MAP für Biomassefeuerungen mit einer Nennwärmeleistung größer 100 kW seit dem Jahr 2000 nach Bayern gingen, erteilte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Jahr 2013 Auskunft. Die damit einhergehende installierte Leistung wurde mittels einer Auswertung diverser Evaluierungsberichte über das MAP abgeschätzt.

Der Energieholzmarktbericht 2014 kann sich im Unterschied zum oben geschilderten Verfahren auf statistische Erhebungen des Landesinnungsverbandes für das Bayerische Kaminkehrerhandwerk (LIV) stützen. Sie geben einen Hinweis auf die Anzahl aller immissionsschutzrechtlich nicht genehmigungsbedürftigen Holzfeuerungen in Bayern, d.h. auf alle Feuerstätten mit einer Feuerungswärmeleistung

---

5 Die Anlagen der Serienprodukte zeigen nach eingespeistem EEG-Strom und Umfrageergebnissen zwar im Mittel höhere Volllaststunden von 7.100 auf, jedoch ist zu berücksichtigen, dass einige der hier betrachteten Anlagen erst im Laufe des Jahres 2014 in Betrieb gingen.

6 Zusätzlich wurde zur Berechnung der Tonnagen ein Jahresnutzungsgrad der Anlagen von 80 % angenommen. Diese Kennzahl wurde bei Auswertungen von Betriebsdaten geförderter Biomasseheizwerke ermittelt (HIENDLMEIER 2014).

7 KfW Programm „Erneuerbare Energien“ einschließlich dessen Vorgängerprogramm

kleiner 1 MW, die im Gültigkeitsbereich der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) liegen. Demzufolge existieren in Bayern rund 15.500 holzbefeuerte Zentralheizkessel mit einer thermischen Leistung zwischen 50 kW und 1.000 kW (LIV 2015).

Eine Differenzierung innerhalb dieses weiten Leistungsbereiches kann mit Hilfe des derzeit laufenden Forschungsprojekts „Kleinf Feuerungsanlagen in Deutschland – Kehr bucherhebung mit dem Kaminkehrerhandwerk“<sup>8</sup> am Deutschen Biomasseforschungszentrum (DBFZ) in Leipzig erfolgen. Dabei werteten die Projektverantwortlichen am DBFZ für den Energieholzmarktbericht 2014 die Kehr buchauszüge von 211 bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegern<sup>9</sup> in Bayern aus, „womit ein guter Querschnitt der Kehrbezirke in Bayern abgebildet werden konnte“ (RÖNSCH 2015). Die prozentuale Leistungsverteilung gemäß dieser Datenauswertung bezogen auf die tatsächliche Anlagenanzahl gemäß der Schornsteinfegererhebung lässt annehmen, dass annähernd 3.000 Holzfeuerungen zwischen 150 kW<sub>th</sub> und 1 MW<sub>th</sub> in Bayern in Betrieb sind. Zwar ist auch diese Zahl mit einer statistischen Unsicherheit behaftet und muss daher als Annäherung betrachtet werden, jedoch können derzeit keine differenzierteren Statistiken eruiert werden. Sie bildet daher die Grundlage für die Hochrechnungen auf den gesamten Energieholzbedarf der Biomasseheizwerke kleiner 1 MW Feuerungswärmeleistung im Jahr 2014.

Zur Abschätzung des Bestandes an Holzfeuerstätten in Wohnanlagen, Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden im Leistungsbereich zwischen 50 und 150 kW konnte ebenfalls auf die Erhebungen des Landesinnungsverbandes für das Bayerische Kaminkehrerhandwerk zurückgegriffen werden. Dieses erstmals zur Verfügung stehende Zahlenmaterial zeigt, dass der Anlagenbestand der Biomasseheiz(kraft)werke im Energieholzmarktbericht 2012 unterschätzt wurde. Hier wurde von ca. 2.000 Biomasseheiz(kraft)werken ausgegangen. Eine Hochrechnung über einschlägige Antragszahlen bei Förderprogrammen konnte den tatsächlichen Anlagenbestand somit nicht zur Gänze abbilden. In diesem Zusammenhang sei aber auch erwähnt, dass ein direkter Vergleich zwischen früheren Energieholzmarktberichten und der hier vorliegenden Erhebung hinsichtlich der Anlagenanzahl und auch des Energieholzverbrauches nur eingeschränkt möglich ist. In den Rubriken „Biomasseheiz(kraft)werke“ und „Mittlere Feuerstätten in Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden“ wurde nämlich in Anlehnung an die Leistungsklassenverteilung der Schornsteinfegererhebung eine Verschiebung der Leistungsgrenzen vorgenommen.

Sofern die biomassebasierte Gesamtfeuerungswärmeleistung eines Standortes mehr als 1 MW beträgt, ist die Anlage im Sinne des Bundes-Immissionsschutzrechts genehmigungspflichtig und unterliegt den Bestimmungen der 4. BImSchV<sup>10</sup>. Zur Ergänzung und Verifizierung des bereits recherchierten Anlagenbestandes<sup>11</sup> erfolgte im Sommer 2015 eine Umfrage bei den bayerischen Genehmi-

---

8 Hintergrund zum Forschungsprojekt „Kleinf Feuerungsanlagen in Deutschland – Kehr bucherhebung mit dem Kaminkehrerhandwerk“ am DBFZ – Deutsches Biomasseforschungszentrum in Leipzig: „In Kooperation mit dem Schornsteinfegerhandwerk – vertreten durch den Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV) – wurde am DBFZ eine weitestgehend automatisierte Datenerhebung mit dem Ziel entwickelt, den Bestand biomassebasierter Kleinf Feuerungsanlagen in Deutschland abbilden und charakterisieren zu können. Grundlage der Datenerhebung bilden die Kehr buchdaten der bevollmächtigten Bezirksschornsteinfeger (bBSF). Mittels einer entsprechenden Exportfunktion werden Auszüge aus dem Kehr büchern an das DBFZ als csv-Datei übermittelt. Inhalt dieser Datei ist eine Einzelanlagenliste mit Angaben zu Brennstoff, Technologie, Leistung, Baujahr sowie der Anzahl der Kehrungen. Ergänzend dazu wird die Anzahl der fossilen Anlagen im Kehrbezirk übermittelt. Über den Bundesverband werden auf Innungsebene alle bBSF angeschrieben an der Datenerhebung teilzunehmen. Nach absolviertem Pre-Test mit dem Bezugsjahr 2011 und 77 ausgewählten Teilnehmern konnten in der ersten Erhebungsphase mit dem Bezugsjahr 2012 582 Teilnehmer (8 % der Kehrbezirke in Deutschland) und in der zweiten Erhebungsphase mit dem Bezugsjahr 2014 857 Teilnehmer (11 %) gewonnen werden, davon 244 in Bayern.“ (RÖNSCH 2015)

<sup>9</sup> ca. 15% der bayerischen Kehrbezirke

<sup>10</sup> Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

<sup>11</sup> Zu nennen ist hier neben Literaturrecherchen und Umfrageergebnisse aus vergangenen Jahren auch eine Datenbankabfrage des im Energieatlas Bayern veröffentlichten Anlagenbestandes (StMWI 2015). Dabei ist zu berücksichtigen, dass der veröffentlichte Datenumfang des Energieatlas Bayern bei den vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) bereitgestellten Datensätzen (Biomasseheizwerke größer 1 MW)

gungsbehörden, die z. T. anonymisierte Anlagendaten zur Verfügung stellten. Für Standorte, deren Feuerungsanlagen eine thermische Leistung über 10 MW haben und der öffentlichen Versorgung dienen, sind nach Art. 4 Abs. 1 des Bayerischen Immissionsschutzgesetzes die Regierungen für die Überwachung zuständig. Der Bestand wurde telefonisch mit den zuständigen Behörden abgeklärt. Holzheizwerke über 1 MW dürften daher mit einem hohen Deckungsgrad erfasst worden sein. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass in der Branche der Holzbe- und verarbeitenden Industrie, eine hohe Dynamik herrscht (Fusionierungen, Aufkäufe, Insolvenzen). Viele Betreiber von Großfeuerungen sind dieser Geschäftssparte zuzuordnen, so dass der erhobene Datenbestand aufgrund der Fluktuation mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist.

### 3.1.10 Papierindustrie

Da derzeit nur ein Marktteilnehmer in Bayern (UPM GmbH) grafische Papiere mit Frischfasereinsatz aus Waldholz und TMP Hackschnitzeln auf Basis von Holzstoff herstellt und dieser aus Datenschutzgründen keine Informationen zum Holzeinsatz gibt, wurde auf Literaturangaben (DISPAN 2013; VDP 2015) zurückgegriffen. Die Daten und Informationen wurden mit Hilfe von Experteneinschätzungen validiert.

Zum Aufkommen von Altpapier gibt es von den statistischen Ämtern nur Daten für das Altpapier aus Haushaltsabfällen. Das Gesamtaufkommen wurde zunächst für Deutschland aus den Angaben des VDP (2012, 2013, 2015) zu Altpapierverbrauch, Import und Export von Altpapier errechnet. Das Verhältnis der Haushaltsabfälle zum gesamten Altpapier-Aufkommen in Deutschland wurde auf das Aufkommen von Altpapier aus den bayerischen Haushalten übertragen und daraus das Gesamtaufkommen in Bayern geschätzt. Da für 2014 noch keine Zahl zum Altpapieraufkommen aus den Haushalten in Bayern vorlag, wurde der Wert von 2013 fortgeschrieben. Der Altpapierverbrauch wurde aus der von FRIEDRICH ET AL. (2012) zitierten Einsatzquote von 73 % für die bayerischen Papierfabriken und der Papierproduktion in Bayern nach den Angaben der Bayerischen Papierverbände (2016) geschätzt. Für die Umrechnung von Tonnen in Volumen wurden keine Rohholzäquivalente zugrunde gelegt, weil es hier nicht um die Betrachtung des Rohholzeinsatzes geht, sondern um die Energiegehalte. Stattdessen wurde mit Hilfe der C-Faktoren von DIESTEL und WEIMAR (2014) das Volumen an Holz errechnet, das dem Kohlenstoffgehalt des im Altpapier enthaltenden Holzes entspricht. Dabei wurde unterstellt, dass die Sortenzusammensetzung von Altpapier der Zusammensetzung des nach Deutschland importierten Papiers entspricht. Für die Umrechnung von Tonnen lutro in atro wurde ein Wassergehalt im Altpapier von 9 % angenommen (GDV 2016).

### 3.1.11 Zellstoffindustrie

Die bayerische Zellstoffindustrie besteht 2014 aus einem Standort des südafrikanischen Konzerns Sappi Stockstadt GmbH zur Buchenzellstoffproduktion nahe Aschaffenburg. Für Sappi spielt der Einkauf von Buchenindustrieholz in Bayern nicht die führende Rolle, da der Betrieb im Dreiländereck zwischen Bayern, Baden-Württemberg und Hessen im Schwerpunkt der Rohstoffverfügbarkeit liegt. Der produzierte Buchenzellstoff wird hauptsächlich am Standort und in den eigenen Werken (Alfeld, Ehingen, Gratkorn) als Rohstoff zur Papierherstellung genutzt. Daneben befindet sich am Standort in Stockstadt ein integriertes Biomasseheizkraftwerk, das mit Rinde, Spänen sowie Bruch- und Kapphöl-



zern befeuert wird. Daneben werden Übermengen an Sekundärrohstoffen auf dem regionalen bayerischen Markt verkauft. Somit tritt Sappi auch als Lieferant von Sekundärrohstoffen auf dem bayerischen Markt auf. Analog zur Expertenbefragung der Papierindustrie wurde in der Zellstoffindustrie auf der Basis von Experteneinschätzungen sowohl der Verbrauch von Waldholz wie auch die Bereitstellung von Sekundärrohstoffen für die nachgeordneten Märkte erhoben.

### 3.1.12 Holzwerkstoffindustrie

Für den vorliegenden Bericht fand aufgrund der geringen Anzahl der Marktteilnehmer in Bayern (3) keine schriftliche Befragung der Holzwerkstoffindustrie statt. Die hier vorliegenden Zahlen wurden mit Hilfe von Telefoninterviews und Expertenbefragungen erhoben und in ihrer Größenordnung verifiziert.

## 3.2 Erhebung des Witterungsverlaufs

Der Witterungsverlauf in den Heizperioden bestimmt den Heizwärmebedarf von Wohnungen und gewerblichen Gebäuden maßgeblich. Da mehr als ein Drittel der Haushalte in Bayern zumindest teilweise mit Energieholz heizen, resultiert daraus der entsprechende Holzbedarf zum Heizen von Wohnungen und Gebäuden. Als weitgehend witterungsunabhängig sind hingegen die stromgeführten Biomasse(heiz)kraftwerke zu sehen, deren Energieholzbedarf als konstant angenommen wird. Als Indikator für den Heizwärmebedarf werden die Heizgradtage (HGT) herangezogen. Heizgradtage ergeben sich aus der Summe der täglich ermittelten Differenz zwischen der Heizgrenze bei 15 °Celsius und der mittleren Außentemperatur eines Tages (VERBAND DEUTSCHER INGENIEURE 3807, BLATT 1). Wird die Heizgrenze von 15 °Celsius durch die mittlere Außentemperatur überschritten, wird angenommen, dass nicht eingeheizt worden ist. Vergleicht man die Heizgradtage verschiedener Orte in einer Region über einen Zeitraum, kann der Energieholzverbrauch mit dem Witterungsverlauf verglichen werden. Das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU 2015) hat auf Basis der Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ein Kalkulationstool erarbeitet, um Korrekturfaktoren für den Witterungseinfluss der verschiedenen Jahre bereit zu stellen.

## 3.3 Umrechnungsfaktoren von Bezugseinheiten der Mengenangaben

Als einheitliche abschließende Bezugsbasis des vorliegenden Berichts wurde die forstliche Maßeinheit Festmeter (Fm) gewählt. Die verschiedenen Energieholzsortimente, die auf der Basis von Schüttraummetern (Srm), Raummetern (Rm), Tonnen (lutro/atro) oder Megawattstunden (MWh) in den Umfragen erfasst wurden und auch in der Realität so gehandelt werden, sind einheitlich auf die Bezugsbasis Festmeter umgerechnet worden. In den einzelnen Kapiteln jedoch wird jeweils die für das Sortiment wichtigste Einheit verwendet (z.B. Festmeter [Fm] für Waldholz, oder Tonnen [t] bei einem Wassergehalt (WG) von 10 % bei Pellets). Der Begriff »Festmeter« steht im Bericht für den Erntefestmeter ohne Rinde (Efm o. R.) und umfasst damit nur Derbholz (oberirdische Holzmasse über 7 cm Durchmesser mit Rinde). Bei Sortimenten, bei denen die Rinde mit verwendet wird (z.B. Sägereistholz, Scheitholz), wird im Bericht die Einheit Festmeter mit Rinde (Fm m.R.) verwendet. Für die Umrechnung wurden die Faktoren der Hilfstabellen für die Forsteinrichtung verwendet (StMELF 1990). Sortimente, die Nicht-Derbholz beinhalten (v.a. Kronenholz), wurden in Fm m.R. umgerechnet, um die Teilmengen vergleichbar zu machen. Für die Gewichtseinheiten wurden die Dichten der Baumarten aus KOLLMANN (1982) verwendet. Bei den Sägenebenprodukten wurden je nach Baumartenzusammensetzung des Einschnitts Umrechnungsfaktoren für die Rohdichte gebildet. War die genaue

Baumartenzusammensetzung nicht bekannt, wurde sie aus der Holzeinschlagsstatistik abgeleitet. Im Rahmen der folgenden Holzbilanz und des Stoffstrommodells wurden die in den Kapiteln jeweils verwendeten Maßeinheiten mit den unten genannten Umrechnungsfaktoren umgerechnet:

- Scheitholz:
  - 1 Raummeter (Ster)  $\triangleq$  0,7 Fm
  - 1 Schüttraummeter  $\triangleq$  0,5 Fm
  - 1 Tonne (WG = 15 %)  $\triangleq$  1,8 Fm und 1 Tonne atro (WG = 0 %)  $\triangleq$  2,25 Fm (nach der Baumartenzusammensetzung des Energieholzes in der Holzeinschlagsstatistik gewichtet)
- Hackschnitzel:
  - 1 Schüttraummeter  $\triangleq$  0,4 Fm
  - Umrechnung zwischen Gewichts- und Raummaß soweit verfügbar nach Baumartenanteilen, ansonsten mit aus der Holzeinschlagsstatistik abgeleitetem Mischfaktor 1 Tonne atro (WG = 0 %)  $\triangleq$  2,5 Fm
- Rohholz für die Holzwerkstoffindustrie:
  - Umrechnung zwischen Gewichts- und Raummaß mit aus der Holzeinschlagsstatistik abgeleitetem Mischfaktor 1 Tonne atro  $\triangleq$  2,5 Fm
- Rohholz für die Papier- und Zellstoffindustrie:
  - Umrechnung zwischen Gewichts- und Raummaß getrennt nach Nadelholz (Dichte für Fichte) 1 Tonne atro (WG = 0 %)  $\triangleq$  2,6 Fm und Laubholz (Dichte für Buche) 1 Tonne atro (WG = 0 %)  $\triangleq$  1,8 Fm
- Sägenebenprodukte, Rinde und Hobelspäne:
  - 1 Schüttraummeter  $\triangleq$  0,4 Fm
  - Umrechnung zwischen Gewichts- und Raummaß nach Baumartenanteilen
- Pellets:
  - 1 Schüttraummeter  $\triangleq$  0,75 Fm
  - 1 Tonne (WG = 10 %)  $\triangleq$  2,1 Fm und 1 Tonne atro (WG = 0 %)  $\triangleq$  2,2 Fm
- Briketts:
  - 1 Raummeter  $\triangleq$  1,8 Fm
  - 1 Tonne (WG = 10 %)  $\triangleq$  2,1 Fm
- Altholz:
  - 1 Raummeter  $\triangleq$  0,7 Fm
  - Umrechnung zwischen Gewichts- und Raummaß mit Mischfaktor (2/3 Nadelholz, 1/3 Laubholz) 1 Tonne (WG = 15 %)  $\triangleq$  1,9 Fm

Zur Berechnung des Energieinhalts der Sortimente wurden die Angaben zum Heizwert aus KALTSCHMIDT ET AL. (2009) verwendet. Für Nadelholz wurde der Heizwert von Fichtenholz mit 18,8 MJ/kg TM (Megajoule pro Kilogramm Trockenmasse), für Laubholz der Wert von Buche mit 18,4 MJ/kg TM angenommen. Konnte nicht eindeutig zwischen Laub- und Nadelholz differenziert werden, wurden Anteile von zwei Drittel Nadelholz und ein Drittel Laubholz angenommen.



Die Bilanzierung am Ende des Berichtes findet auf Basis der Raumeinheit »Festmeter« statt, von der aus sowohl in das Gewichtsmaß »Tonne atro« (WG = 0 %) als auch in die Energieeinheit »Petajoule« (PJ) umgerechnet wird.

## 4 Ergebnisse

Dieses Kapitel dient der Analyse mit Ergebnisdarstellung des Energieholzmarktes 2014 in Bayern. Dabei wird das **Aufkommen** der Energieholzsortimente

- Waldenergieholz
- Flur- und Siedlungsholz, Holz aus der Verkehrswegepflege
- Sägenebenprodukte
- Pellets
- Altholz sowie
- Holz aus Kurzumtriebsplantagen abgebildet.

Weiterhin wird der **Verbrauch** durch

- Sägewerke
- Privathaushalte
- Biomasseheiz(kraft)werke
- Papier- und Zellstoffindustrie
- Holzwerkstoffindustrie beschrieben.

### 4.1 Waldenergieholz

Die Bundesrepublik Deutschland ist mit ca. 11,4 Mio. Hektar (ha) Wald bestockt. 2,6 Mio. ha oder fast ein Viertel der Waldfläche befindet sich in Bayern. Damit ist Bayern das walddreichste Bundesland Deutschlands und zu 37 % seiner Landesfläche bewaldet (BMEL 2015). Insgesamt stocken auf der Fläche 987 Mio. Vorratsfestmeter (Vfm) oder 396 Vorratsfestmeter pro Hektar (Vfm/ha) Wald in Bayern. Dieser Wert liegt deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 336 Vfm/ha und bedeutet die Spitzenposition im Vergleich zu den anderen Bundesländern. Der größte Anteil des Waldes (55,7 %) befindet sich in privatem Eigentum von ca. 700.000 Waldbesitzern. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Betriebsgrößen bis zu 20 ha. Weitere 29,8 % der Waldfläche Bayerns gehören dem Freistaat Bayern und werden überwiegend durch das Unternehmen Bayerische Staatsforsten AÖR bewirtschaftet. Zwölf Prozent der Waldfläche befinden sich im Besitz von Kommunen (Körperschaftswald) und weitere zwei Prozent der Waldfläche im Besitz des Bundes. Die Wälder Bayerns sind in der Baumartenzusammensetzung durch Nadelholz mit einem Flächenanteil von 64,3 % geprägt. Dabei ist die Fichte mit 41,8 % dominierende Baumart, gefolgt von der Kiefer mit 17,1 % Flächenanteil. Im Laubholz dominiert die Buche mit 13,9 %, gefolgt von der Eiche mit 6,8 % Flächenanteil (LWF 2014).

#### 4.1.1 Holznutzungspotenziale im Zeitraum 2013 bis 2027

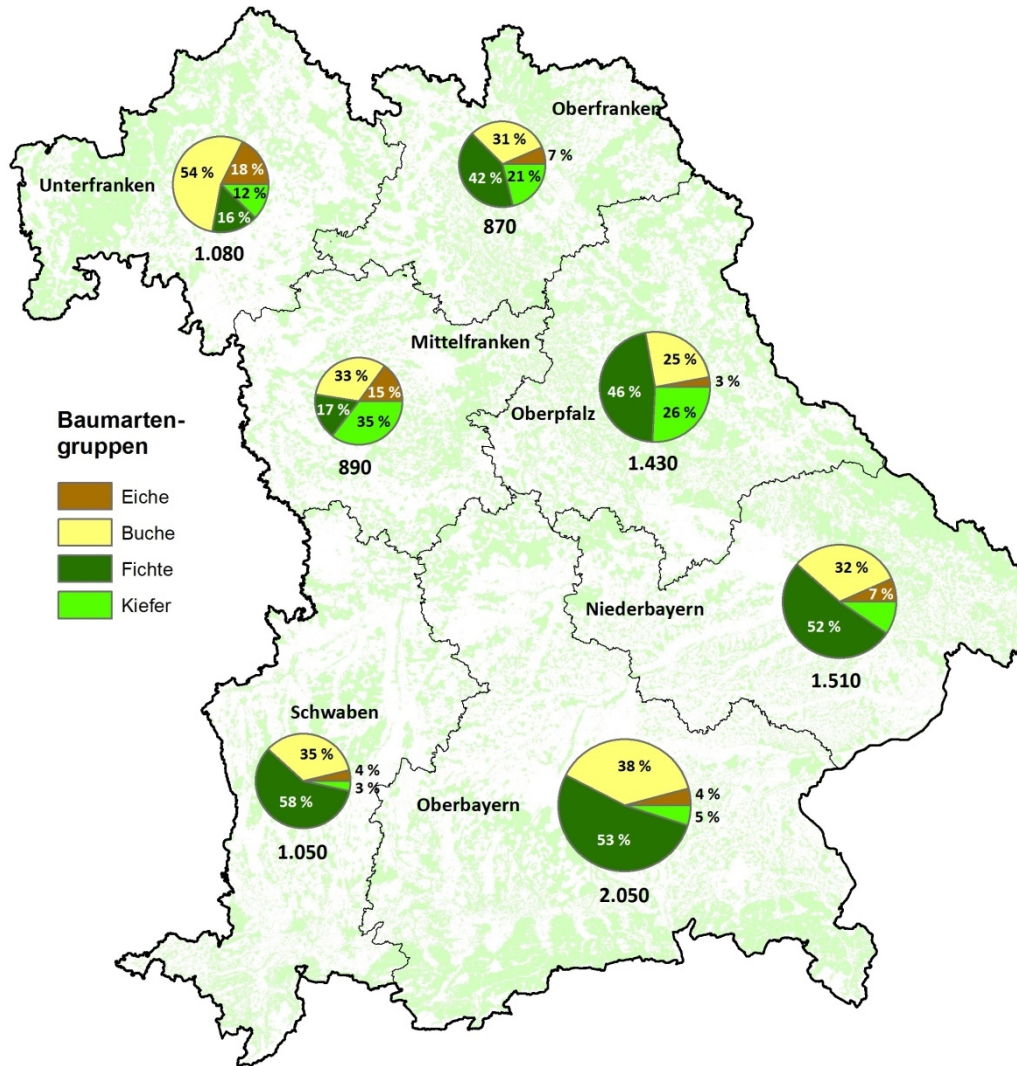
Die möglichen jährlichen Nutzungspotenziale in Bayern liegen im Zeitraum 2013 bis 2027 bei durchschnittlich 20,5 Mio. Erntefestmeter ohne Rinde (Efm o. R.) bzw. 22,6 Mio. Erntefestmeter mit Rinde (Efm m. R.). Dieses Nutzungspotenzial ist um 8 % geringer als die Nutzungen pro Jahr im Zeitraum 2003-2012 nach den Ergebnissen der BWI waren. Die Veränderungen beim Potenzial gegenüber den bisherigen Nutzungen sind beim Nadel- und Laubholz gegenläufig. Beim Nadelholz liegen sie um 21 % unter den Nutzungen zwischen 2003 und 2012, während sie beim Laubholz um 64 % größer sind. In Tabelle 1 werden die Nutzungspotenziale an Derbholz getrennt nach Baumarten und Sorten darge-

stellt. Das Energieholzpotenzial umfasst knapp 8,9 Mio. Efm m. R. pro Jahr. Darin sind noch nicht die Energieholzpotenziale von Nicht-Derbholz, also Biomasse bis 7 cm m. R. im Durchmesser, enthalten. Aktuell lässt sich noch nicht bestimmen, wieviel von dieser Masse (v.a. Äste, Zweige, Reisig) genutzt werden kann, ohne die Bodenfruchtbarkeit zu beeinträchtigen. Die Energieholzpotenziale verteilen sich zu 57% auf Nadelholz und 43 % auf Laubholz.

**Tabelle 1:** Die Nutzungspotenziale im Zeitraum 2013 – 2027 getrennt nach Baumarten und Sorten.

Waldbesitzart	Nutzungspotenzial 2013 - 2027 (1.000 Efm m. R. pro Jahr)					
	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche	Alle	Anteil
Stammholz	8.279	1.892	656	322	11.149	49%
Industrieholz	898	224	728	99	1.949	9%
Energieholz	3.822	1.279	3.129	645	8.875	39%
Nicht verwertet	229	100	275	57	661	3%
<b>Gesamt</b>	<b>13.227</b>	<b>3.495</b>	<b>4.789</b>	<b>1.123</b>	<b>22.634</b>	<b>100%</b>

In Abbildung 2 ist die Verteilung der Energieholzpotenziale auf die Regierungsbezirke dargestellt. Die mit Abstand größten Energieholzpotenziale gibt es in Oberbayern. In allen Regierungsbezirken überwiegt das Nadelholz bei den Potenzialen, nur in Unterfranken dominiert das Laubholz.



**Abbildung 2:** Energieholzpotenziale (Derbholz über 7 cm Durchmesser m. R.) aus den Wäldern in den Regierungsbezirken nach Baumartengruppen für den Zeitraum 2013 – 2017 (1.000 Efm m. R. pro Jahr).

#### 4.1.2 Rohholzaufkommen

Die folgende Abbildung 3 zeigt den Holzeinschlag von 2006 bis 2014 inklusive der nicht verwerteten Holzmengen (NH-Holz). Mit einem offiziellen Einschlag von 16,25 Mio. Fm o. R. im Jahr 2014, basierend auf der Holzeinschlagsstatistik, befand sich der Einschlag in Bayern im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren (2003 – 2012) auf einem unterdurchschnittlichen Niveau. Seit dem Tiefpunkt im Jahr 2012 mit 15,14 Mio. Fm o. R. stieg die Einschlagsmenge aber wieder bis 2014 um 6,8 %. In Bayern wurden 2014 ca. 8,8 Mio. Efm o. R. Stammholz eingeschlagen sowie ca. 1,3 Mio. Efm o. R. Industrieholz produziert. An Energieholz wurde ca. 5,7 Mio. Fm o. R. ausgehalten.

Der Holzeinschlag 2014 in Höhe von 16,25 Mio. Festmeter scheint das Nutzungspotenzial von 20,5 Mio. pro Jahr bei weitem nicht auszuschöpfen. Allerdings erfasst die Holzeinschlagsstatistik den tatsächlichen Holzeinschlag nur unvollständig. Darauf deutet ein Vergleich der Nutzungsmengen zwischen 2003 und 2012 nach den Ergebnissen der BWI mit den von der Holzeinschlagsstatistik ausge-

wiesenen Mengen hin. Danach wurde der Holzeinschlag in der jährlichen Statistik um ca. 20 % unterschätzt. Wenn unterstellt wird, dass der tatsächliche Einschlag 2014 entsprechend höher war, so ist von einem nicht erfassten Einschlag von ca. 4 Mio. Fm o. R. und einem Gesamteinschlag von 20,3 Mio. Festmeter auszugehen. Der Holzeinschlag 2014 hätte demnach das langfristige Nutzungspotenzial ausgeschöpft.

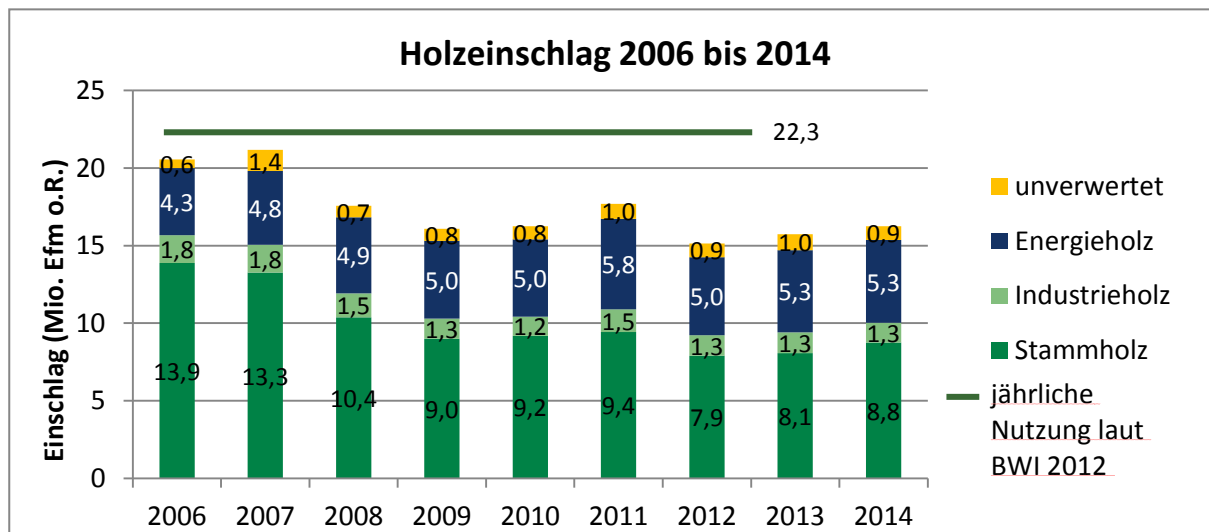


Abbildung 3: Verlauf der Holzeinschlagsmenge in den Jahren von 2006 bis 2014. (Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT 2015)

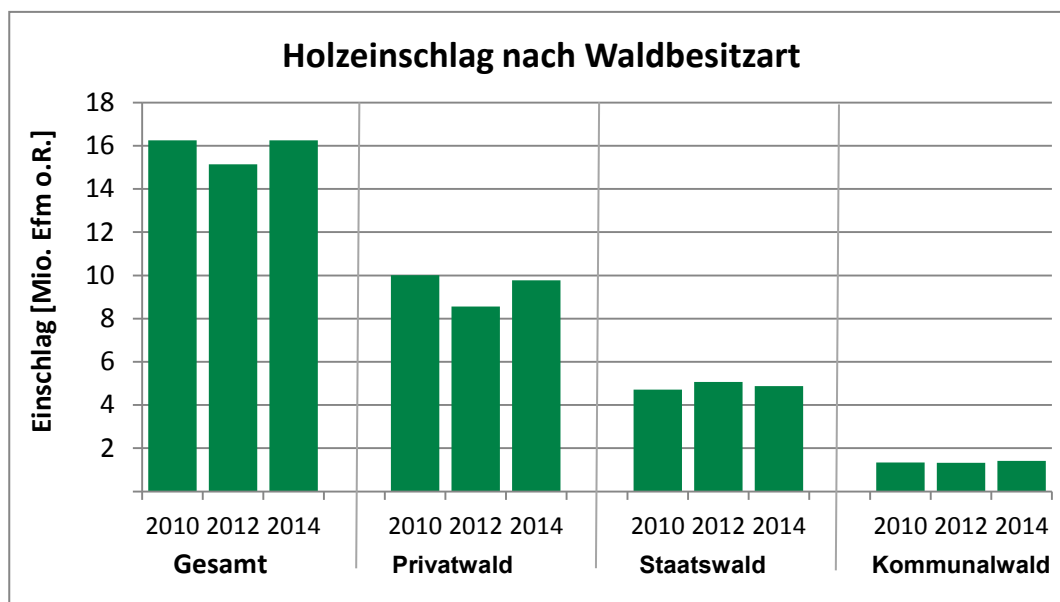
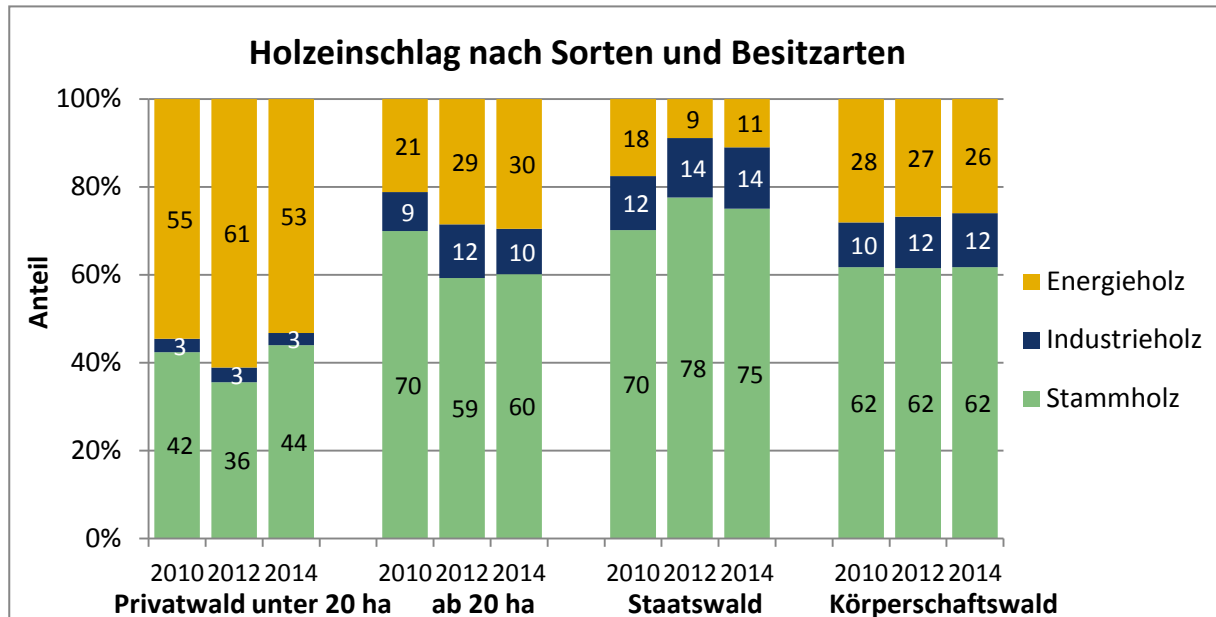


Abbildung 4: Holzeinschlag nach Waldbesitzarten für die Jahre 2010, 2012 und 2014 (Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT 2015)

Der Anstieg der eingeschlagenen Rundholzmengen ist vornehmlich auf das Einschlagsverhalten der Privatwaldbesitzer zurückzuführen. Diese stellten 2014 im Vergleich zum Jahr 2012 zusätzlich ca. 1,1 Mio. Fm o. R. dem Rundholzmarkt zur Verfügung (Abbildung 4), wobei es sich ganz überwiegend um zusätzliche Stammholzmengen handelte. Da es in diesem Zeitraum zu keinen größeren Nutzungen infolge höherer Gewalt kam, dürfte dieser Mehreinschlag auf die günstige Marktlage zurückzuführen sein.

Die folgende Abbildung 5 zeigt, dass es in der prozentualen Aufteilung der bereitgestellten Waldholzmengen nach den Sortimenten Stammholz, Industrieholz und Energieholz (ohne NH) große Un-

terschiede zwischen den Besitzarten gibt. Im Privatwald unter 20 ha Besitzgröße wird mehr als die Hälfte des Holzes zu Energieholz aufgearbeitet. In privaten Forstbetrieben ab 20 ha und im Körperschaftswald ist die relative Verteilung ähnlich. Der Staatswald stellt anteilig am meisten Stammholz bereit. Im Jahr 2014 stieg das Stammholzangebot aus dem Kleinprivatwald deutlich. Das Industrieholzaufkommen v.a. für die Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie erscheint über die Jahre 2010 bis 2014 relativ stabil mit 8 % bis 9 % Anteil am Jahreseinschlag.



**Abbildung 5:** Holzeinschlag nach Sortimenten und Besitzarten in der Zeitreihe 2010, 2012 und 2014 ohne nicht verwertbares Holz (Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT)

### 4.1.3 Energieholzaufkommen 2014 aus dem Wald

Im Jahr 2014 wurden bei einem Gesamteinschlag von 16,25 Mio. Efm o. R. rund 35 % oder 5,7 Mio. Fm o. R. Energieholz auf Basis der Daten des Statistischen Bundesamts für den Privat-, Kommunal- und Bundeswald in Verbindung mit der Holzverkaufsstatistik der Bayerischen Staatsforsten ausgewiesen.<sup>12</sup>

Diese Menge wird aufgrund des forstlichen Rindenabzugs noch um den Anteil an Rinde nach den Hilfstafeln für die Forsteinrichtung (STMELF 1990) erhöht. Daraus ergibt sich ein endgültiges Energieholzaufkommen aus dem Wald von 6,3 Mio. Fm m. R. im Jahr 2014. Das Angebot teilt sich auf in 70 % Scheitholz und 30 % Waldhackschnitzel (Tabelle 2). Die Tabelle 2 stellt die Einschlagsmengen nach Sortimenten und Waldbesitzart dar. Der von der Statistik nicht erfasste Holzeinschlag ist nicht enthalten. Das tatsächliche Energieholzaufkommen war deshalb noch deutlich größer.

Tabelle 2: Gesamtaufkommen an Scheitholz, Waldhackschnitzeln, Industrieholz und Stammholz in Bayern 2014 in Millionen Festmetern mit Rinde (Quelle: Statistisches Bundesamt 2015, BaySF 2015a, eigene Berechnungen, ohne nicht erfassten Holzeinschlag)

<sup>12</sup> Basierend auf der offiziellen Holzeinschlagsstatistik des statistischen Bundesamts werden für Bayern 2014 nur 5,33 Mio. Efm o.R. Energieholz ausgewiesen. Die Daten der Holzverkaufsstatistik des Unternehmens Bayerische Staatsforsten erlauben einen Rückschluss auf die verkauften Energieholzmengen aus den beim Einschlag angegebenen NH-Holz Mengen. Diese zusätzlichen Mengen an Energieholz werden zu den offiziell gemeldeten Energieholzmengen des Bundesamts für Statistik addiert. Der Gesamteinschlag bleibt gleich. Es erfolgt im Staatswald eine Sortimentsverschiebung von NH-Holz hin zu Energieholz.

Waldbesitzart	Stammholz	Scheitholz	Hackschnitzel	Industrieholz	Nicht verwertet	Gesamt
	[Mio. Fm m. R.]					
Privatwald	5,27	3,53	1,42	0,54	0,09	10,85
Körperschaftswald	0,93	0,30	0,08	0,18	0,06	1,56
Staatswald, Land	3,46	0,56	0,35	0,63	0,40	5,40
Staatswald, Bund	0,10	0,03	0,02	0,05	0,01	0,22
<b>Alle</b>	<b>9,76</b>	<b>4,43</b>	<b>1,88</b>	<b>1,40</b>	<b>0,56</b>	<b>18,03</b>

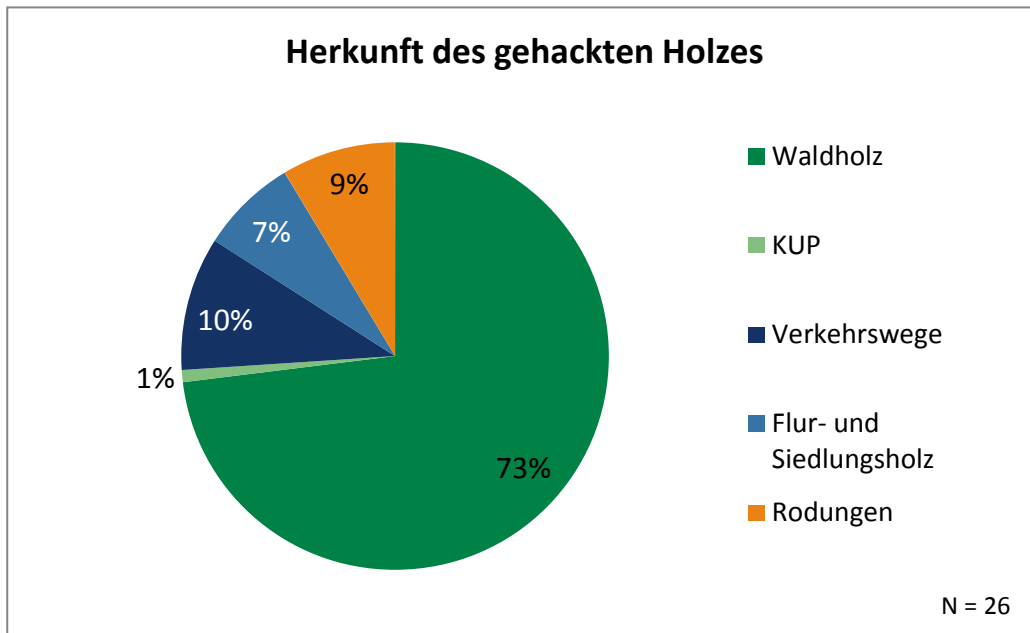
Gegenüber dem Berichtsjahr 2012 stellt die in Tabelle 2 dargestellte Menge eine Erhöhung des Angebots an Energieholz um 3,3 % dar (plus 0,2 Mio. Fm m. R.). Die Angebotserhöhung betrifft hauptsächlich das Sortiment Hackschnitzel. Das Energieholz entstand vorrangig im Privatwald in der Form von Scheitholz und Hackschnitzeln mit 4,95 Mio. Fm m. R. oder 78 % der angebotenen Menge. Auf den Privatwald unter 20 ha Besitzgröße entfallen 64 % der gesamten Energieholzmenge. Den Schwerpunkt des Angebots aus dem Privatwald bildet dabei das Scheitholz mit 71 %. Über die Hälfte der Energieholzmenge wird aus Fichte gewonnen (53 %), gefolgt von Buche mit 25 %. Danach folgt die Brennholzbereitstellung aus Kiefer mit 16 % und Eiche (5 %). Während beim Scheitholz 64 % der Menge auf Nadelholz entfällt, sind es bei Hackschnitzeln 83 %. Die Hackschnitzelbereitstellung basiert somit weitgehend auf Nadelholz. Das Industrieholzangebot 2014 lag ca. 4 % unter den bereitgestellten Mengen von 2012 (1,4 Mio. Fm m. R.).

#### 4.1.4 (Wald)-Hackschnitzelaufkommen aus einer Umfrage unter Hackerunternehmen

Das folgende Kapitel zeigt im ersten Teil die Ergebnisse der Umfrage bei land- und forstwirtschaftlichen Dienstleistern zum Hackschnitzelaufkommen 2014. Dabei wird das Mengenaufkommen nach Hackschnitzeln mit Ursprung aus dem Wald, Flur- und Siedlungsholz, Holz entlang von Verkehrswegen, Rodungen und Hackschnitzeln aus Kurzumtriebsplantagen unterteilt. Insgesamt konnte über die Umfrage der Verbleib von 416.000 Fm m. R. an Hackschnitzeln ermittelt werden.

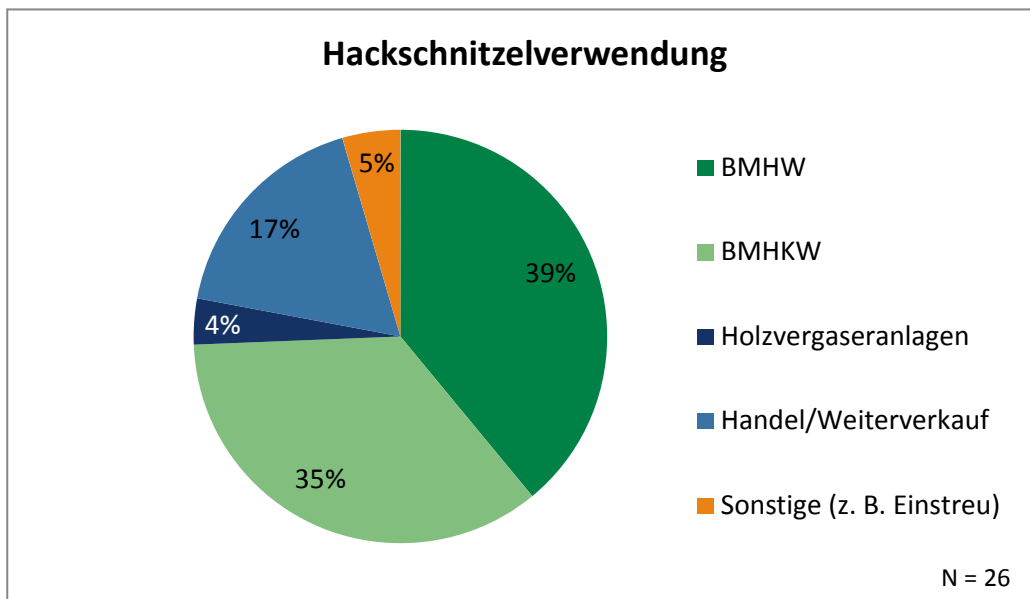
##### Ergebnisse der Umfrage

Rund 73 % der erfassten Hackschnitzelmengen (302.000 Fm m. R.) stammen aus dem Wald, 10 % aus der Pflege von Verkehrswegen und 9 % aus Rodungen. 7 % wurden als Flur- und Siedlungsholz gehackt und 1 % der Menge stammte von Kurzumtriebsplantagen (vgl. Abbildung 6). Der überwiegende Teil der Waldhackschnitzel mit 84 % wurde aus Waldrestholz, Gipfeln und Vollbäumen gewonnen. Aber auch das Energierundholz spielt mit 16 % eine relevante Rolle bei der Waldhackschnitzelproduktion.



**Abbildung 6:** Herkunft des in Bayern gehackten Holzes bei den Teilnehmern an der Umfrage (Gesamtmenge 416.000 Fm m. R.)

Der Waldbesitz stellte das Ausgangsmaterial zur Hackschnitzelerzeugung vorwiegend zur Selbstwerbung (64 %) zur Verfügung, d. h. die Hackerunternehmen erwerben das ungehackte Material und vermarkten die Hackschnitzel dann selbst. Circa 30 % der Mengen wurden als Dienstleistung für den Waldbesitzer gehackt. Die restlichen 6 % der angefallenen Mengen wurden von den Hackerunternehmen als Subunternehmer gehackt.

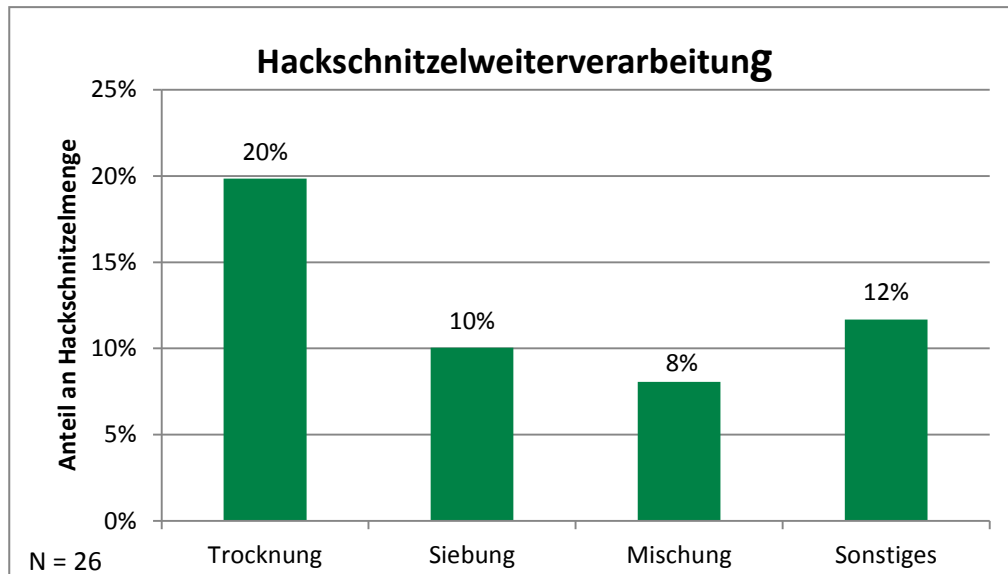


**Abbildung 7:** Verwendung der Hackschnitzel bei den Teilnehmern an der Umfrage (Gesamtmenge 416.000 Fm m. R.)

Die Hackerunternehmen gaben zur Verwendung der von ihnen vermarkteten Hackschnitzel folgende Auskunft: 74 % der Menge wurde an Biomasseheiz(kraft)werke geliefert, 17 % wurden an den Handel weiter verkauft. Holzvergaseranlagen verbrauchten 4 % der Menge und 5 % wurden anderen Zwecken wie z. B. zur Tiereinstreu (vgl. Abbildung 7) zugeführt. Bei den in Dienstleistung gehackten Mengen ist der weitere Verbleib nicht vollständig erfassbar.



Die Hackerunternehmen verarbeiten einen Teil der selbst vermarkteten Hackschnitzel vor dem Verkauf an Endverbraucher weiter. Als weiterverarbeitende Prozesse wurden vorrangig die Trocknung (20 %), Siebung (10 %) und Mischung (8 %) genannt (Abbildung 8). Unter „Sonstiges“ (12 %) wurden z. B. „Premium-Hackschnitzel“ und „weiße Ware“ genannt, was sich als Kombination von Trocknen und Sieben interpretieren lässt.



**Abbildung 8:** Hackschnitzelweiterverarbeitung bei den Teilnehmern an der Umfrage (weiter verarbeitete Menge 219.000 Fm m. R.)

### Ergebnisse der Hochrechnung

Der Bestand an Hackern bei den Teilnehmern der Umfrage ist dem der Unternehmen aus der forstlichen Unternehmerdatenbank sehr ähnlich. Zum Abgleich wurden die Antriebsleistungen der Hackmaschinen je Unternehmen aufsummiert und so die Unternehmen nach Größe gruppiert. Im Mittel lag diese Leistungssumme bei den teilnehmenden Firmen bei 353 kW; bei allen in der Unternehmerdatenbank geführten Firmen sind es 383 kW. Für die Hochrechnung wurde davon ausgegangen, dass die aus der Datenbank und aus anderen Projekten der LWF bekannten Unternehmen das professionelle Angebot an Hacker-Dienstleistungen - zumindest der produzierten Mengen nach - nahezu vollständig erfassen. Daraus konnte ein Hackschnitzelaufkommen von 2,38 Mio. Fm m. R. abgeleitet werden. Basierend auf dem Verteilungsschlüssel zur Herkunft des Hackmaterials aus der Umfrage wurden 2014 Hackschnitzel in einer Größenordnung von 1,74 Mio. Fm m. R. aus Waldbiomasse produziert. Weiterhin sind im Rahmen der Verkehrswegepflege 0,24 Mio. Fm m. R. angefallen. Rodungen (0,21 Mio. Fm m. R.) und Hackschnitzelmengen mit Ursprung aus Flur- und Siedlungsholz (0,17 Mio. Fm m. R.) wurden auf insgesamt 0,38 Mio. Fm m. R. hochgerechnet. Hackschnitzelmengen aus „Kurzumtriebsplantagen“ tragen nur zu ca. 1 % zum Mengenaufkommen bei.

Tabelle 3: Hackschnitzelaufkommen 2014 nach Gesteungsort

Hackschnitzelaufkommen	2014 Fm m. R.
Waldholz	1.735.000
Verkehrswegepflege	240.000
Rodungen	205.000
Flur- und Siedlungsholz	174.000
Holz aus Beerntung KUP	22.000
<b>Summe</b>	<b>2.376.000</b>

Die von den Hackerunternehmen erzeugte Menge an Waldhackschnitzeln (1,74 Mio. Fm m. R.) kommt der von den Waldbesitzern gemeldeten Menge an Waldhackgut recht nahe (1,88 Mio. Fm m. R.). Abweichungen können teilweise durch die nicht eindeutig bekannte Grundgesamtheit erklärt werden. Gerade im kleinen und mittelgroßen Privatwald werden Hackschnitzel nicht nur durch professionelle Dienstleister, sondern auch im semi-professionellen Betrieb erzeugt. Auch bei der Herkunft der Hackschnitzel kann es zu Unschärfen kommen, da z. B. Rodungen von Waldflächen häufig dem Aufkommen an Waldholz und nicht der Änderung der Flächennutzungsart zugeordnet werden. Weitere Unterschiede können durch den Einsatz von nicht bayerischen Unternehmen in Grenzgebieten oder durch eine unterschiedliche Betrachtung der Gesteungsorte von Waldhackschnitzeln entstehen. Die Sortimente Verkehrswegepflegeholz und Flur- und Siedlungsholz sind dem beim Einkauf von Hackschnitzeln gängigen Sortiment Landschaftspflegeholz zuzuordnen.

#### 4.1.5 Preisentwicklung bei Energieholzleitsortimenten

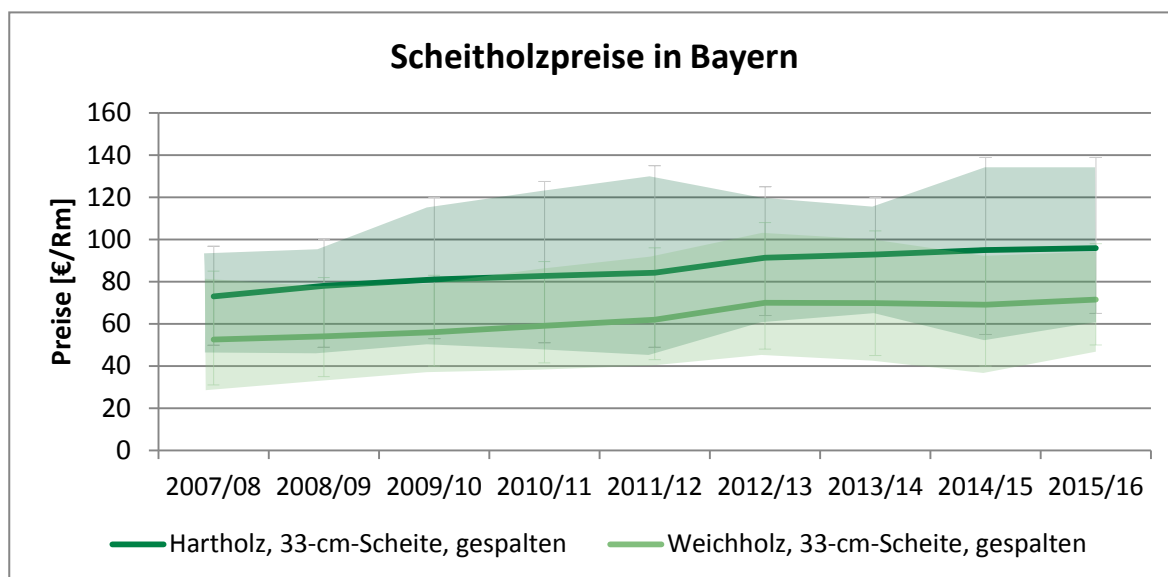
In diesem Kapitel wird die Preisentwicklung in Bayern sowohl für Scheitholz als auch für Waldhackschnitzel dargestellt.

##### Scheitholz

Die LWF erhebt seit der Heizperiode 2007/08 jährlich die Scheitholzpreise in Bayern. Dabei werden sowohl veröffentlichte Angebote von professionellen Brennholzhändlern, Biomassehöfen wie auch Kleinanbieter aus Bayern ausgewertet als auch Befragungen durchgeführt. Die erhobenen Preise beziehen sich auf gespaltenes, luftgetrocknetes Scheitholz mit einem Wassergehalt von 10-20 % ab Betriebshof inklusive Mehrwertsteuer.<sup>13</sup>

Mit der stark steigenden Nachfrage nach regenerativer Energie über das letzte Jahrzehnt sind auch die Scheitholzpreise deutlich angestiegen. Für den Raummeter ofenfertiges Hartholz in 33-cm-Scheiten betrug die Preissteigerung von der Heizperiode 2007/08 zur Heizperiode 2012/13 rund 25 %, beim Weichholz waren es sogar rund 33 % (Abbildung 9). Seit 2013 sind die Preise jedoch aufgrund der milden Winter nur noch moderat gestiegen. Neben der Witterung tragen auch die gefallen Preise für fossile Energieträger hierzu bei, da Scheitholz überwiegend als sekundäre Wärmequelle eingesetzt wird.

<sup>13</sup> <http://www.lwf.bayern.de/forsttechnik-holz/holzverwendung/051664/index.php>



**Abbildung 9:** Durchschnittspreise und die Preisspanne für Scheitholz in Bayern in Euro je Raummeter (gespaltenes, luftgetrocknetes Scheitholz ab Betriebshof inklusive Mehrwertsteuer) nach Erhebungen der LWF.

Die Preise unterscheiden sich zwischen den einzelnen Anbietern zum Teil ganz erheblich. Für Hartholz 33 cm gespalten schwankten sie im Winter 2015/16 z. B. zwischen 65 € und 139 €/Rm (SCHUSTER UND SCHULMEYER 2016). Tendenziell lässt sich weiterhin ein Preisgefälle von Süd nach Nord feststellen. Bei der Preisfindung spielen auf Angebotsseite vor allem der Waldanteil und auf Nachfrageseite die Nähe zu Ballungszentren eine entscheidende Rolle.

Die Erhebung der LWF hat auch ergeben, dass die Anbieter von Brennholz zunehmend professioneller werden. Neben der klassischen Lufttrocknung gewinnt die technische Trocknung von Scheitholz immer mehr an Bedeutung. Zwei Drittel der befragten Betriebe, die Scheitholz technisch trocknen, nutzen Biogasanlagen als Wärmequelle. Auch die Maschinenausstattung wird immer professioneller. Rund 70 % der befragten Betriebe verwenden inzwischen kombinierte Säge-Spalt-Maschinen. Rund ein Drittel der Teilnehmer setzen Siebmaschinen ein und können damit die zunehmende Nachfrage nach rinden- und spreißelfreiem Brennholz bedienen.

### Waldhackschnitzel

Der Durchschnittspreis für Waldhackschnitzel mit einem Wassergehalt von 35 % über das Jahr 2014 lag bei 98,23 €/t<sub>lutro (35%)</sub>. Die bayerischen Preise tendieren damit Ende des vierten Quartals 2014 knapp über dem Durchschnitt der norddeutschen Preise (plus 1,50 €/t<sub>lutro (35%)</sub>). Die Daten beruhen auf einer Erhebung von C.A.R.M.E.N. e.V., die vierteljährlich die Angebotspreise bei 270 deutschen Hackschnitzelhändlern erhebt (C.A.R.M.E.N. e.V., 2014). Der Rücklauf der quartalsweisen Befragung zu den Angebotspreisen liegt bei ca. 40 Meldungen. Abbildung 10 zeigt den Verlauf der Angebotspreise von Waldhackschnitzeln kombiniert für Nord- und Süddeutschland. Ausgehend von einem gemeinsamen Niveau in Nord- und Süddeutschland von ca. 92,50 €/t<sub>lutro (35%)</sub> im Jahr 2012 entwickelten sich die Märkte im Süden und im Norden Deutschlands bis zum vierten Quartal 2014 relativ einheitlich. Während in Bayern durchschnittlich eine Preissteigerung von ca. 6,07 €/t<sub>lutro (35%)</sub> innerhalb der letzten drei Jahre zu verzeichnen ist (plus 6,2%), erhöhte sich der Hackschnitzelpreis in Norddeutschland eher verhaltend (+4,28 €/t<sub>lutro (35%)</sub>/plus 4,5%). Im Jahr 2015 verringerte sich der Jahresdurchschnittspreis für Waldhackschnitzel im Süden leicht auf 96,68 €/t<sub>lutro (35%)</sub> (minus 1,64 €/t<sub>lutro (35%)</sub>). Aufgrund des zweiten milden Winters (2013/2014/2015) in Folge in Kombination mit einer Windwurfkalamität in Bayern war das Angebot an Waldhackschnitzeln sehr hoch und der zusätzliche Bedarf an Brennmaterial aufgrund geringer Verbräuche im Süden relativ gering. Dies war ursächlich für den Rückgang der Brennstoffpreise im Süden.

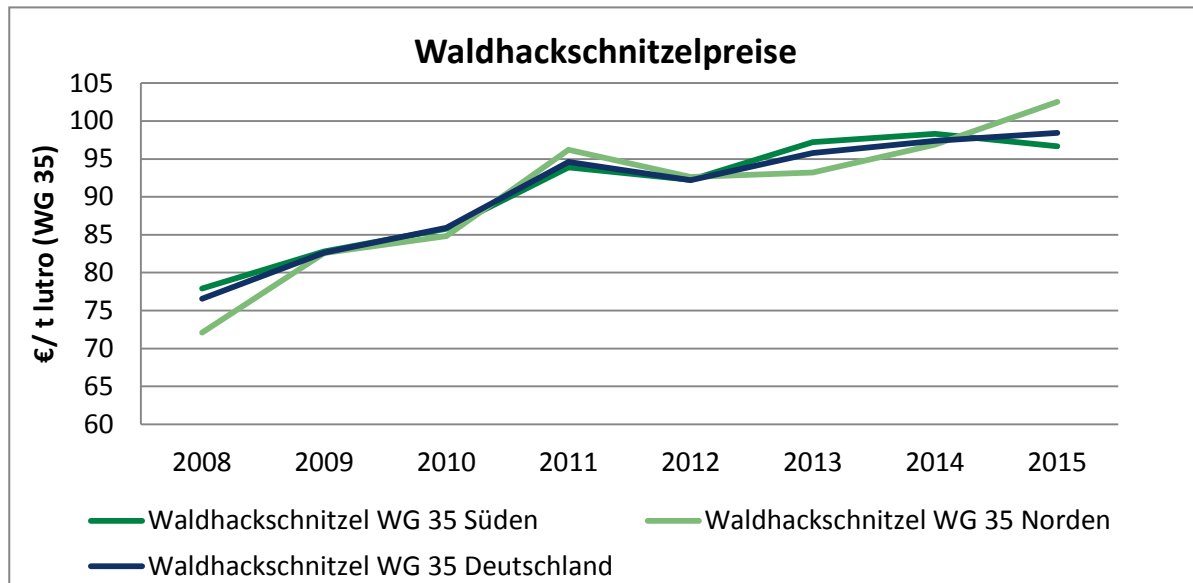


Abbildung 10: Waldhackschnitzelpreise 2012 bis 2015 pro Tonne (WG 35) nach C.A.R.M.E.N. e.V.

#### 4.1.6 Diskussion

##### Waldenergieholzpotenziale

Die Darstellung der Holznutzungspotenziale der Wälder stützt sich auf die Modellierung eines Szenarios, bei dem starkes Holz eher zurückhaltend geerntet wird (BORCHERT ET AL. 2016). Deshalb sind die Nutzungspotenziale beim Nadelholz, insbesondere bei der Fichte, deutlich geringer als die durchschnittlichen Nutzungen zwischen den letzten beiden Inventuren. Die Fichte ist für die stoffliche Holzverwendung die wichtigste Baumart. Viele Fichtenwälder müssen im Hinblick auf den Klimawandel in Mischwälder umgebaut werden. Bei raschen Fortschritten im Waldumbau müssen die Nutzungen bei der Fichte nicht so stark sinken, wie es modelliert wurde. Das Nadelholzaufkommen muss deshalb nicht so rasch zurückgehen. Langfristig wird das Nutzungspotenzial bei der Fichte allerdings sinken. Somit stellt sich die Frage, wie dies kompensiert werden kann. Insbesondere im Kleinprivatwald werden bislang erhebliche Mengen von Holz, die als Stammholz genutzt werden können, als Energieholz verwertet. Um die rückläufigen Nutzungspotenziale beim Nadelstammholz auszugleichen, ist es anzustreben, dass auch der Kleinprivatwald künftig mehr Stammholz bereitstellt. Dass er dabei durchaus flexibel ist, zeigt der Vergleich des Stammholzeinschlags der Jahre 2012 und 2014. Da sich die Sortenverteilung bei den dargestellten Nutzungspotenzialen auf die Verteilung der Sorten im Holzeinschlag der Jahre 2010 bis 2014 stützt, enthält das in der vorliegenden Studie ausgewiesene Potenzial vor allem beim Nadelholz erhebliche Mengen, die durchaus als Stammholz verwertet werden können. Es ist anzustreben, einen Teil des in Tabelle 1 dargestellten Energieholzpotenzials in stoffliche Verwertungswege zu lenken.

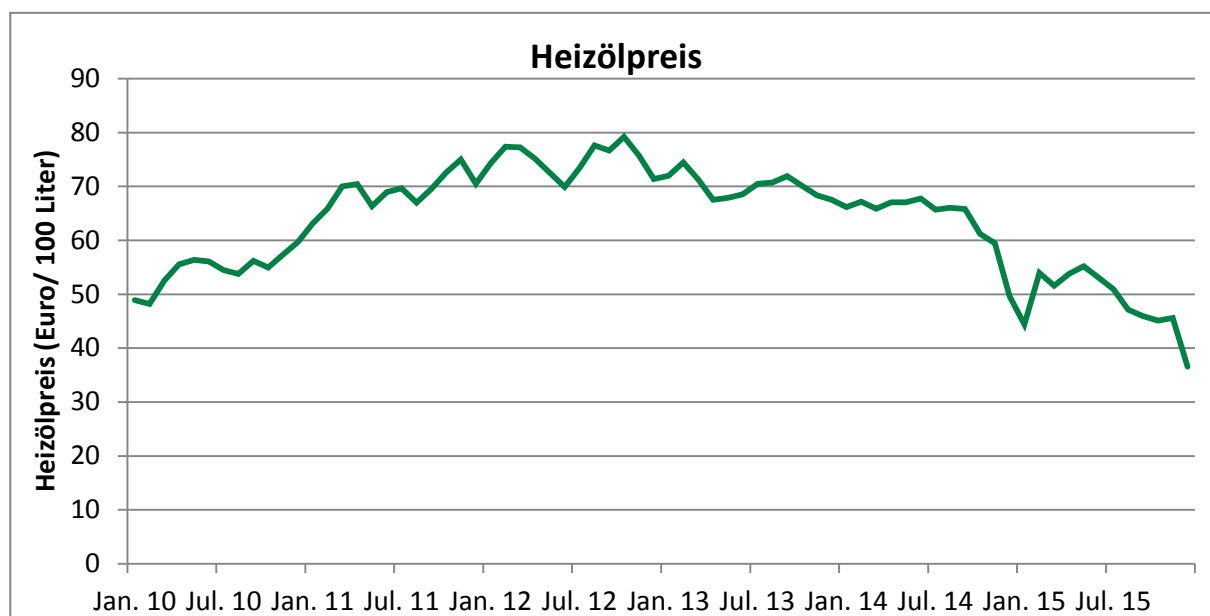
Biomasse aus Waldrestholz unter der Derbh Holzgrenze ist in dem ausgewiesenen Potenzial bisher nicht enthalten. Sobald Informationen darüber vorliegen, auf welchen Standorten in welcher Intensität Biomasse unterhalb der Derbh Holzgrenze genutzt werden kann, ohne die Bodenfruchtbarkeit durch übermäßigen Nährstoffentzug zu gefährden, können auch diese Energieholzpotenziale abgeschätzt werden. Die LWF arbeitet derzeit an entsprechenden Planungshilfen.

## Energieholzaufkommen

Wenn unterstellt wird, dass der tatsächliche Holzeinschlag 2014 ebenfalls um 20 % größer war als der von der Statistik erfasste Einschlag, könnte er 20,3 Mio. Efm o. R. betragen haben. Das ist fast so hoch, wie das mit WEHAM modellierte Nutzungspotenzial in Höhe von 20,5 Mio. Efm o. R. bzw. 22,6 Mio. Efm m. R. Das Aufkommen an Energieholz hätte dann 7,9 Mio. Efm m. R. betragen, dem ein Nutzungspotenzial von 8,9 Mio. Efm m. R. gegenüber steht. Das längerfristige Nutzungspotenzial beim Energieholz wurde demnach 2014 nicht ausgeschöpft. Weil das Potenzial von Biomasse unterhalb der Derbholzgrenze noch nicht kalkuliert wurde, ist der Abstand zwischen den 2014 getätigten Nutzungen und dem bestehenden Potenzial noch deutlich größer. Dieser Eindruck wird durch Expertenaussagen, wonach gerade bei den Waldhackschnitzeln das Angebot die nachgefragte Menge übersteigt, verstärkt.

## Energieholzpreise

Die Preise für Scheitholz stiegen bis 2013 deutlich an. Die letzten Jahre haben sich die Preise aber stabilisiert. Auch der stark fallende Ölpreis seit Oktober 2014 führte bislang nicht zu einer Senkung der bayernweiten Durchschnittspreise.



**Abbildung 11:** Entwicklung des Heizölpreises von 2010 bis 2015 in Euro pro 100 Liter (Quelle: Stat. Bundesamt)

Diese Stabilität der Scheitholzpreise überrascht, weil viele Verbraucher von Scheitholz nicht allein mit Holz heizen und somit Möglichkeiten zur Substitution haben. Es wäre zu erwarten, dass zwischen Heizöl und Scheitholz eine Kreuzpreiselastizität besteht. Bei sinkenden Heizölpreisen sollte der Absatz von Scheitholz zurückgehen. Sinkt die Nachfrage nach Scheitholz, können auch sinkende Scheitholzpreise erwartet werden. Eine Auswirkung auf die Scheitholzpreise hat es bis Ende 2015 offenbar noch nicht gegeben. Allerdings ist auch zu berücksichtigen, dass viele Verbraucher von Scheitholz Selbstversorger sind. Sie mögen sich mit ihrem Eigenverbrauch vielleicht flexibel an die Entwicklung der Heizölpreise anpassen, ohne dass sie Preissignale auf den Scheitholzmarkt aussenden. Beim Absatz von Brennholz lang frei Waldstraße wurde aus der Praxis im Winter 2015/16 bereits von notwendig gewordenen Preisnachlässen berichtet.

Eine ähnliche Entwicklung wie beim Scheitholz zeigte sich bei den Angebotspreisen für Waldhackschnitzel nach C.A.R.M.E.N. e.V. Im Jahr 2015 veränderte sich der Jahresdurchschnittspreis für Wald-

hackschnitzel im Süden auf 96,68 €/t<sub>lutro (35%)</sub> nur leicht (minus 1,64€/t<sub>lutro (35%)</sub>). Auch hier zeigte sich kein unmittelbarer Einfluss des Heizölpreises auf die Waldhackschnitzelpreise. Allerdings haben die meisten privaten Verbraucher von Hackschnitzeln nicht die Substitutionsmöglichkeiten wie die meisten Scheitholzverbraucher. Private Haushalte mit Hackschnitzelfeuerungsanlagen betreiben diese i. d. R. als primäre Wärmequelle. Dafür dürften auch hier viele der Haushalte Selbstversorger sein.

Nach Expertenaussagen aus der Industrie wurde der Preis für Hackschnitzel bei industriellen Verbrauchern bereits Anfang 2015 schrittweise bis zum Ende des Jahres um 10,00 €/t<sub>atro</sub> gesenkt. Diese Preispolitik betrifft Großabnehmer von Waldhackschnitzeln, wie z. B. Biomasseheizkraftwerke. Weitere Preissenkungen bis unter 65,00 €/t<sub>atro</sub> sind im Jahr 2016 möglich<sup>14</sup>.

#### 4.1.7 Fazit und Trends

Das Energieholzaufkommen aus den Wäldern ist zwischen 2006 und 2014 um 23 % gestiegen. Im Jahr 2011 hatte es einen Höhepunkt erreicht und hat sich in den folgenden Jahren auf einem etwas niedrigeren Niveau stabilisiert. Durch die Nutzungen 2014 wurden die Energieholzpotenziale nicht ausgeschöpft. Es ist allerdings auch nicht unbedingt anzustreben, die energetische Verwendung zu maximieren. Sofern das Rohholz für eine stoffliche Verwertung geeignet ist und eine entsprechende Nachfrage besteht, sollte es auch stofflich verwendet werden. Der gesunkene Heizölpreis hat sich noch kaum auf die Preise für Scheitholz ausgewirkt. Bei den Hackschnitzeln ist aufgrund steigenden Angebots v. a. ab 2015 der Absatz zunehmend schwierig, was sich auch auf die Preise auswirkt. Absatzpreise für private Verbraucher, z. B. für Premiumsortimente, sind hiervon bislang weniger betroffen. Das Aufkommen an Energieholz hängt einerseits vom Verbrauch ab, andererseits auch von den Nutzungen infolge höherer Gewalt. Nachdem im Frühjahr 2015 ein Orkan große Sturmschäden in Bayern verursacht und der anschließende heiße Sommer eine Massenvermehrung von Borkenkäfern nach sich gezogen hat, ist mit weiteren zwangsbedingten Nutzungen zu rechnen. Selbst wenn der Verbrauch infolge der milden Winter gesunken sein sollte, muss das Aufkommen an Energieholz also nicht entsprechend sinken. Dies wird voraussichtlich zu einer weiteren Verschärfung der Absatzschwierigkeiten bei den Hackschnitzeln beitragen. Es zeigt aber auch, dass durchaus noch zusätzliche Nachfrager am Markt versorgt werden könnten und der Beitrag der Holzenergie zur Wärmewende trotz hohem Einschlagsniveau noch ausgebaut werden kann.

---

<sup>14</sup> Pfeifer GmbH, Johannes Weis, Telefonat am 18.03.2016

## 4.2 Nebenprodukte der Sägeindustrie

Die bayerische Sägeindustrie liefert im Rahmen der Produktion von Schnittholz Sägenebenprodukte, die stofflich und thermisch genutzt, oder verarbeitet werden können. Dabei gelten Sägespäne, Hackschnittel, Schwarten, Spreißel und Kapphölzer als klassische Sägenebenprodukte, während Hobel-späne ein Produkt der Weiterverarbeitung sind. Die anfallenden Produkte sind ein wichtiger Rohstoff für die Papier und Holzwerkstoffindustrie oder sie werden zu Pellets oder Briketts veredelt und energetisch genutzt. Weiterhin wird das Stammholz vor dem Einschnitt entrindet. Die Rinde wird teils energetisch verwertet, teils als Rindenmulch im Garten- und Landschaftsbau oder als Einstreu bei der Tierhaltung verwendet.

### 4.2.1 Darstellung der Befragungsergebnisse und Hochrechnungen

#### Ergebnisse Großsägewerke

Die 23 bayerischen Großsäger haben 2014 ca. 7,62 Mio. Fm o. R. oder 8,49 Mio. Fm m. R. Rundholz eingeschnitten. Das bedeutet einen Rindenanteil von 0,87 Mio. Festmetern. Das Hauptsortiment im Einkauf war Fichtenrundholz mit etwas Tanne und Douglasie von zusammen 81 %. Daneben wurden 12,5 % (1.091.000 Fm o.R.) Kiefer und Lärche eingeschnitten. Circa 379.000 Fm o. R. Laubrundholz wurde von der Sägeindustrie verwertet. Der Hauptanteil entfiel auf die Buche mit 319.000 Fm o. R. Die durchschnittliche Schnittholzausbeute der Großsägewerke betrug nach Mengen gewichtet 58 %. Das bedeutet ein Schnittholzproduktionsvolumen der bayerischen Großsäger im Jahr 2014 von ca. 4,5 Mio. m<sup>3</sup>. Die von den Großsägern angegebene Einschnittskapazität lag 2014 bei ca. 10,17 Mio. Fm o. R. Das bedeutet einen durchschnittlichen Auslastungsgrad der bayerischen Großsäger von 75 %.

#### Ergebnisse für kleine und mittelgroße Sägewerke

Im Rahmen dieses Berichts wurden die aktuelle Branchenstruktur und die Einschnittkapazitäten von kleinen- und mittleren Sägewerken durch eine intensive telefonische Umfrage erhoben und der Kenntnisstand dazu aktualisiert.

#### *Befragungsergebnisse*

Im Folgenden werden die aggregierten Ergebnisse der Sägewerksumfrage dargestellt. Dabei werden die Sägewerke in drei Größenklassen eingeteilt. Die Größenklassen bis zu 1.000 Fm o. R. Einschnitt (Nebenerwerb), von 1.000 Fm o. R. Einschnitt bis zu 10.000 Fm o. R. Einschnitt und schließlich Sägewerke von größer 10.000 Fm o.R. Einschnitt im Jahr 2014. Sägewerke mit höherem Einschnitt als 50.000 Fm o. R. im Nadelholz sowie 20.000 im Laubholz werden den Großsägewerken zugeordnet und getrennt ausgewertet (s.o.). Das Ergebnis der Befragung erbrachte für Bayern im Jahr 2014 noch 662 existierende kleine und mittlere Sägewerke, von denen 294 bezüglich des Einschnitts Auskunft gaben. Bei 14 Sägewerken ruhte der Betrieb, die anderen 648 waren aktiv. Die 294 ermittelten Betriebe haben 2014 circa 1,11 Mio. Fm o. R. eingeschnitten. Der Schwerpunkt lag dabei bei den reinen Nadelholzsägewerken und Sägewerken mit überwiegend Nadelholzeinschnitt mit 90,6 % des Gesamteinschnitts. Laubholzsägewerke und Sägewerke mit überwiegend Laubholzeinsatz schneiden unter zehn Prozent der Mengen ein. Über alle Unternehmen ergab sich eine durchschnittliche Ausbeute von ca. 64%.

Eine detaillierte Aufstellung des Einschnitts nach den beschriebenen Größenklassen zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 4: Anzahl der befragten kleinen und mittelgroßen Sägewerke nach Größenklassen und ihr durchschnittlicher Rundholzeinschnitt 2014.

Art des Sägewerks	Größenklasse					
	< 1.000 Fm o. R.		1.000 bis 10.000 Fm o. R.		> 10.000 Fm o. R.	
	N	Mittlerer Einschnitt	N	Mittlerer Einschnitt	N	Mittlerer Einschnitt
Nadelholz Sägewerke	69	378	92	3.677	16	20.656
Mischsägewerke (Schwerpunkt Nadelholz)	38	527	47	3.882	6	17.750
Laubholzsägewerke	7	585	6	3.833	2	11.500
Mischsägewerke (Schwerpunkt Laubholz)	3	308	6	4.750	2	11.600

#### Hochrechnungsergebnisse für kleine und mittelgroße Sägewerke

Auf der Basis der Größenklassenverteilung aus der Befragung wurde der Gesamteinschnitt der in Bayern existierenden 648 Sägewerke hochgerechnet. Die folgende Tabelle 5 zeigt den hochgerechneten Einschnitt von 2,44 Mio. Fm o. R. über alle erfassten kleinen und mittelgroßen Sägewerke in Bayern nach Betriebsanzahl und Betriebsart. Der Einschnitt in Festmeter in Rinde wird auf 2,71 Mio. berechnet. Das bedeutet ein Rindenaufkommen von 276.000 m<sup>3</sup> bei diesen Sägewerken.

Tabelle 5: Hochgerechneter Einschnitt der kleinen und mittelgroßen Sägewerke 2014.

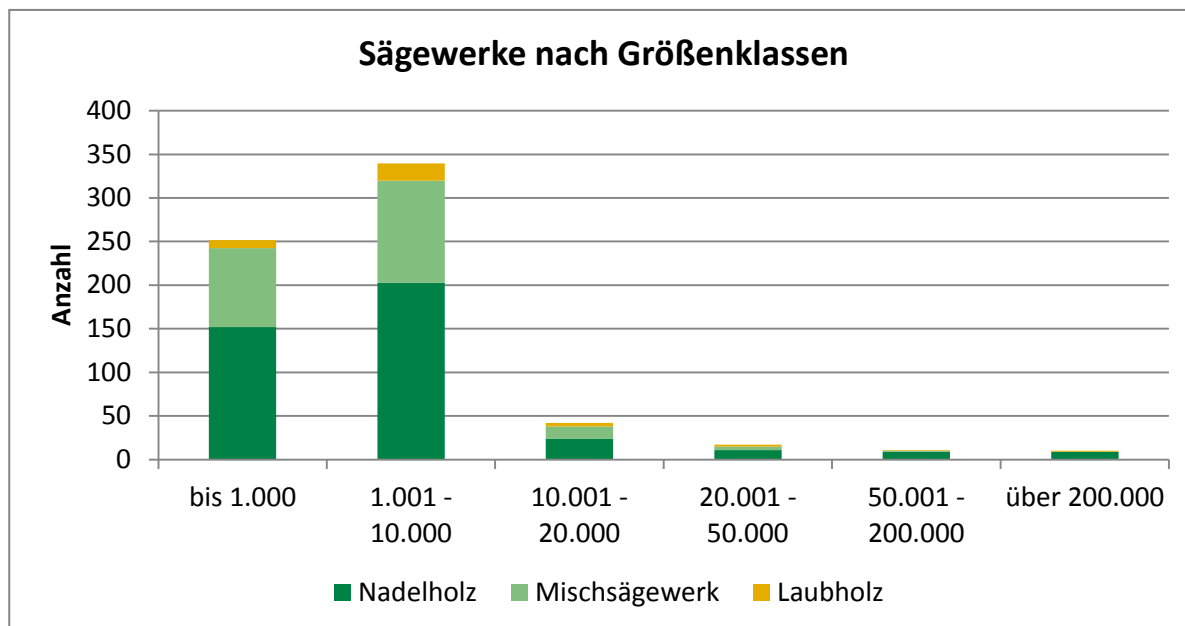
Art des Sägewerks	Anzahl	Rundholzeinschnitt
		EFm o. R.
Nadelholz Sägewerke	390	1.531.000
Mischsägewerke (Schwerpunkt Nadelholz)	201	681.000
Laubholzsägewerke	33	110.000
Mischsägewerke (Schwerpunkt Laubholz)	24	116.000
<b>Zusammenstellung</b>	<b>648</b>	<b>2.439.000</b>

#### Rundholzeinschnitt insgesamt

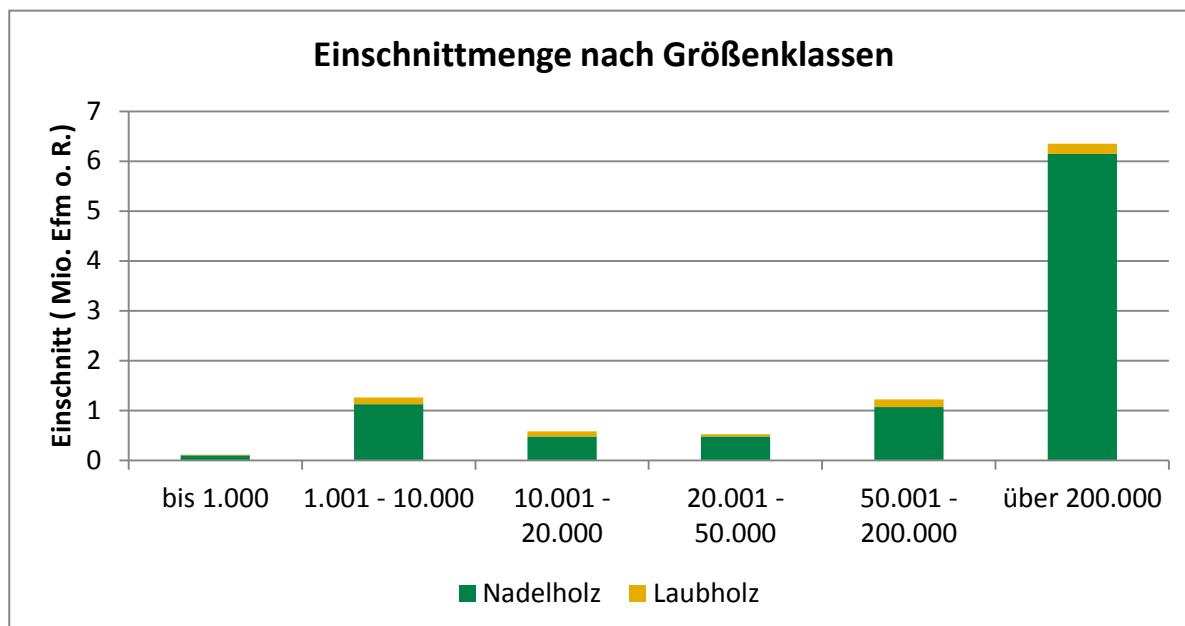
Die Verteilung aller Sägewerke auf Größenklassen nach ihrer Zahl ist in Abbildung 12, nach ihrem Rundholzeinschnitt in Abbildung 13 dargestellt. Daraus wird deutlich, wie sehr der Konzentrationsprozess bereits fortgeschritten ist. Auf die zehn größten Sägewerke mit einem Einschnitt von jeweils über 200.000 Festmeter entfallen 63 % des Einschnitts. Auch die große Bedeutung des Nadelholzes für die Sägewerke wird deutlich. Auf Nadelholz entfällt 93 % des Rundholzeinschnitts. Die meisten Laubholz-Sägewerke gibt es in der Größe von über 1.000 bis 10.000 Festmeter Jahreseinschnitt. Die bayerische Sägeindustrie hat 2014 insgesamt 10,1 Mio. Fm o. R. (11,15 Mio. Efm m. R.) eingeschnitten. Davon entfielen 25 % auf die kleinen und mittelgroßen Sägewerke und 75 % auf Großsägewerke. Die Gesamtkapazität im Einschnitt der bayerischen Sägeindustrie liegt bei 13,7 Mio. Efm o. R. für das Jahr 2014. Das bedeutet eine durchschnittliche Auslastung von 74 % über alle Sägewerksbetriebe.



Die durchschnittliche Ausbeute liegt bei Großsägewerken, die vorrangig mit Profilerspanertechnologie arbeiten, bei 58 %. Klein- und mittelgroße Sägewerke setzen häufig Sägegatter und Bandsägen ein, die höhere Ausbeuten ermöglichen. Für das Jahr 2014 wurde hier eine durchschnittliche Ausbeute der befragten Betriebe von 63 % errechnet. Über alle Sägewerke beträgt die mittlere Ausbeute 59 %. Insgesamt wurden von allen bayerischen Sägebetrieben 5,9 Mio. m<sup>3</sup> Schnittholz im Jahr 2014 produziert. Die Schnittholzmenge teilt sich auf in 4,45 Mio. m<sup>3</sup>, die die Großsägewerke produzierten, und 1,46 Mio. m<sup>3</sup>, welche die kleinen und mittelgroßen Sägewerke erzeugten.



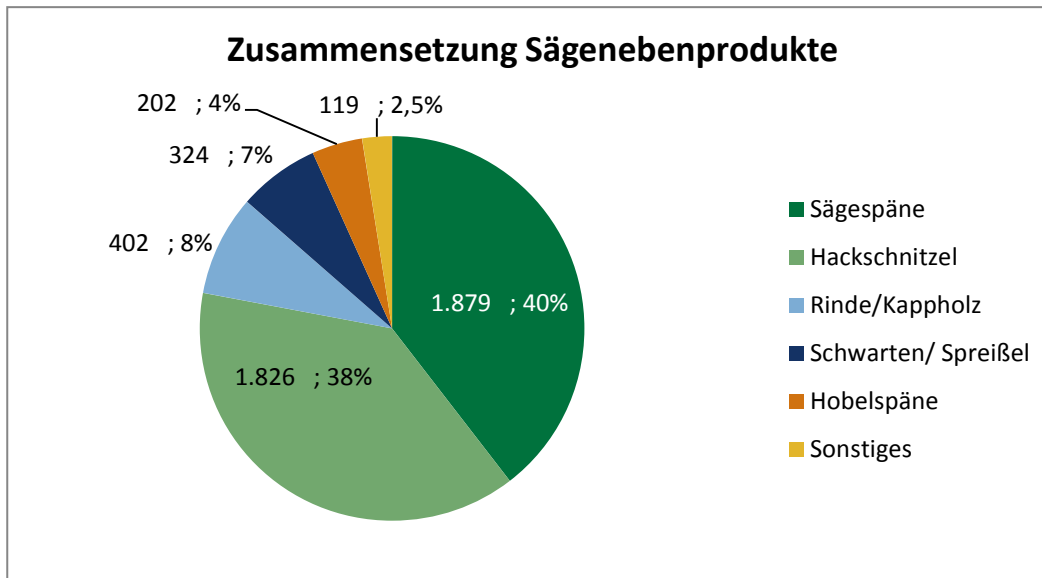
**Abbildung 12:** Anzahl von Sägewerken, die nur Nadelholz, nur Laubholz und beides einschneiden nach Größenklassen des Rundholzeinschnitts 2014.



**Abbildung 13:** Rundholzeinschnitt der Sägewerke getrennt nach Nadel- und Laubholz sowie nach Größenklassen.

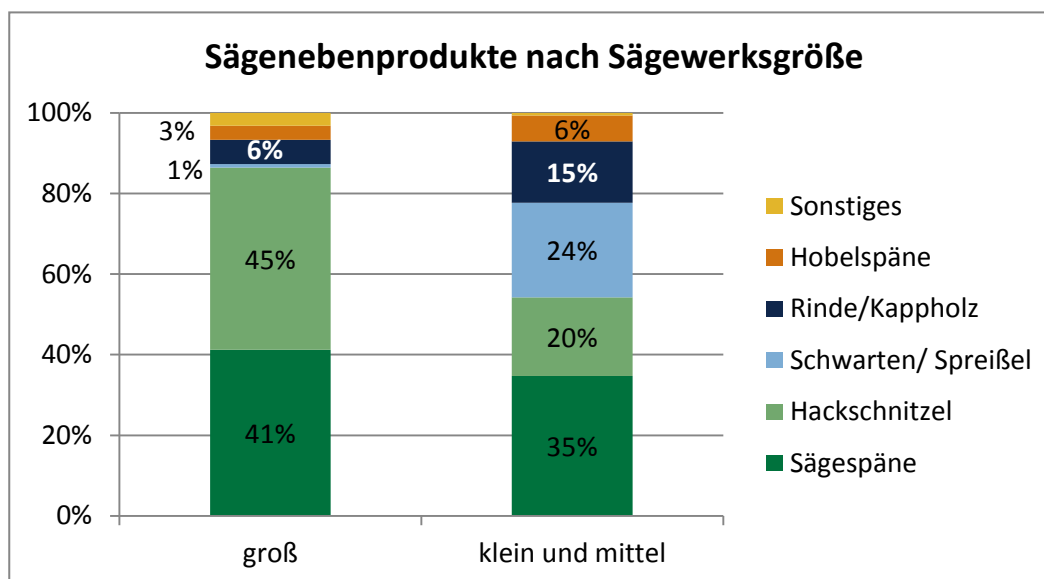
## 4.2.2 Aufkommen von Nebenprodukten in der Sägeindustrie

Verwertbare Angaben über das Aufkommen an Sägenebenprodukten, Rinde und Hobelspäne lagen für mehr als zwei Drittel der Großsägewerke, aber nur für 7 % der kleinen und mittelgroßen Sägewerke vor. Die Datenbasis dazu ist somit wesentlich schmäler als die Datenbasis zum Rundholzeinschnitt. Beim Einschnitt und bei der ersten Stufe der Weiterverarbeitung fielen 4,75 Mio. m<sup>3</sup> Sägenebenprodukte sowie Rinde und Hobelspäne an. Die Abbildung 14 zeigt die Aufteilung der anfallenden Mengen nach Sortimenten. Die Gesamtmenge teilte sich auf in 1,25 Mio. m<sup>3</sup> aus kleinen und mittelgroßen Betrieben und 3,51 Mio. m<sup>3</sup> aus den Großsägewerken.



**Abbildung 14:** Menge und Zusammensetzung der Sägenebenprodukte sowie Rinde und Hobelspäne in 1.000 m<sup>3</sup> (Rindenmenge wird vermutlich unterschätzt).

Bezogen auf die Menge des Rundholzeinschnitts entstehen 19 % Sägespäne. Erstaunlich ist die geringe Menge an Rinde und Kappholz. Leider wurde beides zusammengefasst, obwohl Kappholz zu den Sägenebenprodukten zählt. Im Verhältnis zum Einschnitt macht beides zusammen nur 4 % aus. Wird die Rinde mit Hilfe der Faktoren für die Umrechnung von Efm o. R. in Efm m. R. geschätzt, sollte ihre Menge allein im Verhältnis zum Einschnitt (Efm o. R.) mehr als 11 % ausmachen. Sicher mag ein Teil der Rinde bereits bei der Ernte im Wald oder beim Transport zum Sägewerk verloren gehen. Dieser Verlust dürfte aber bei weitem nicht so groß sein. Aus der Differenz zwischen dem Rundholzeinschnitt in den Sägewerken von 11,15 Mio. Efm m. R. und 10,1 Mio. Efm o. R. errechnet sich ein Rindenanfall von 1,05 Mio. m<sup>3</sup>. Angenommen 85 % dieser Menge gelangt in die Sägewerke, ergibt dies ein Rindenaufkommen von 0,9 Mio. m<sup>3</sup>. Diese Rindenmenge wird in der Bilanzierung verwendet. Die Summe aus Sägenebenprodukten, Rinde und Hobelspäne erhöht sich dann auf 5,25 Mio. m<sup>3</sup>

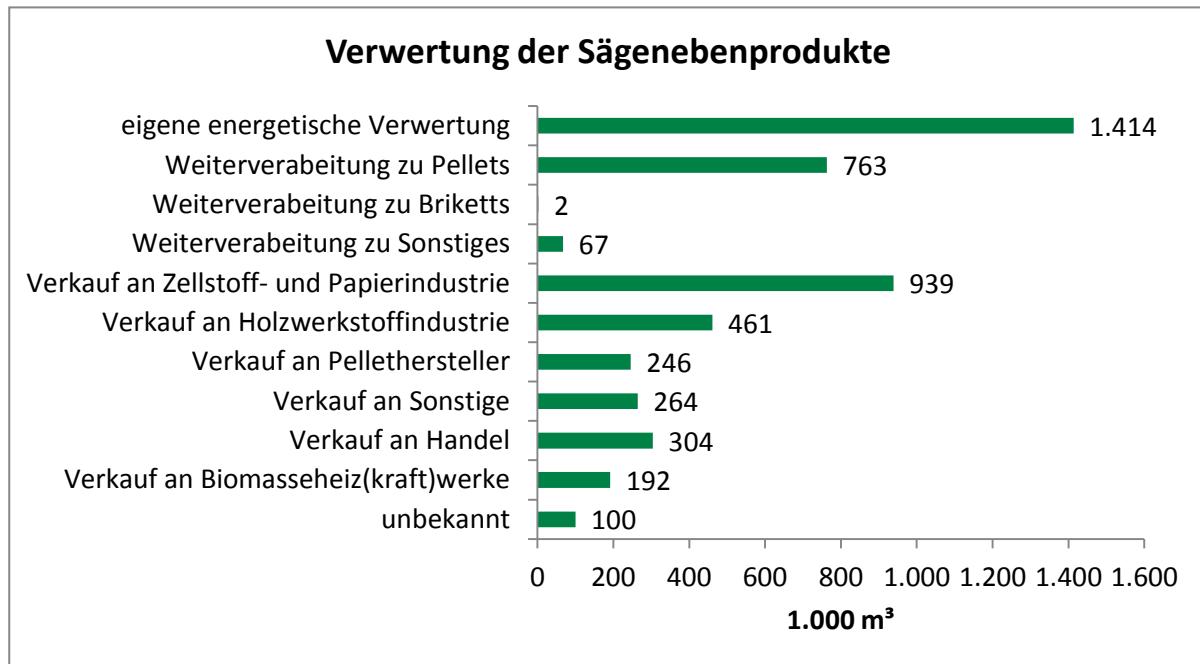


**Abbildung 15:** Vergleich der Zusammensetzung der Sägenebenprodukte sowie von Rinde und Hobelspänen zwischen Großsägewerken und kleinen und mittelgroßen Sägewerken.

Kleine- und mittelgroße Sägewerke produzieren prozentual weniger Hackschnitzel als Großsägewerke (Abbildung 15). Die Ursache liegt in der verwendeten Einschnitttechnik. Profilerspaneranlagen, die in den Großsägewerken eingesetzt werden, liefern einen deutlich größeren Anfall an Hackschnitzeln als Sägegatter und Bandsägen. Dafür produzieren die Großsägewerke kaum Schwarten und Spreißel. Werden nur die Sägenebenprodukte betrachtet, ist der Anteil der Sägespäne in beiden Sägewerksgrößenklassen ähnlich. Hobelspäne fallen ausschließlich in der Weiterverarbeitung an. Überraschend ist der große Anteil von Hobelspänen bei den kleinen und mittelgroßen Sägewerken. Einige dieser Sägewerke gaben so große Anteile an, dass zu vermuten ist, dass die Hobelspäne nicht allein aus der Weiterverarbeitung des selbst produzierten Schnittholzes stammen. Möglicherweise haben manche Sägewerke z.B. eine Schreinerei angeschlossen, in der auch hinzugekauftes Schnittholz verarbeitet wird.

#### 4.2.3 Verbrauch der Nebenprodukte

Die Verwendung der produzierten Sägenebenprodukte, Rinde und Hobelspäne zeigt Abbildung 16. Die Nutzung erfolgt sowohl über eigene integrierte Biomasseheiz(kraft)werke zur Trocknung von Schnittholz und zur Stromproduktion basierend auf ca. 30 % der produzierten Menge oder über die Weiterverarbeitung von Sägemehl zu Pellets mit 16 % der anfallenden Mengen. Der größte Kunde der Sägeindustrie ist die Papier- und Zellstoffindustrie, an die hochwertige Hackschnitzel aus der laufenden Produktion (hier 20 % der Mengen) verkauft werden. Daneben bezieht die Holzwerkstoffindustrie weitere 10 % der Menge. Der Verkauf von Sortimenten an reine Pelletproduzenten umfasst ca. 246.000 m<sup>3</sup> (5 %). Der Weiterverkauf an den Zwischenhandel oder an Biomasseheiz(kraft)werke betrug 6 bzw. 4 %. Unter „Verkauf an Sonstige“ fällt z.B. der Absatz von Rindenmulch an den Garten- und Landschaftsbau. Insgesamt wurden im Jahr 2014 ohne eine Betrachtung der Handelsmengen sowie der Mengen mit unbekanntem Verbleib 55 % der Masse energetisch verwertet.

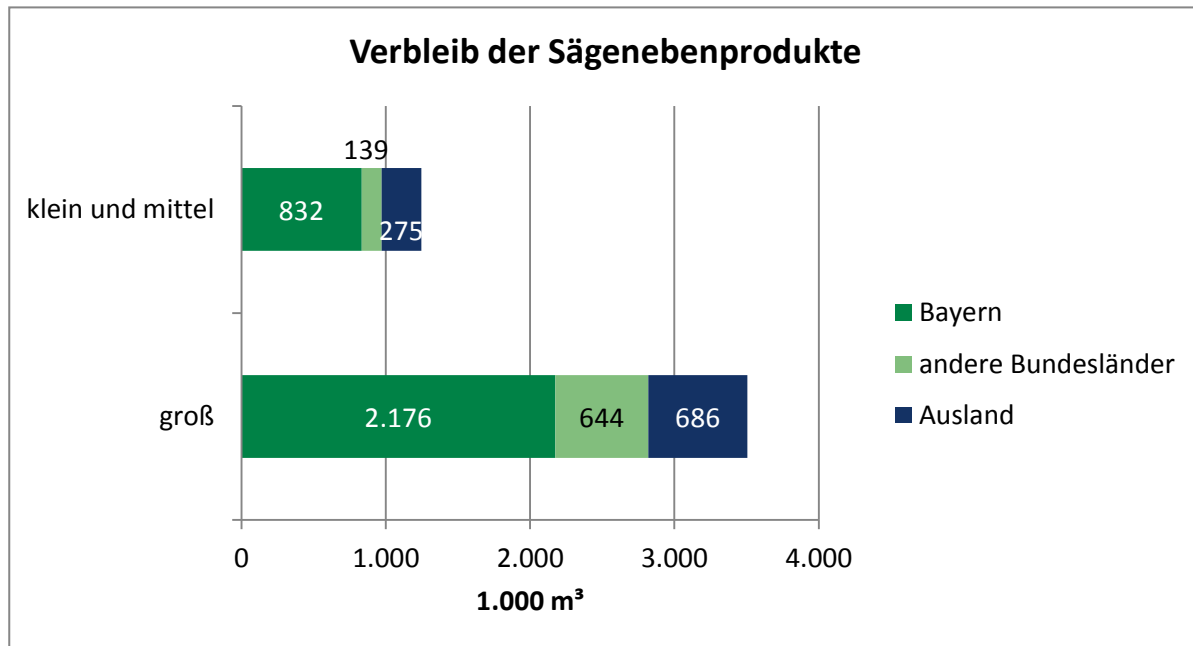


**Abbildung 16:** Verwertung der Sägenebenprodukte in Bayern 2014

Die Verwendung der Sägenebenprodukte, Rinde und Hobelspäne unterscheidet sich zwischen den großen und den kleinen bzw. mittelgroßen Sägewerken teils deutlich. Während die Großsägewerke ein Drittel der Menge selbst energetisch nutzen, sind es bei den kleinen und mittleren nur etwa ein Fünftel. Die kleinen und mittelgroßen Sägewerke produzieren aufgrund des vergleichsweise geringen Mengenanfalls im eigenen Sägewerk keine Pellets selbst. Eigene Anlagen zur Pelletierung fehlen aufgrund der hohen Investitionen, dafür werden deutlich mehr Mengen (häufig Sägemehl, Schwarten und Spreißel) an die Holzwerkstoffindustrie verkauft. Außerdem werden deutlich höhere Anteile der Produktion als in der Großindustrie an Biomasseheiz(kraft)werke und den Handel verkauft. Die Papier- und Zellstoffindustrie nimmt von den kleinen und mittelgroßen Betrieben vergleichsweise geringe Mengen ab, da die industriellen Mengen- und Qualitätsansprüche oft nicht eingehalten werden können.

#### 4.2.4 Verbleib von Nebenprodukten der Sägeindustrie

Ein Fünftel der Menge an Sägenebenprodukte, Rinde und Hobelspäne wird in das Ausland und 16 % in andere Bundesländer geliefert (**Abbildung 17**). Überraschend ist der große Anteil des Exports bei den kleinen und mittelgroßen Sägewerken. Einzelne dieser Sägewerke gaben an, dass sie die ganze oder fast die ganze Menge an Sägenebenprodukten exportieren. Es ist nicht auszuschließen, dass unter den Sägewerken, die Auskunft über den Verbleib ihrer Mengen gegeben haben, solche in Grenznähe zu Österreich überrepräsentiert waren. Sägenebenprodukte werden fast nur in volatilen Märkten über große Distanzen transportiert. Das betrifft meist nur höherwertige Sägenebenprodukte wie TMP-Hackschnitzel, die auch über weitere Distanzen (größer 300 km Radius) bei Rohstoffmangel von den Einkäufern der Papier- und Zellstoffindustrie beschafft werden müssen. Andere Nebenprodukte wie Sägemehl sind geringwertig. Für sie lohnt sich ein weiter Transport wegen der Frachtkostenbelastung oft nicht.



**Abbildung 17:** Verbleib der in Bayern erzeugten Menge an Sägenebenprodukte, Rinde und Hobelspäne der großen Sägewerke sowie der kleinen und mittelgroßen im Vergleich.

#### 4.2.5 Preisentwicklung bei Nebenprodukten

Die Preise für Sägenebenprodukte befanden sich Ende des Jahres 2013 auf dem Höchststand der letzten fünf Jahre. Sie gerieten aber zu Beginn des ersten Quartals 2014 deutlich unter Druck. Ursächlich dafür war eine Drosselung der Produktion in der Papier- und Zellstoffindustrie in Verbindung mit Werkschließungen. Daneben führte die witterungsbedingt geringe Nachfrage nach Energieholz zu einem hohen Angebot an Sägenebenprodukten. Gleichzeitig lief die Sägeindustrie aufgrund des steigenden Rundholzaufkommens in Verbindung mit guten Absatzmöglichkeiten für Schnittholz auf hohem Niveau. Das so entstandene hohe Angebot an Sägenebenprodukten nutzten die Abnehmer, um deutliche Preisrücknahmen in zukünftigen Verträgen zu fixieren. So wurden in Süddeutschland im Sommer des Jahres 2014 die Preise für Hackschnitzel um bis zu 25% des Ursprungspreises auf ca. 14,00 €/Srm abgesenkt (EUWID 2015a). Analog dazu reduzierte sich der Preis für Sägespäne in Süddeutschland im gleichen Zeitraum um 30 % und um minus 17 % bei TMP Hackschnitzeln. Erst zum Ende des Jahres 2014 erholten sich die Preise für Hackschnitzel und Sägespäne aufgrund der Produktionsrücknahmen der Sägeindustrie mit einer Verknappung des Angebots an SNP und die Preise stiegen um 5 – 10 % (EUWID 2015a).

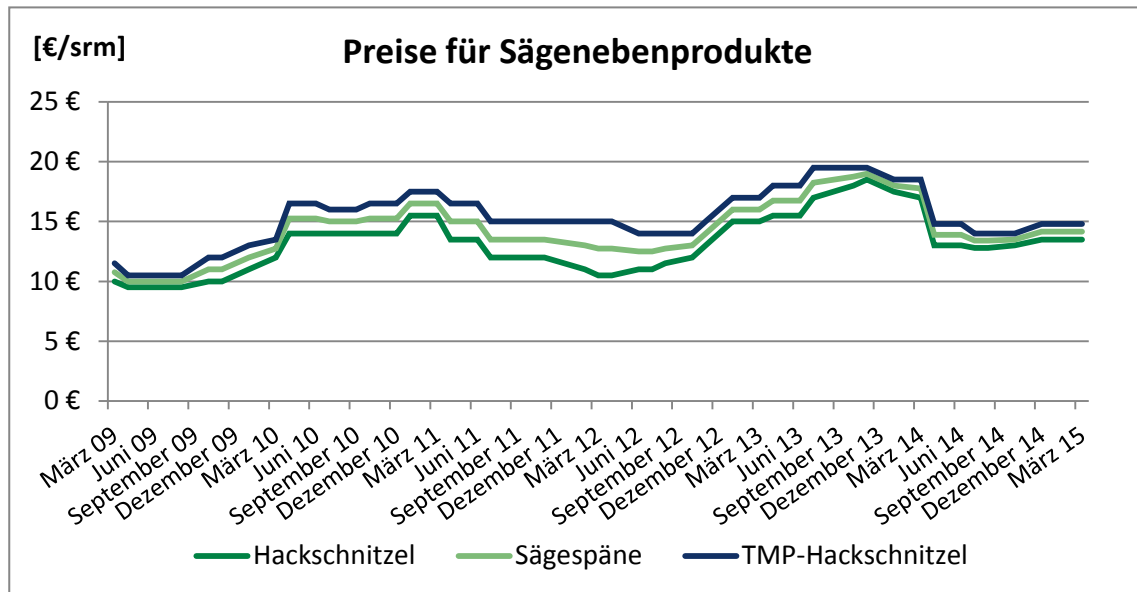


Abbildung 18: Preisentwicklung für Sägenebenprodukte von 2009 bis 2015 (Quelle: EUWID 2015a)

#### 4.2.6 Herausforderungen für die Sägeindustrie

Die Sägewerke wurden unter anderem danach gefragt, wo sie für den eigenen Betrieb bzw. für die Sägeindustrie Herausforderungen und Handlungsbedarf sehen. Mit Abstand am häufigsten nannten sie die Rundholzversorgung, insbesondere mit Nadelholz als Herausforderung. Auch die vereinzelt geäußerten Sorgen um Stilllegung von Waldflächen für den Naturschutz können als Sorgen um die Rundholzverfügbarkeit interpretiert werden. Häufig wurden auch zu hohe Rundholzpreise, vor allem im internationalen Vergleich bzw. die sich öffnende Schere zwischen Rund- und Schnittholzpreisen beklagt. Eine angebliche Bevorzugung von Großbetrieben bei der Versorgung mit Rundholz wurde ebenfalls mehrfach genannt sowie angeblich günstigere Strompreise für diese Betriebe. Häufig wurde auch die umfangreiche Bürokratie genannt, wobei sowohl Aufwand durch die Zertifizierung als auch durch Sortierungsvorgaben und Nachweispflichten beim Mindestlohn als Beispiele genannt wurden. Da die kleinen Sägewerke nicht wie Großbetrieb von Skaleneffekten profitieren, können sie im Wettbewerb nur bestehen, wenn sie Nischen finden bzw. bedienen können. Indem immer weniger Massivholz auch bei Schreinereien eingesetzt wird, sehen einzelne Sägewerke ihre Nischen schwinden. Durch eine größere Fertigungstiefe versuchen manche weitere Nischen zu erschließen. Auch die Bereitstellung von Brennholz und die eigene Energieerzeugung aus Resthölzern wurden hier als Chancen genannt.

Zwar haben die Teilnehmer an der Befragung dies nicht als eine Herausforderung genannt, von Experten werden die steigenden Versicherungskosten für Sägewerke jedoch als solche gesehen. Aufgrund der häufigeren Schadensfälle durch Brand in den vergangenen Jahren traten große Versicherer wie die Helvetia und die Versicherungskammer Bayern von Verträgen mit Sägeunternehmen zurück. Andere Versicherer haben die Prämien deutlich erhöht und Nachrüstungen von Brandschutzmaßnahmen gefordert. Der Verband der Holzwirtschaft und Kunststoffverarbeitung Bayern/Thüringen e.V. stoppte die Kündigungswelle 2014 und erzielte einen vorläufigen Kompromiss mit der Versicherungswirtschaft. Verträge mit kleinen und mittleren Unternehmen bis zu einer Versicherungssumme von fünf Millionen Euro werden nicht mehr gekündigt. Nachversicherungen sind nun zu hohen Versicherungssätzen und Selbstbehalten bis zu 25 % wieder möglich. Daneben werden hohe Investitionen in die Nachrüstung und den Unterhalt von Brandschutzmaßnahmen gefordert (z.B. Sprinkleranlagen). Das ist speziell für kleine und mittlere Sägewerke eine große finanzielle Belastung. Grundsätzlich ist

die Feuerversicherung eine freiwillige Versicherung, ohne die jedoch die Banken keine Kredite vergeben (IHB 2013) Dennoch gibt es Unternehmen, die im ersten Quartal 2016 ohne Versicherungsschutz produzierten. Laut Deutschem Sägewerksverband betrifft diese Situation ca. 14 % der Unternehmen der deutschen Sägeindustrie (DESH 2016B). Der deutsche Sägewerksverband entwickelte in einem ersten Schritt einen Leitfaden zum Brandschutz und sucht mit der Versicherungswirtschaft weiter nach Kompromisslösungen.

#### 4.2.7 Diskussion

Nach der Umsatzsteuerstatistik des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung gab es 2013 insgesamt 1.253 Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke, also um 83 % mehr als im Rahmen des Energieholzmarktberichts ermittelt wurde. Die Statistik des verarbeitenden Gewerbes weist für 2014 dagegen 98 Sägewerke aus, wobei diese Statistik nur Betriebe mit 10 und mehr Mitarbeitern erfasst (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG 2015A). Die große Zahl an Sägewerken laut Umsatzsteuerstatistik wurde von Experten der Holzwirtschaft seit Jahren bezweifelt. Dies war der Grund dafür, dass in der vorliegenden Studie versucht wurde, die Grundgesamtheit vollständig zu erfassen. Dabei konnten 685 noch bestehende Sägewerke ermittelt werden. Die Gründe für die große Zahl an Sägewerken nach der Umsatzsteuerstatistik sind nicht bekannt. Es mag sein, dass ehemalige Sägewerke den Schwerpunkt ihrer Tätigkeit inzwischen in der Weiterverarbeitung von Holz haben, dies jedoch nicht gemeldet haben. Oder die Betriebe wurden längst aufgegeben, das Gewerbe jedoch nicht abgemeldet.

Nach der vorliegenden Studie wurden 2010 in Bayern 10,1 Mio. Festmeter ohne Rinde Stammholz eingeschnitten. Das Aufkommen an Stammholz aus den Wäldern betrug laut Holzeinschlagsstatistik rund 8,8 Mio. Festmeter. Wird der Einfuhrüberschuss an Rundholz beim Außenhandel in Höhe von 0,58 Mio. Festmeter ganz dem Stammholz zugerechnet und unterstellt, dass die Zu- und Abflüsse in andere Bundesländer ausgeglichen sind, hätten 2014 der Sägeindustrie 9,3 Mio. Festmeter zum Einschnitt zur Verfügung gestanden. Auch bei der Betrachtung nur des Laubstammholzes überstieg der Einschnitt mit ca. 659.000 Festmeter das Aufkommen nach der Holzeinschlagsstatistik von 448.000 Festmeter. Mögliche Erklärungen für die Differenz zum Einschnitt der Sägewerke sind der von der Holzeinschlagsstatistik nicht erfasste Holzeinschlag, fehlende Informationen zum Binnenhandel, aber auch Informationslücken des Hochrechnungsverfahrens.

Laut Produktionsstatistik für das verarbeitende Gewerbe (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG 2015A) wurden im Jahr 2014 von den 98 Betrieben mit 10 und mehr Beschäftigten circa 5,23 Mio. m<sup>3</sup> Schnittholz<sup>15</sup> produziert. Die Schnittholzmenge der nach dem Einschnitt bewerteten 98 größten Sägewerke der vorliegenden Studie summiert sich exakt auf ebenfalls 5,23 Mio. m<sup>3</sup> Schnittholz. Im Vergleich der Jahre 2012 und 2014 stieg die Schnittholzproduktion laut Produktionsstatistik um ca. 0,16 Mio. m<sup>3</sup> an, was einem Mehreinschnitt an Stammholz von 0,27 Mio. Festmeter entspricht. Das Aufkommen an Stammholz aus Bayern ist laut der Holzeinschlagsstatistik im selben Zeitraum um 0,85 Mio. Festmeter gestiegen. Außerdem ist Bayern zwischen den beiden Jahren vom Nettoexporteur zum Nettoimporteur von Rundholz geworden. Das Außenhandelsaldo ist beim Rundholz um ca. 0,7 Mio. m<sup>3</sup> gesunken. Wenn die gesamte Menge dem Stammholz zugerechnet würde und wieder unterstellt wird, dass die Zu- und Abflüsse in andere Bundesländer ausgeglichen sind, hätten 2014 den Sägewerken 1,55 Mio. m<sup>3</sup> Stammholz mehr zum Einschnitt zur Verfügung stehen müssen. Somit passen die von der Aufkommen- und der Verbrauchsseite beschriebenen Ent-

---

<sup>15</sup> Ohne Leisten und Parkett

wicklungen beim Stammholz zwar nach dem Trend zusammen, aber nicht nach dem Ausmaß der Veränderungen.

Die vor allem von den großen Sägewerken angegebenen Mengen an Rinde und Kappholz erscheinen mit zusammen 0,4 Mio. m<sup>3</sup> sehr gering. Wird die Rindenmenge mit den forstlichen Umrechnungsfaktoren gewichtet nach Holzarten kalkuliert, ergibt sich ein Volumen von 1,1 Mio. m<sup>3</sup>. Werden Rindenverluste von 20 % bis zum Eintreffen im Sägewerk unterstellt, sollte der Rindenanfall bei den Sägewerken etwa 0,9 Mio. m<sup>3</sup> betragen haben.

#### 4.2.8 Fazit und Trends

Zu Beginn des Jahres 2014 lief die Bereitstellung von Rundholz aus allen Waldbesitzarten sehr gut und der Preis für Schnittholz zog an. Das führte zu einer höheren Schnittholzproduktion im Jahr 2014. Abbildung 19 zeigt, dass im Vergleich zu den Preisen 2005 die Rundholzpreise bis 2014 deutlich stärker gestiegen sind als die Schnittholzpreise. Aufgrund der Sturmholzanfälle durch das Orkantief „Nicklas“ am 31.03.2015 veränderte sich die zu diesem Zeitpunkt bestehende Marktsituation für die Forst- und Holzwirtschaft. Die Stammholzpreise sanken in Bayern noch stärker als es der Durchschnitt für Deutschland in Abbildung 19 signalisiert.

Im Verlauf des Jahres 2014 kam es zu keinem weiteren Kapazitätsabbau in der bayerischen Sägewerkindustrie. 2013 war das Großsägewerk Striegel in Schwaben nach einem Brand aus dem Markt geschieden. Im Umfeld Bayerns gab es 2014 einige Veränderungen. Das Sägewerk der StoraEnso Oyi in Sollenau/Österreich mit einer Einschnittkapazität von 800.000 Fm o. R. mit mittelbarem Einfluss auf bayerische Märkte wurde geschlossen. In Baden-Württemberg meldete die Schilling Gruppe im September Insolvenz an. Der Betrieb wurde restrukturiert und sowohl der Holzhandel als auch das Sägewerk werden weiter betrieben. Auch die Übernahme der Klenk Holz AG/Oberrot durch die amerikanische Investmentgesellschaft „The Carlyle Group L.P.“ führte 2014 zu keinen weiteren Konsolidierungsschritten. (EUWID 2014). 2015 wurde das mittelgroße Sägewerk Ströhla in Oberfranken durch einen Brand vernichtet. Der Konsolidierungsprozess scheint sich in Bayern fortzusetzen. Die verbleibenden Sägewerke verfügen über große noch nicht ausgelastete Kapazitäten, sodass sie den Einschnitt aus dem Markt scheidender Betriebe kompensieren können. Damit erhöhen sich die Transportwege für das Rundholz und Arbeitsplätze gehen verloren, aber der Einschnitt wird nicht beschränkt. Die Entwicklung des Aufkommens von energetisch verwertbaren Sägenebenprodukten, Rinde und Hobelspäne wird deshalb mehr von der Absatzlage der Sägewerke und ihrer Rohstoffversorgung abhängen.



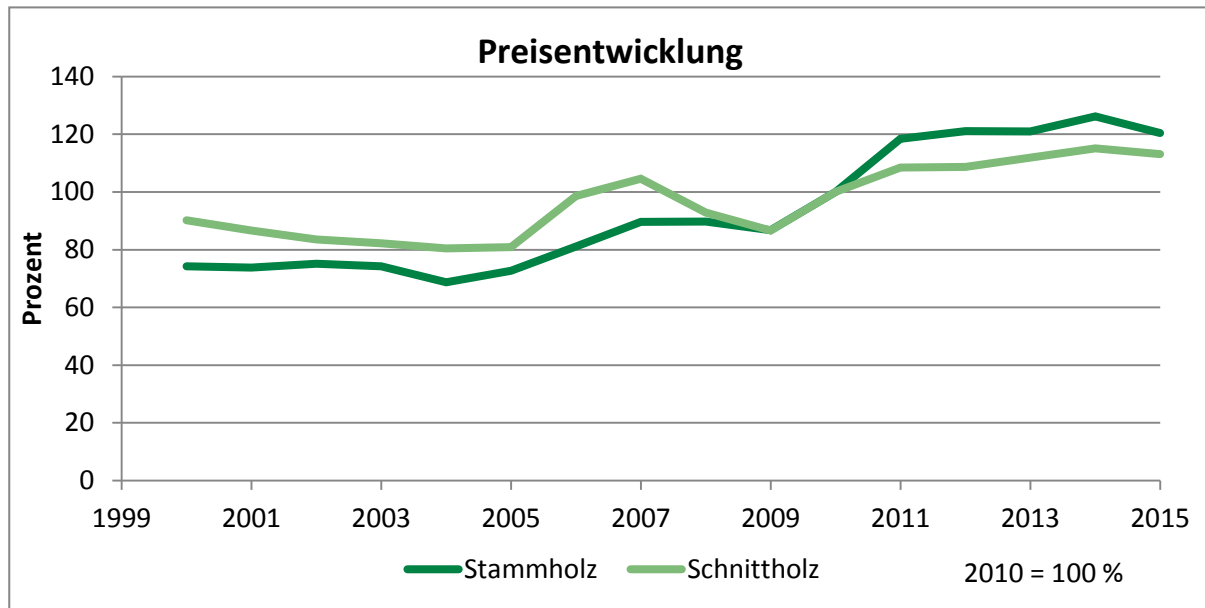


Abbildung 19: Preisindex für Fichtenstammholz und -schnittholz in Deutschland (Quelle: Statistisches Bundesamt).

Die Absatzlage wird im Wesentlichen von der Entwicklung in der Bauwirtschaft bestimmt. In den vergangenen Jahren hat sich der Aufschwung beim Bauen mit Holz als Zugpferd für die Holzwirtschaft erwiesen (KNAUF ET AL. 2016). Auch für die Zukunft sind die Aussichten günstig. 2014 wurden 4,7 Prozent mehr Baugenehmigungen für Wohngebäude und 8,8 % mehr Genehmigungen für darin enthaltene Wohnungen erteilt (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG 2015B). Dies erhöht den Schnittholzbedarf weiter. Positive Zeichen zu einem vermehrten Einsatz von Holzprodukten im Bauwesen wurden durch die Politik gesetzt und neue innovative Produkte durch die Holzindustrie entwickelt. Durch die Politik wurde 2016 ein erhöhter Bedarf an Wohnraum speziell im sozialen Wohnungsbau und bei mehrgeschossigen Bauten prognostiziert (DESH 2016A).

Die Versorgung mit Nadelrundholz wird von vielen Sägewerken als eigentlicher Engpass gesehen. Sowohl die Holzvorräte als auch die forstlichen Nutzungen sind historisch betrachtet auf einem Spitzenniveau (BORCHERT ET AL. 2016). Langfristig ist allerdings mit einem sinkenden Aufkommen an Nadelholz zu rechnen. Wie dies kompensiert werden kann, wurde bereits in Kap. 4.1.6 beschrieben. Manche Sägewerke begegnen der knappen Versorgungslage mit zunehmenden Rundholzimporten. Die Importe aus der Tschechischen Republik sind zwischen 2010 und 2014 um 60 % auf etwa 1,6 Mio. Festmeter gestiegen. Auch mit Österreich besteht ein intensiver Rundholzaustausch, wobei die Lieferungen aus Bayern bei weitem überwiegen. Die Exporte waren einige Jahre rückläufig gewesen, sind 2015 dann wieder sprunghaft um 39 % angestiegen auf ca. 1,7 Mio. Festmeter (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG 2016). Dies dürfte auf die in Südbayern konzentrierten Sturmholzanfälle zurückzuführen sein.

Beim Laubholz ist die Situation gänzlich anders. Hier könnte das Angebot an Stammholz von der Forstwirtschaft erheblich gesteigert werden. Die Nutzungspotenziale beim Laubholz wachsen deutlich. Selbst wenn die niedrigen Stammholzanteile, wie sie Praxis bei der Sortierung während der vergangenen Jahre waren, zugrunde gelegt werden, besteht ein Stammholzpotenzial, das den Einschnitt 2014 um 37 % übersteigt. Obwohl dieses große Potenzial an Rundholz vorhanden ist, fand von 2012 bis 2014 kein Aufbau von weiteren Kapazitäten zur Verarbeitung von Laubholz statt. Der Rundholzpreis für Buchen- und Eichensägeholz tendierte in den letzten drei Jahren von 2011 bis 2014 annähernd fest. Größere Werkstilllegungen blieben von 2012 bis 2014 aus. Die Firma Pollmeier Massivholz GmbH & Co. KG als größtes bayerisches Laubholzsägewerk hat im ersten Quartal 2014 im Werk Aschaffenburg die Produktion von Buchenbrettware und Buchenkanthölzern für die Paletten – und

Stahlindustrie aufgegeben und produziert nun Buche für den Baubereich, Schnittholz und Massivholzplatten (POLLMEIER 2016). Im thüringischen Kreuzburg hat Pollmeier die Produktion von Buchen-Furnierschichtholz für diverse Verwendungen im Baubereich aufgenommen. Auch von Forstseite wird mit diesem Produkt die Hoffnung verbunden, die Buche als Massenware im Bauwesen einzuführen. Bislang hatte die Verwendung von Buche als Brettschichtträger im konstruktiven Holzbau noch keine breite Marktakzeptanz gefunden. Es bleibt abzuwarten, wie sich der Absatz des neuen Produkts entwickelt und in wie weit es zu einer breiten Verwendung von Buchenholz im konstruktiven Holzbau beitragen kann. Beim Laubholz liegt der Engpass bisher also nicht bei der Rundholzversorgung, sondern bei den Absatzmöglichkeiten.

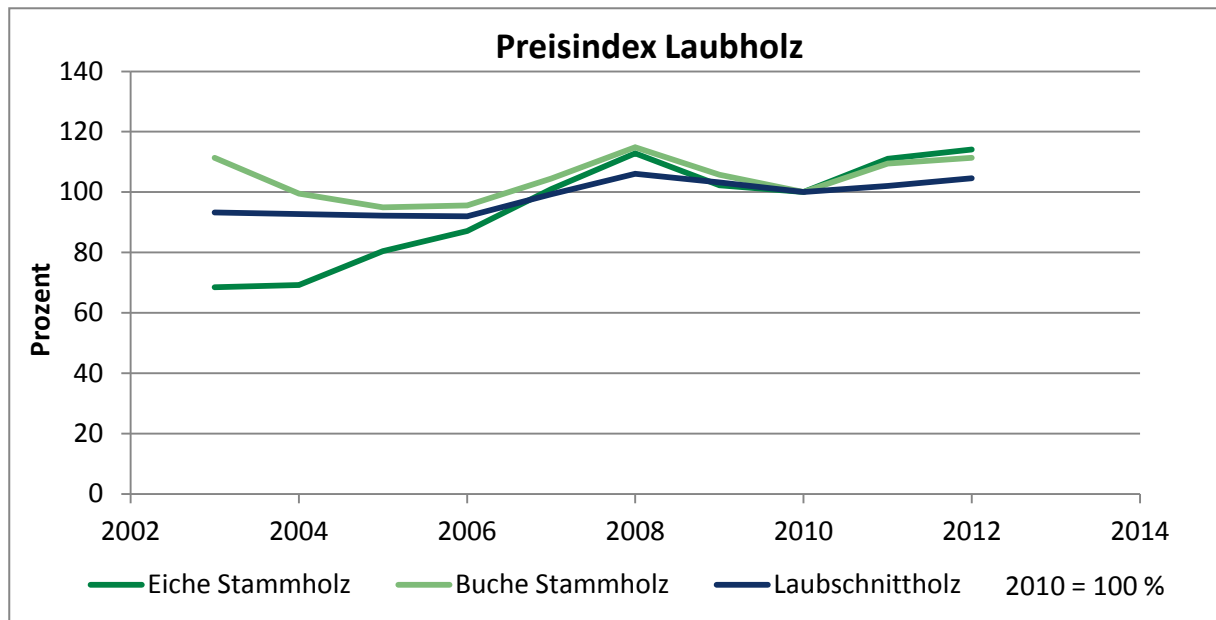


Abbildung 20: Laubholzpreisindex von 2003 bis 2014 (Quelle: BUNDESAMT FÜR STATISTIK, 2016A)

## 4.3 Pellethersteller und Pelletproduktion

In den Jahren seit 2012 haben sich im deutschen Pelletmarkt einige Veränderungen ergeben, die insbesondere Insolvenzen und Übernahmen von Produktionsstandorten betreffen. Kapazität, Produktion und Verbrauch sind deutschlandweit jedoch weitestgehend konstant geblieben. Der Verbrauch nähert sich tendenziell der Produktion an, allerdings ist Deutschland weiterhin Netto-Exporteur. Im Jahr 2014 wurden laut Deutschem Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV 2015) deutschlandweit ca. 2.100.000 t Holzpellets produziert und ca. 1.800.000 t verbraucht.

### 4.3.1 Produktion

Im Jahr 2014 wurden laut der Erhebungen für diesen Bericht in Bayern ca. 632.000 t Holzpellets hergestellt. Dieses Ergebnis weicht von den Erhebungen des DEPV (577.000 t) ab. Die Abweichung kann auf Unterschiede im Erfassungsgrad und der Erhebungsmethodik zurückgeführt werden. Die hier ermittelte Menge ist auch größer als die aus der Befragung bei den Sägewerken errechnete Menge. Werden die in Abbildung 16 dargestellten Mengen der zu Pellets weiterverarbeiteten Sägenebenprodukte und die an Pellethersteller verkauften Sägenebenprodukte zusammengefasst, ergibt sich eine Menge von rund 470.000 t Pellets. Allerdings ist die Befragung bei den Sägewerken keine Vollerhebung. Auch ist es möglich, dass von den an den Handel verkauften Mengen Teile für die Pelletherstellung verwendet wurden. Außerdem können über den Handel mit anderen Ländern zusätzliche Sägenebenprodukte für die Pelletherstellung nach Bayern gelangt sein. Die hier ermittelte Produktionsmenge von 632.000 t Holzpellets ist am verlässlichsten. Bei einer Produktionskapazität in Bayern von ca. 834.000 t konnte somit eine Auslastung von 76 % erreicht werden. Das liegt deutlich unter der technisch realisierbaren Maschinenauslastung. Die produzierte Menge bleibt leicht hinter der im Energieholzmarktbericht 2012 ermittelten Menge zurück (GAGGERMEIER ET AL. 2014). Der Großteil der Pelletproduktion wird wie auch in den Vorjahren von großen Sägewerken erbracht, die im Betrieb anfallende Sägenebenprodukte (v.a. Sägespäne) zu Holzpellets weiterverarbeiten. In den Jahren vor 2012 kam es zu einigen Betriebsschließungen und Werksverkäufen. Zwischen 2011 und 2012 wurden keine solchen Vorkommnisse bekannt (GAGGERMEIER ET AL. 2014). Im Zeitraum von 2013 bis 2014 ist die Situation ähnlich, jedoch wurde die Schließung eines kleineren Werks gemeldet.

Im Jahr 2014 investierten die Sägewerke Binderholz Deutschland in zwei Anlagen und die Schwaiger GmbH & Co. KG in drei neue Anlagen zur Pelletproduktion jeweils an bestehenden Standorten. Das erhöhte die Produktionskapazität in Bayern um ca. 120.000 t pro Jahr. Diese Erweiterungen sind in der oben genannten Produktionskapazität noch nicht enthalten, weil der Zubau zwar im Jahr 2014 stattfand, die Kapazitäten allerdings erst zum Jahresende hin zur Verfügung standen.

Der bisher in Süddeutschland tätige Konzern BayWa AG aus München erweiterte über Kooperationen seinen Vertrieb von A1 Pellets auf das gesamte Bundesgebiet (EUWID 2014). Firmenübernahmen mit dem Ziel einer tieferen Marktdurchdringung erfolgten 2014 durch die German Pellets GmbH in Deutschland und Österreich. Hier wurde das Handelsgeschäft der Micheal Wäsler GmbH in München übernommen und der österreichische Pellethändler Heizwert GmbH zugekauft. Auch Entwicklungen, die über das Jahr 2014 hinausgehen, sollen an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben: Im Februar 2016 meldete German-Pellets Insolvenz an. Deren deutsche Produktionsstandorte sind überwiegend in der ersten Jahreshälfte 2016 von verschiedenen Investoren übernommen worden (FAZ 2016). Die Pelletwerke der Glechner-Gruppe in Pfarrkirchen (Bayern) sowie die beiden österreichischen Standorte Mattighofen und in Oberweis/Gmunden, die 2012 von German Pellets gekauft worden waren, gingen im März 2016 an Glechner zurück (EUWID 2016). Die Werke bleiben also operativ.

Von den bayerischen Produzenten werden beinahe ausschließlich Sägenebenprodukte (98 %) zur Pelletproduktion verwendet, wobei der Großteil der Sägeindustrie (91 %) entstammt. Der Rest wird aus Schreinereien, Betrieben der Holzwerkstoffindustrie, dem Handel und teilweise auch aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) und Landschaftspflegemaßnahmen geliefert. Die letzteren beiden Quellen dienen vor allem der Herstellung von sogenannten NAWARO Pellets zur Stromerzeugung in EEG-Anlagen. Anhand der erhobenen Daten ist davon auszugehen, dass der überwiegende Teil der in Bayern produzierten Pellets ENplus zertifiziert ist. Beinahe alle Hersteller, die dazu Angaben machten, gaben an, 100% der produzierten Ware nach ENplus zu zertifizieren. Einige zertifizieren ihre Pellets sowohl nach ENplus als auch nach DINplus, es gab jedoch keiner der befragten Betriebe an, ausschließlich DINplus als Zertifizierungssystem zu verwenden. Sofern keine Zertifizierung vorlag, wurde angegeben, dass die internen Kontrollen sogar strenger seien als die von ENplus. Daher ist davon auszugehen, dass die Qualität der produzierten Pellets im Allgemeinen auf einem sehr hohen Niveau liegt.

Für den Vertrieb der Holzpellets lassen sich verschiedene Absatzwege identifizieren. Laut der Befragung wurden durchschnittlich 88 % der Holzpellets an Großhändler geliefert. Die restlichen 12 % der Produktion wurden direkt an Einzelhändler oder Endkunden abgegeben und zu einem kleinen Teil der eigenen energetischen Verwertung zugeführt.

Mit ca. 12 % wird nur ein kleiner Teil der bayerischen Produktion von Holzpellets ins Ausland exportiert, 88 % werden an Kunden in Deutschland geliefert.

### 4.3.2 Verwendung

Der Gesamtverbrauch von Holzpellets in Bayern konnte auf 583.000 t berechnet werden. Insgesamt dürfen in Bayern ca. 124.000 Pelletfeuerungen in Betrieb sein. Der Verbrauch lässt sich in seiner Größenordnung anhand von Veröffentlichungen des Deutschen Pelletverbandes (DEPV) verifizieren, laut dessen Angaben 2014 deutschlandweit ca. 1.800.000 t Pellets verbraucht wurden. Gemäß der Verteilung der geförderten Pelletanlagen im MAP auf alle Bundesländer stehen in Bayern ca. 36 % aller bisher geförderten Pelletfeuerstätten. Geht man davon aus, dass sich der vom Pelletverband erhobene Verbrauch ähnlich der Verteilung der Anlagenzahl verhält, lässt diese Datenbasis einen Pelletverbrauch in Bayern von ca. 650.000 t vermuten, was in einer ähnlichen Größenordnung liegt wie der für den vorliegenden Bericht berechnete Verbrauch. Dieser wurde anhand von Daten der bayerischen Kaminkehrer und Erhebungen im Zuge der Berichtserstellung abgeschätzt und kann daher als genauer angesehen werden.

Der Pelletverbrauch der kleinen Anlagen in Bayern bis 50 kW beläuft sich auf 429.000 t. Im Wesentlichen bezieht sich diese Menge auf Verbraucher in Ein- und Zweifamilienhäusern mit Zentralheizung und Einzelöfen sowie auf Verbraucher in Mehrfamilienhäusern. Es handelt sich dabei um die größte Verbraucher-Gruppe unter den Pelletverbrauchern. Demnach wurde in Bayern in dieser Kategorie eine Leistung von rund 1.240 MW<sub>th</sub> installiert.

Mittlere Anlagen mit einer Größe von 50 bis 150 kW verbrauchen bayernweit ca. 66.700 t Pellets pro Jahr. Die Angabe basiert auf Daten der bayerischen Kaminkehrer und einer Abschätzung der Anlagenanzahl anhand eines Verteilungsschlüssels des DBFZ. Laut dieser Abschätzung gibt es in diesem Leistungsbereich rund 1.800 Anlagen in Bayern. Zum Vergleich wurde aus den Zahlen der geförderten Anlagen im Marktanreizprogramm bis 100 kW (BIOMASSEATLAS 2015) unter Berücksichtigung einiger Korrekturfaktoren (JOA 2014) ebenfalls eine Kalkulation zur Anlagenzahl vorgenommen, die ein sehr ähnliches Ergebnis liefert. Zudem zeigt die Auswertung, dass etwa 74% der Anlagen vom BAFA

im Rahmen des Marktanzreizprogrammes gefördert werden. Anlagen in diesem Leistungsbereich werden zur Versorgung von Wohnanlagen, Gebäudekomplexen und Gewerbebauten eingesetzt.

Der Pelletverbrauch großer Anlagen über 150 kW kann mit 87.400 t (umgerechnet von t atro auf t bei WG=10 %) beziffert werden (vergleiche dazu Kapitel 4.7.5). Das ist mehr als doppelt so viel wie im Jahr 2012 (GAGGERMEIER ET AL. 2014). Eine ähnliche Entwicklung war bereits im Energieholzmarktbericht 2010 zu beobachten (FRIEDRICH ET AL. 2012). Obwohl der Anteil der Großanlagen am Gesamtverbrauch noch immer deutlich hinter den Kleinanlagen zurückbleibt, nimmt die Bedeutung von Holzpellets in der gewerblichen Wärme- und Stromerzeugung zu.

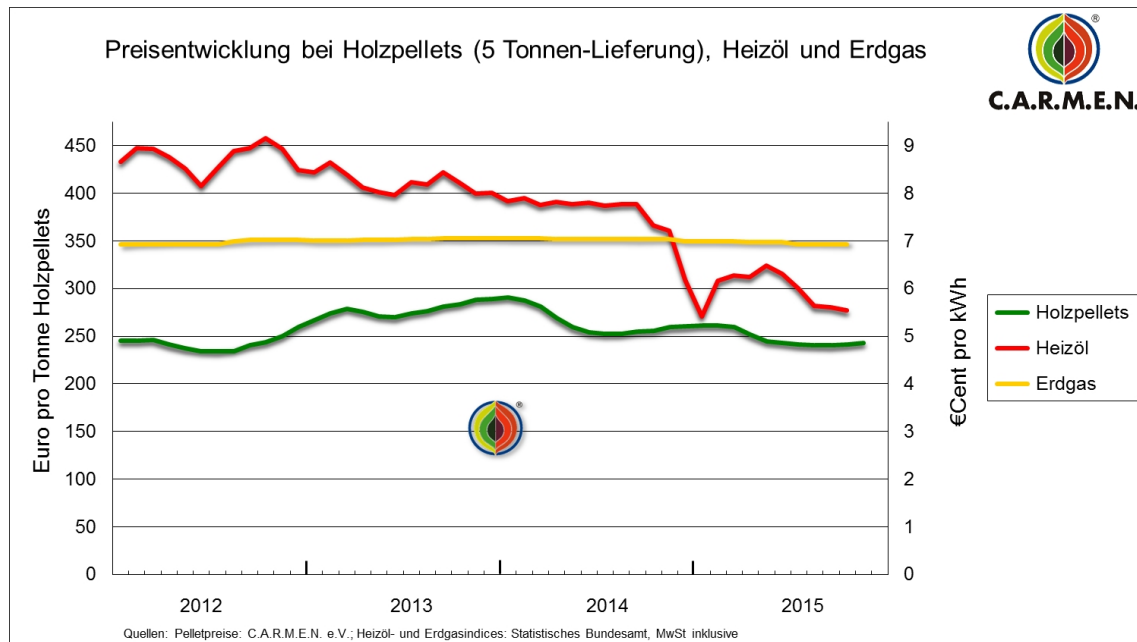
**Tabelle 6:** Produktion, Verbrauch und Export von Pellets in Bayern 2014

		Menge in t (bei WG=10 %)
Gesamtproduktion		632.000
Export Ausland		73.000
Export andere Bundesländer		88.000
Verbrauch in Bayern	Kleine private Anlagen (bis 50 kW)	429.000
	Mittlere private und gewerbliche Anlagen (51 – 150 kW)	67.000
	Heizkraftwerke und Heizwerke (über 150 kW)	87.000
	<b>Gesamtverbrauch*</b>	<b>583.000</b>

\* Saldo aus Gesamtproduktion (abzüglich Export) und Gesamtverbrauch wird durch Importe aus dem Ausland und anderen Bundesländern gedeckt

### 4.3.3 Pelletpreise

Im Durchschnitt kosteten Holzpellets bei einer Liefermenge von 5 t im Jahr 2014 in Bayern 264,51 Euro je t. Dies entspricht in etwa dem deutschlandweiten Schnitt von 264,45 Euro je t. Im Vergleich zu 2013 liegt der Preis um 5% niedriger (2013: 278,57 Euro in Bayern, 277 Euro in Deutschland). Umgerechnet auf den Energiegehalt kostete eine MWh aus Holzpellets im Jahr 2014 ca. 54 Euro. Pellets waren somit im Jahresschnitt um ca. 30 % günstiger als Heizöl und um ca. 23 % günstiger als Erdgas (C.A.R.M.E.N. E.V. 2014, STATISTISCHES BUNDESAMT 2014). Die Preisentwicklung von Holzpellets ist im Wesentlichen von den Rohstoffpreisen (Sägespäne) und der Nachfrage bei den Verbrauchern abhängig und somit auch von der Witterung. Aufgrund hoher Rohstoffpreise für Sägespäne in den Jahren 2012 und 2013 stiegen in den Wintermonaten die Pelletpreise stark an. Dem gegenüber handelte es sich jedoch um sehr milde Winter, sodass die Nachfrage weit hinter den produzierten und eingelagerten Beständen zurück blieb. Es war nicht möglich, die Ware zu den hohen Preisen am Markt zu platzieren. Im Frühjahr 2014 waren die Lager der Pelletproduzenten derart überlastet, dass man sich mehrheitlich zu einer deutlichen Preissenkung entschloss. Seither unterliegen die Pelletpreise typischen saisonalen Schwankungen. Da sich die Lage auf dem Rohstoffmarkt mittlerweile zudem entspannt hat, bleibt das Preisniveau deutlich unter jenem, das im Jahr 2013 zu beobachten war.



**Abbildung 21:** Preisentwicklung für Holzpellets, Heizöl und Erdgas (Bruttopreise; Datenquellen: Holzpellets: C.A.R.M.E.N. e.V.; Heizöl und Erdgas: Statistisches Bundesamt)

#### 4.3.4 Fazit und Trends

Die erhobene Produktionsmenge in Bayern 2014 bleibt leicht hinter der in 2012 erhobenen Menge zurück (GAGGERMEIER ET AL. 2014). Das entspricht auch der allgemeinen Situation in Deutschland (DEPV 2015). Deutschland ist europaweit noch immer der größte Pelletproduzent (AEBIOM 2015). Der leichte Rückgang ist auf die stagnierende Nachfrage zurückzuführen, was vor allem auf die zwei aufeinanderfolgenden milden Winter seit 2012 zurückgeht. Grundsätzlich sind die Kapazitäten der bestehenden Produktionsstätten deutlich höher als die produzierte Menge, die Rohstoffverfügbarkeit hängt im Wesentlichen von der für die Industrie bereitgestellten Rohholzmenge ab. Im Vergleich zu 2012 hat sich die Rohstoffsituation deutlich entspannt (EUWID 2015). Das heißt Angebot und Nachfrage stehen in einem gesunden Verhältnis zueinander. Da es sich beim Großteil der noch nicht genutzten Potenziale um Laubholz handelt, Holzpellets aber beinahe ausschließlich aus Nadelholz hergestellt werden, stellt sich die Frage, wie der Markt bei einem steigenden Pelletbedarf und einer gleich bleibenden Menge an Sägespänen aus Nadelholz reagieren könnte. Es ist durchaus möglich, Pellets aus Hartholzsägespänen oder Mischsortimenten herzustellen, was jedoch einen höheren technischen Aufwand mit sich bringt. Ob eine dahingehende Entwicklung stattfinden wird, bleibt abzuwarten. Seit dem Winter 2014 stellt sich dem Biomassesektor eine weitere Herausforderung. Der Ölpreis fiel auf ein historisch niedriges Niveau. Im Jahr 2015 war der Zubau an Anlagen im gesamten Biomassesektor daher eher verhalten. Von einem Preisvorteil gegenüber Heizöl kann bei Vollkostenrechnung vorerst nicht die Rede sein. Auf der anderen Seite wurde die staatliche Förderung für Holzfeuerungen unter 100 kW im April 2015 deutlich erhöht (BMW 2015)<sub>1</sub> und eine weitere Zusatzförderung, das „Anreizprogramm Energieeffizienz“ kurz APEE, wurde im Januar 2016 ins Leben gerufen (BMW 2015). Da in diesem Bereich die meisten Feuerungen zugebaut werden, könnte dies den Pelletmarkt tendenziell beleben.

Weiterhin ist weltweit eine zunehmende Internationalisierung des Pelletmarktes zu beobachten. Allerdings ist der Pelletmarkt in Deutschland bislang noch immer sehr regional geprägt. Import und Export spielen sich weitestgehend innerhalb der EU ab (AEBIOM 2015). Das gleiche Bild zeigt auch die Erhebung für in Bayern produzierte Pellets. Die Produktionskapazitäten in Nordamerika, Osteuropa

und Asien werden aber weiterhin ausgebaut (EUWID 2015)<sub>2</sub>. Im Moment handelt es sich beim überwiegenden Teil der Pellets aus diesen Quellen um Industriepellets, die zur Stromerzeugung verwendet werden. Bei weitem der größte Abnehmer dafür in Europa ist Großbritannien. Weitere Länder, die Pellets zu großen Teilen für Kraft-Wärme-Kopplung oder Stromproduktion nutzen wie Dänemark, Belgien und die Niederlande gehören ebenfalls zu den Zielmärkten für diese Pelletqualität. In Deutschland werden vorwiegend nach ENplus oder DINplus zertifizierte Pellets mit A1 oder A2 Qualität zur Wärmeerzeugung gehandelt. Der globale Markt außerhalb der EU beginnt auch dieses Marktsegment stärker zu bedienen, wie sich am Beispiel Italiens, Europas zweitgrößtem Pelletkonsumenten, zeigt. Hier ist die Nutzung von Pellets stark auf den Wärmemarkt fokussiert und die Importe aus Nicht-EU Quellen bewegen sich zwischen 30 und 40 % (AEBIOM 2015). Es wird in Deutschland vor allem von den Preisen, den gehandelten Pelletqualitäten und dem Umweltbewusstsein bei den Verbrauchern abhängen, ob sich auf Dauer ein verstärkter Import etablieren kann.

#### 4.4 Altholz - Aufbereitung und Verwertung

Der Gesetzgeber hat die europäischen und nationalen Richtlinien zur Verwertung von Altholz im Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) und der Altholzverordnung (AltholzV) niedergelegt. Das staatliche Ziel bei der Verwertung von Altholz ist die Einbindung des Rohstoffs in eine möglichst nachhaltige Rohstoff- und Recyclingstrategie mit wiederholter Nutzung in einer Kaskade durch eine vorrangig gewünschte stoffliche Verwertung. Daneben wird eine Deponierung von reinen Altholzsortimenten verboten. Eine Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf darf nicht entstehen. Als Altholz bezeichnet man dabei Holz, das bereits einem Verwendungszweck zugeführt worden war und als Abfall zur Altholzentsorgung oder als Sekundärrohstoff bereitsteht. Altholz kann dabei stofflich oder thermisch weiterverwertet werden. Laut der deutschen Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (AltholzV) handelt es sich bei Altholz um „Industrierestholz und Gebrauchtholz, soweit diese Abfall im Sinne des § 3 Abs. 1 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes sind“. Industrierestholz sind in Betrieben der Holzbe- oder -verarbeitung anfallende Holzreste sowie anfallende Verbundstoffe mit überwiegendem Holzanteil mit mehr als 50 Masseprozent. Gebrauchtholz sind gebrauchte Erzeugnisse aus Massivholz, Holzwerkstoffen oder aus Verbundstoffen mit überwiegendem Holzanteil (>50%). Altholz wird je nach Kontaminationsgrad in vier Altholzklassen eingeteilt:

- A1: naturbelassenes Holz, das nur mechanisch aufbereitet wurde;
- A2: verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel;
- A3: Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel;
- A4: mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle, sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholz kategorien A1 bis A3 zugeordnet werden kann, ausgenommen ist PCB-Altholz;

Das Aufkommen in Deutschland wurde 2010 auf ca. 8,0 Mio. Tonnen geschätzt (MANTAU, 2012). Ein Aufkommen in dieser Größe nannten KALTSCHMIDT ET AL. (2009) auch für das Jahr 2003. Damals setzte sich das Altholz zu 31 % aus den Abfällen der Holzindustrie, zu 46 % aus Bauabfällen, 12 % Siedlungsabfällen sowie 11 % Verpackungsabfällen zusammen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Bauwirtschaft und die Holzindustrie auch heute noch die größten Quellen von Altholz sind. Da die Aktivitäten beider Branchen stark konjunkturabhängig sind, dürfte auch das Altholzaufkommen entsprechend stark schwanken.



### Stoffliche Nutzung

Eine stoffliche Nutzung des bayerischen Altholzes erfolgt größtenteils in der Holzwerkstoffindustrie. Hierfür kommen Althölzer der Güteklasse A1/A2 und unbeschichtete Qualitäten der Klasse A3 bei Einhaltung der Grenzwerte nach Anlage 2 der Altholzverordnung zur Verwendung. A4 Qualitäten und PCB belastete Althölzer sind von einer weiteren stofflichen Nutzung grundsätzlich ausgeschlossen. In Bayern wird der Hauptteil des aufbereiteten Altholzes der Qualitäten A1 und A2 zur Produktion von Pressformteilen wie Spanplatten und Palettenklötzen verwendet. Selten wird aufbereitetes Altholz in Deutschland auch in MDF Platten eingesetzt, wobei das Aufbereitungsverfahren sehr aufwändig ist<sup>16</sup>. Hier darf keinerlei Fremdmaterial wie Plastik oder Metall in den aufbereiteten Spänen enthalten sein, da im Rahmen der Plattenproduktion nur Ausschuss gefertigt werden würde. Als weitere Nischenanwendung in Bayern ist die Produktion von Altholzspänen für die Tiereinstreu von Bedeutung (KALTSCHMITT 2009). Möglich ist die Verwendung von Altholz als Synthesegas (Holzgas) oder eine Aktivkohle-(Industrieholzkohle)produktion für die chemische Industrie (AltholzV).

### Energetische Nutzung

Verschiedene Möglichkeiten für eine energetische Nutzung des Altholzes ergeben sich je nach Kontaminationsgrad. Naturbelassenes, mechanisch bearbeitetes Holz (A1) darf in Anlagen aller Größenklassen verbrannt werden. A2 bis A4 Hölzer dürfen nur in Anlagen > 1 MW Feuerungswärmeleistung verheizt werden. Eine Ausnahme bildet hier die Verbrennung von Altholz der Kategorie A2 in Kleinf Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 30 Kilowatt oder mehr in der Holzverarbeitenden Industrie (§ 5 Abs. 2 der 1. BImSchV). Für die Verbrennung von höher belasteten Altholzqualitäten wird eine umfangreiche Abgasreinigungstechnologie gefordert, die im Detail die Bundesimmissionschutzverordnung regelt (BImSchV). In Bayern wird Altholz weiterhin als Sekundärbrennstoff in der Zementindustrie (Rohrdorfer Zement, Wienerberger) im Rahmen des „Cofiring“ genutzt, um teure fossile Energieträger einzusparen.

#### 4.4.1 Darstellung der Befragungsergebnisse

Insgesamt wurden im Rahmen der Befragung 228 Betriebe angeschrieben. Bei der Auswertung wurden daraus 162 Betriebe als Altholzaufbereiter identifiziert. Davon beantworteten 59 den versendeten Fragebogen. Das entspricht einer Rücklaufquote von 37 %. Die Umfrage erfasste ein Mengenaufkommen an Altholz von insgesamt 0,89 Mio. t atro.

#### Altholzaufkommen und Unternehmerstruktur aus der Umfrage

Das Altholz stammt mit 85 % der Menge aus Bayern, 13 % aus anderen Bundesländern sowie 2 % aus dem benachbarten Ausland (Österreich, Schweiz). Das mitgehende Flur- und Siedlungsholz wird von Privatpersonen, Kommunen und Straßenmeistereien aus kurzer Distanz innerhalb Bayerns direkt an die Grüngutsammelstellen der Altholzaufbereiter geliefert. Die bayerische Unternehmerstruktur besteht aus vielen kleineren Betrieben. Nur sechs Altholzaufbereiter und –verwerter erfassten 2014 jeweils mehr als 20.000 Tonnen. Zusammen erfassen diese großen Betriebe zwei Drittel des Altholzes. Die großen Aufbereiter verfügen sowohl über Lagerkapazitäten, entsprechende Technik zur Zerkleinerung als auch über eigene Transportkapazitäten. Zudem sind die großen Unternehmen als „zertifizierte Entsorgungsfachbetriebe“ eingestuft und können auch den besonders überwachungsbedürftigen Abfall entsorgen (A4 Sortiment). Sie dienen sowohl als Aufbereiter verschiedener Altholz-

<sup>16</sup> Nach Expertenaussage Patent von Fa. Nolte, Germersheim



sortimente wie auch zu Teilen als Zwischenhändler mit Bündelungs- und Pufferfunktion. Daneben betreiben sie Sammelstellen für Grüngut, aus der die holzgutartige Fraktion abgetrennt wird und als Landschaftspflegeholz in die thermische Verwertung eingeht. Ein weiterer Großbetrieb befindet sich an der Bayerisch-Württembergischen Grenze in Baden-Württemberg, greift aber im Einzugsgebiet auf die bayerischen Mengen zurück.

#### 4.4.2 Altholzaufkommen und Altholzverwertung 2014

Das Mengenaufkommen an gewerblich gesammeltem Altholz beläuft sich hochgerechnet auf 1,13 Mio. t atro, wobei auf die sechs großen Betriebe zwei Drittel dieser Menge entfallen. Von der gesamten erfassten Menge stammten 142.000 Tonnen aus anderen Bundesländern und 22.000 Tonnen aus dem Ausland. Die Betriebe lieferten 140.000 Tonnen Altholz an andere Aufbereiter in Bayern weiter und 127.000 Tonnen in andere Bundesländer oder ins Ausland. Von dem aufbereiteten Altholz gingen 587.000 Tonnen an Biomasseheiz(kraft)werke in Bayern zur energetischen Verwertung und 276.000 Tonnen an die Holzwerkstoffindustrie in Bayern.

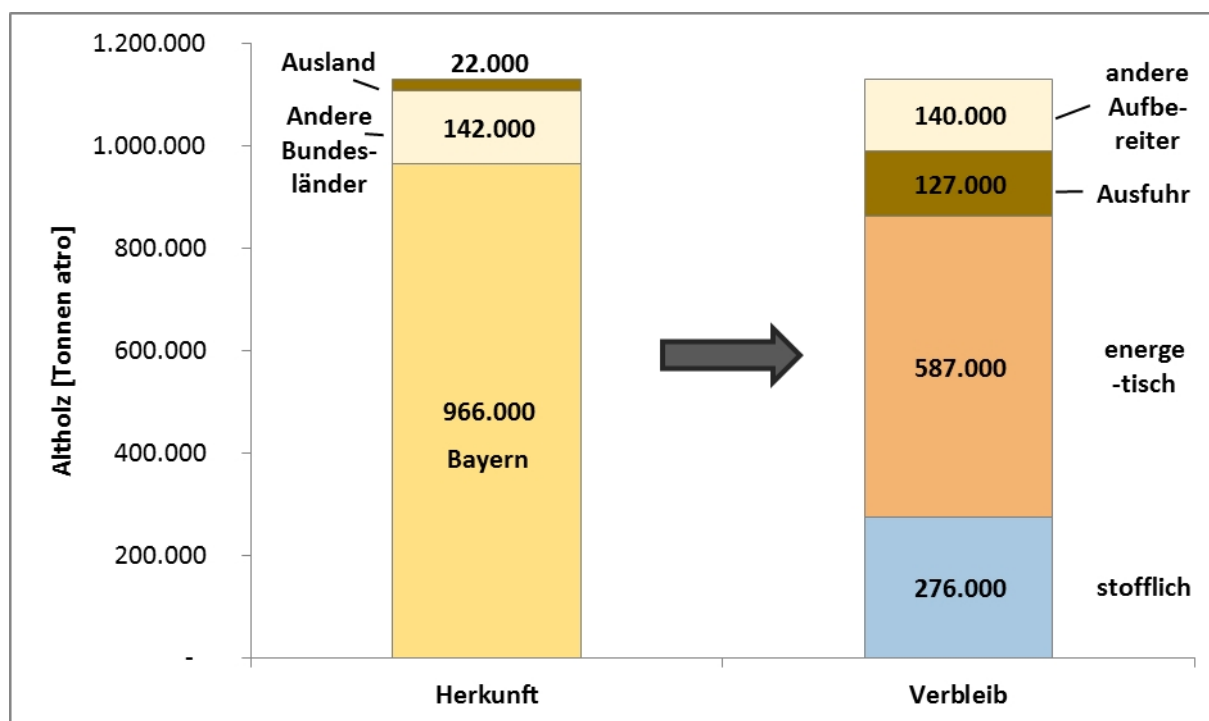


Abbildung 22: Altholzaufkommen und Altholzverwertung 2014 (Quelle: eigene Hochrechnung)

Die Einfuhrmengen von aufbereitetem Altholz aus anderen Bundesländern oder aus dem Ausland sind nicht bekannt. Nach den Angaben des Umweltbundesamtes (2016) wurden 2014 insgesamt 906.000 Tonnen zustimmungspflichtiger Holzabfälle nach Deutschland importiert und 200.000 Tonnen exportiert. Dies dürfte umgerechnet in atro einen Nettoimport von 565.000 Tonnen ergeben. Nach Auskunft von Experten werden beachtliche Mengen von Altholz aus der Schweiz nach Bayern geliefert. Auch der Zufluss von aufbereitetem Altholz aus anderen Bundesländern ist nicht bekannt. Ein großer Altholzaufbereiter in Baden-Württemberg hat seinen Standort in Leutkirch im Allgäu, also unmittelbar an der Grenze zu Bayern. Die Hälfte der von diesem Betrieb erfassten Altholzmengen könnte aus Bayern stammen. Angenommen das aufbereitete Altholz fließt ebenfalls zur Hälfte nach Bayern zurück, so erhöht sich die für eine Verwertung in Bayern zur Verfügung stehende Menge auf 296.000 Tonnen stofflich und 637.000 Tonnen energetisch. Die gesamte in Bayern verwertete Menge aufbereiteten Altholzes beträgt dann 933.000 Tonnen.

Allerdings erscheint die für eine stoffliche Verwertung zur Verfügung stehende Menge etwas groß. Die Firma Pfeleiderer in Neumarkt ist das einzige Unternehmen in Bayern, das Altholz für die Herstellung von Spanplatten verwendet. Sollte die Angabe von 296.000 t atro zutreffen, müsste mehr als die Hälfte des Holzeinsatzes bei Pfeleiderer auf Altholz entfallen, was unwahrscheinlich ist. Möglicherweise ist der Anteil der energetischen Verwertung tatsächlich eher größer. Dafür spricht auch, dass der Verbrauch von Altholz in Biomasseheiz(kraft)werken 2014 nach den Erhebungen von C.A.R.M.E.N. e.V. mit 764.000 Tonnen deutlich größer als das Aufkommen war. Es sind vor allem Dampfheizkraftwerke, die Altholz als Brennstoff verwenden. Die behandelten bzw. kontaminierten Sortimente (A2 – A4) werden dabei von nur wenigen, meist großen Kraftwerken verwendet. Keines der befragten Unternehmen gab als Verwertung für Altholz in 2014 eine Beseitigung auf Deponien an.

Wenn von der in Bayern gewerblich erfassten Altholzmenge von 1,13 Mio. Tonnen die Menge abgezogen wird, die an andere Altholzaufbereiter in Bayern weiter geliefert wurde (Vermeidung von Doppelzählungen), verbleiben 990.000 Tonnen. Gegenüber der Erhebung für 2012 (GAGGERMEIER ET AL. 2014) bedeutet diese Menge einen Rückgang im Aufkommen um 13 %, gegenüber der für 2010 um 7%.

Neben den gewerblich erfassten Mengen gibt es Altholz aus den privaten Haushalten, das dort verbrannt wird. Auf der Grundlage einer Befragung von 1.000 privaten Haushalten wird diese Menge auf 201.000 Tonnen atro in 2014 berechnet. Zusammen mit den gewerblich erfassten Mengen ergibt sich somit eine in Bayern verwertete Altholzmenge von 1,19 Mio. Tonnen atro, wovon mindestens 65 % energetisch verwertet wurden. Es ist anzunehmen, dass die in den privaten Haushalten verbrannte Altholzmenge zu einem beträchtlichen Teil auch behandelte Hölzer betrifft. Beträchtliche Mengen von Altholz enthält auch der Sperrmüll. Das Altholz in den Sperrmüllmengen, die ohne Sortierung in die Müllverbrennungsanlagen gelangen, wird in der vorliegenden Studie nicht ermittelt. Der Bundesverband der Altholzaufbereiter und –verwerter (2012) schätzt, dass Sperrmüll mehr als 50 % Altholz enthält. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2013) betrug das Sperrmüllaufkommen 29 kg je Einwohner in 2013. Hochgerechnet mit der Bevölkerungszahl ergibt dies ein Aufkommen von 370.000 Tonnen in Bayern. Wenn die Hälfte dieser Masse Holz ist, errechnet sich eine Menge von 185.000 Tonnen Altholz.

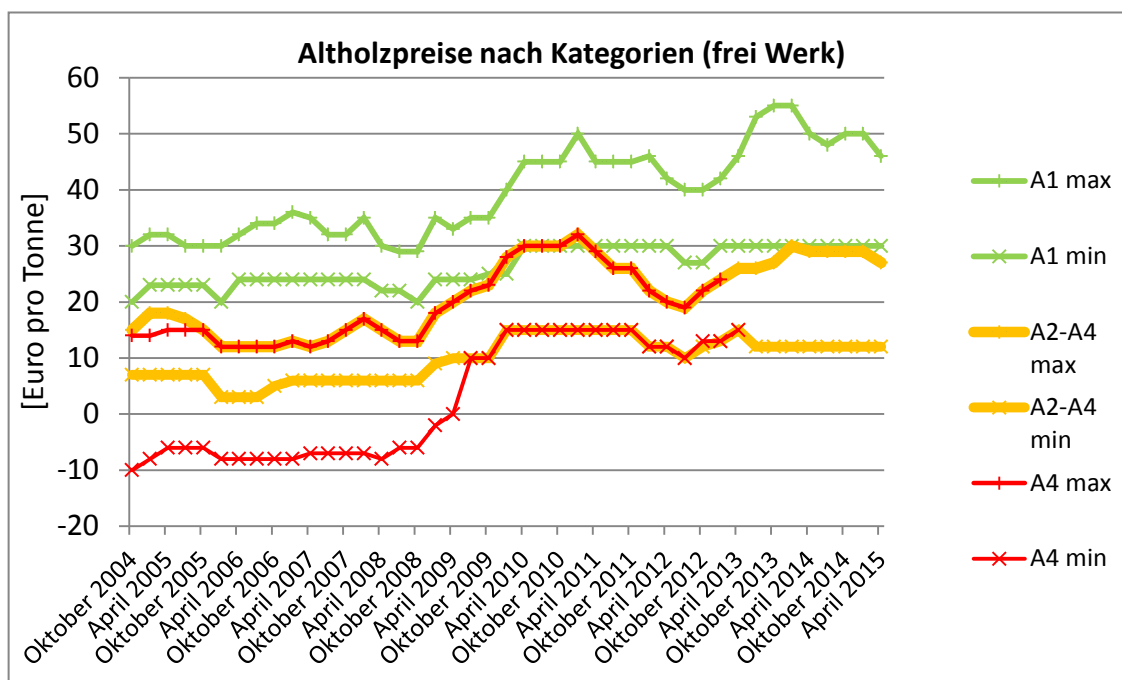
#### 4.4.3 Aufkommen an Flur- und Siedlungsholz

Die Altholzaufbereiter erfassen ca. 53.000 Tonnen atro holzgutartiges Material aus der Sammlung von Grünschnitt, das gehackt als Landschaftspflegeholz vertrieben wird. Diese Menge geht zusammen mit den bei den Hackerunternehmen erhobenen Mengen an Flur- und Siedlungsholz sowie Material aus der Verkehrswegepflege in die Bilanz auf der Aufkommenseite ein.

#### 4.4.4 Entwicklung der Altholzpreise

Der Altholzmarkt in Deutschland wird grob in drei Regionen aufgeteilt (Nordost, Nordwest und Süden). In diesen Regionen bilden sich traditionell unterschiedliche Marktpreise durch die verschiedenen Akteure und Transportdistanzen. Da Altholz wegen seiner geringen Wertigkeit als transportkostenempfindliches Gut zu sehen ist, findet auf den Märkten der drei Regionen nur bedingt ein Austausch statt. Dieses relativ konstante Marktumfeld veränderte sich 2013/2014 in Bayern. Aufgrund von neuen Marktteilnehmern im Altholzmarkt in Österreich (Kaindl/Salzburg) und in Tschechien (KRONO/Jihlava) wurde am Markt ein Mehrbedarf für die stoffliche Verwertung in der Größe von 400.000 t atro generiert. Die Nachfrage nach Altholz zur stofflichen Verwertung der vorhandenen Marktteilnehmer in Bayern blieb annähernd konstant, da keine weiteren Kapazitätserweiterungen

stattfanden. Aufgrund der unterschiedlichen gesetzlichen Bestimmungen und Klassifizierungen von Sortimenten in den an Bayern angrenzenden Ländern wurden 2014 Altholzsortimente (Vorbruch und Späne) aufgrund guter Preise exportiert. Im benachbarten Ausland wird Altholz, das in Deutschland nicht zur Spanplattenproduktion zugelassen ist, zur Spanplattenproduktion verwendet (Italien, Tschechien, Österreich). Das ist aufgrund der unterschiedlichen gesetzlichen Grundlagen dieser Länder in Verbindung mit der deutschen Altholzverbringungsverordnung möglich (FVH 2015)<sup>17</sup>. Die steigenden Altholzpreise, beginnend 2013 bis Mitte des Jahres 2014, waren vor allem durch die hohe inländische Nachfrage der Holzwerkstoffindustrie nach günstigen A1/A2 Sortimenten zur Produktion von Spanplatten sowie nach A2/A3 Sortimenten für die stoffliche Verwertung in Tschechien und Österreich bedingt (BVSE 2015). Das hohe Altholzaufkommen aufgrund des guten Konjunkturverlaufs wurde von energetischen Verwertern in Bayern ebenfalls zum Lageraufbau genutzt. Der milde Winter 2013/2014 dürfte das weitere Ansteigen der Altholzpreise verhindert haben, da sich der Altholzbedarf der bestehenden Kraftwerke vermutlich aufgrund voller Läger rückläufig entwickelte. Der hohe gewerbliche Mengenanfall zur thermischen Verwertung (A2, A3, A4 Sortimente) wurde über den Verkauf in den Export abgepuffert<sup>18</sup>. Eine Ausnahme von diesem Trend bildeten Kleinfeuerungsanlagen des Gewerbes, die qualitativ hochwertige A1 Sortimente energetisch nutzen. Diese Mengen werden in Bayern direkt aufbereitet und zu deutlich höheren Marktpreisen als in der Holzwerkstoffindustrie abgesetzt. Hierbei handelte es sich im Jahr 2014 noch nicht um marktrelevante Mengen, sondern um die Aufbereitung von Randsortimenten<sup>19</sup>.



**Abbildung 23:** Schwankungsbreite für Altholzpreise nach Sortimenten von 2004 bis 2015 (min.+max. Preis). Quelle: EUWID – Europäischer Wirtschaftsdienst 2015c.

Insgesamt gesehen blieben die Altholzpreise für alle Sortimente im Verlauf des Jahres 2014 auf hohem Niveau stabil. Aufgrund des zweiten milden Winters in Folge (2014/2015) waren die Läger der energetischen Verwerter 2015 vermutlich weiterhin gut gefüllt und aktueller hoher Mengenanfall

<sup>17</sup> Johannes Gritz, BVSE e.V., Telefongespräch am 22.09.2015

<sup>18</sup> AR\_Recycling, G. Gürster, Telefoninterview 18.09.2015;

<sup>19</sup> AR Recycling, G. Gürster, Telefoninterview 18.09.2015;

konnte nicht mehr von den Verwertern und Altholzaufbereitern in Bayern gepuffert oder in entfernte Regionen verschickt werden. Das führte von Januar bis Oktober 2015 in mehreren Schritten zu deutlichen Preisrücknahmen bei allen Sortimenten um ca. 10-15%.

#### 4.4.5 Diskussion und Fazit

Der Rückgang des von den Altholzaufbereitern erfassten Aufkommens verwundert etwas, weil die Preise für Hackschnitzel 2014 eher höher lagen als in den Vorjahren. Dies hätte eigentlich ein steigendes Aufkommen erwarten lassen. So berichtet auch der Bundesverband für Sekundärrohstoffe und Entsorgung e. V. (BVSE, 2015) über ein um 5,2 % höheres Altholzaufkommen bei seinen Mitgliedsbetrieben im Jahr 2014. Der Verband führt dies unter anderem auf die 2014 gebietsweise gestiegenen Müllverbrennungspreise zurück, in deren Folge mehr Altholz aus dem Gewerbeabfall sortiert worden sei. Allerdings sei die Situation in Süddeutschland anders gewesen, so der Verband. Weil die Holzwerkstoffindustrie in Tschechien und Österreich die Verwertungskapazitäten für Altholz erweitert hätten, sei vermehrt Altholz dorthin abgeflossen. Konkret geht es um die Holzwerkstoffhersteller Kaindl bei Salzburg und Kronospan in Jhilava. Vermutlich aufgrund der hohen Preise für Industrieholz aus dem Wald haben diese Werke den Einsatz von Altholz in der Herstellung deutlich erhöht. Zumindest das Werk in Jhilava bezieht auch nicht aufbereitetes Altholz (Vorbruch), worunter größere Mengen von Altholz aus Bayern sein können, die von der Erhebung der LWF nicht erfasst wurden.

Es ist anzunehmen, dass die in den privaten Haushalten verbrannte Altholzmenge zu einem beträchtlichen Teil auch behandelte Hölzer betrifft. Diese Mengen sollten künftig möglichst ebenfalls durch die Altholzaufbereiter erfasst und ordnungsgemäß verwertet werden. Indem viele Kommunen bei ihren Sammelstellen Gebühren für die Annahme von behandeltem Altholz erheben, provozieren sie geradezu die privaten Haushalte, das Altholz in ihren eigenen Öfen zu entsorgen. Eine kostenlose Annahme an den Sammelstellen würde die privaten Haushalte sicher motivieren, größere Mengen dort abzugeben.

Die im Sperrmüll enthaltene Menge von Altholz wird auf 185.000 t geschätzt. Es ist nicht bekannt, wieviel davon bereits aussortiert und aufbereitet wird. Das im Sperrmüll verbleibende Altholz wird zu großen Teilen in den Müllverbrennungsanlagen mit verbrannt und somit energetisch verwertet. Würde diese Menge weitgehend aussortiert und aufbereitet, könnte die stofflich wiederverwertbare Menge von Altholz noch gesteigert werden. In 2015 ist das Aufkommen von Altholz in Deutschland offensichtlich nochmal angestiegen. Dies wird auch auf die gestiegenen Preise in Müllverbrennungsanlagen zurückgeführt. „In der derzeitigen Marktsituation sortieren Abfallerzeuger und Abfallbesitzer die Abfallgemische freiwillig und sorgfältig, um die zu hohen Verbrennungspreisen abzugebenden Mengen gering zu halten“ (STROHMEYER 2016).

### 4.5 Kurzumtriebsplantagen

Kurzumtriebsplantagen (KUP) sind Anpflanzungen von schnellwachsenden und stockausschlagfähigen Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Die erzeugte Biomasse wird als Holzhackschnitzel zur Energiegewinnung genutzt. Selten wird sie auch stofflich verwertet, beispielsweise in der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie, wo sie im Rohstoffmix anteilig eingesetzt werden kann. Rechtlich bewertet (Bundeswaldgesetz) sind Kurzumtriebsplantagen mit einer Umtriebszeit von höchstens 20 Jahren kein Wald, sondern behalten den Status von landwirtschaftlichen Flächen. Die KUP stellen eine moderne Form der historischen Niederwaldnutzung dar. Sie werden über einen Zeitraum von 20

bis 30 Jahren mehrmals abgeerntet, wobei die Umtriebszeiten je nach Ernteverfahren eher kürzer (3-5 Jahre) oder länger (7-10 Jahre) sind. Nach der Ernte treiben die Wurzelstöcke im nächsten Frühjahr wieder aus, man arbeitet nach dem Prinzip "einmal pflanzen - mehrmals nutzen" (LWF 2015). In Kurzumtriebsplantagen werden schnellwachsende und ausschlagfähige Baumarten, vor allem Zuchtformen von Pappeln und Weiden eingesetzt.

#### 4.5.1 Flächenbestand und Hackschnitzelaufkommen

In Deutschland wurden im Jahr 2014 gemäß Integriertem Verwaltungs- und Kontrollsystem des Bundes (InVeKoS-Datenbank) 5.968,5 ha Kurzumtriebsplantagen bewirtschaftet (WIRKNER 2015). Für Bayern ergab sich dabei für 2014 eine KUP-Fläche von 1.150 Hektar. Das bedeutete eine Steigerung der Anbaufläche innerhalb der letzten zwei Jahre von 230,6 Hektar oder 20 %. Da die InVeKoS-Datenbank nur landwirtschaftliche Betriebe mit Sitz in Bayern erfasst, sind Flächen nicht landwirtschaftlicher Betriebe nicht in der Berechnung enthalten (v.a. in Schwaben) bzw. KUP außerhalb Bayerns hingegen schon, die von bayerischen Landwirten angelegt wurden (v.a. in Mittelfranken).

Kurzumtriebsplantagen sind im Bereich der landwirtschaftlichen Produktion ein sehr arbeitsextensives Anbauverfahren. Unter guten Bedingungen können KUP im Schnitt etwa 10 Tonnen Trockensubstanz je Jahr und Hektar produzieren, unter sehr guten Bedingungen auch das Doppelte. Bei Umtriebszeiten von drei bis sechs Jahren könnte im Jahr 2014 eine Fläche von 385 bis 192 Hektar zur Ernte bereit gewesen sein. Das entspricht bei einer Beerntung im dreijährigen Umtrieb (30 t TM/ha) circa 11.600 t atro und im sechsjährigen Umtrieb (80 t TM/ha) 15.300 t atro für das Jahr 2014. Nach HAUKE UND WITTKOPF (2012) plant der Großteil der Betreiber von Kurzumtriebsplantagen in Bayern einen Ernteturnus von fünf bis zehn Jahren. In die Bilanz geht deshalb das Aufkommen von 15.300 t atro bzw. 43.000 m<sup>3</sup> ein (Raumdichte für Pappel).

#### 4.5.2 Fazit und Trends

Kurzumtriebsplantagen stellen nach wie vor dem Energieholzmarkt keine relevanten Mengen zur Verfügung. Der Zubau von Flächen zeigt aber auch 2014 wieder zweistellige Zuwachsraten (plus 20 %), allerdings ausgehend von einer sehr geringen Ausgangsfläche. Die Zurückhaltung der Landwirte zum Aufbau von KUP resultiert oft aus der langen Flächenbindung in Verbindung mit langen Zeiträumen zur Refinanzierung des eingesetzten Kapitals. Der besondere Vorteil der Energiewälder bzw. Energieholzplantagen ist die extensive Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen. Die Klimaschutzwirkung ist durch den geringen Energieeinsatz konkurrenzlos günstig und auch positive Naturschutzeffekte sind vielfach in Forschungsprojekten belegt. Als Streifen entlang von Fließgewässern können sie zum Gewässerschutz beitragen (BÄRWOLFF ET AL. 2013). Auch hinsichtlich der Flächenkonkurrenz mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion bietet der Energieholzanbau Vorteile, da sich auch Ackerflächen von geringer Güte hervorragend für die Kultivierung eignen, sofern die Wasserversorgung ausreichend ist (BBE 2015). Eine offizielle Honorierung der ökologischen Leistung von KUP erfolgte zumindest ansatzweise im Rahmen der nationalen Umsetzung der EU-Agrarreform unter dem Stichwort Greening. So können sich Landwirte schnellwachsende Feldgehölze als sogenannte „ökologische Vorrangflächen“ anrechnen lassen. Allerdings beträgt der Anrechnungsfaktor der Anbauflächen nur 0,3 und die Sortenauswahl bei Pappeln wurde sehr eingeschränkt, so dass es bisher nicht zu der von der Branche erwünschten Aufbruchstimmung bei der Energieholzproduktion vom Acker gekommen ist. Seit 2015 könnte die Neuanlage von KUP prinzipiell mit Bundesmitteln aus der

Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz gefördert werden.<sup>20</sup> Die Landwirtschaftliche Rentenbank gewährt im Rahmen des Förderprogramms Nachhaltigkeit zinsgünstige Darlehen für die Anlage von Kurzumtriebsplantagen (BMEL 2014).

---

<sup>20</sup> GAK-Rahmenplan ab 2015, Förderbereich 2 „Förderung landwirtschaftlicher Unternehmen“, Maßnahmengruppe A „Einzelbetriebliche Förderung“, 2.0 Diversifizierung.

## 4.6 Energieholzverbrauch in Privathaushalten

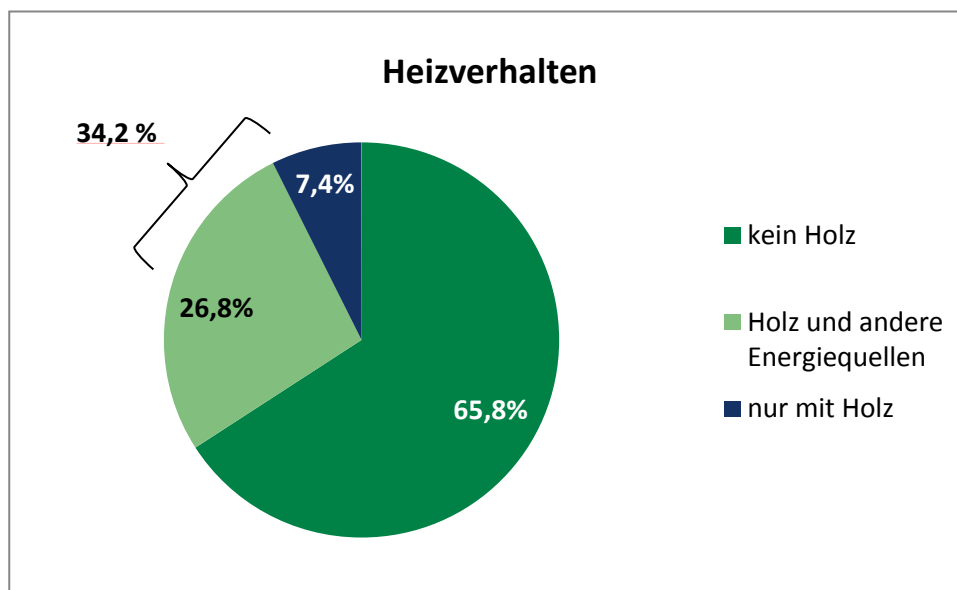
Der Energieholzverbrauch in privaten Haushalten als alleiniger oder zusätzlicher Energieträger stellt einen bedeutenden Anteil am Gesamtverbrauch dar. Die hier untersuchten Energieträger zur privaten thermischen Nutzung werden in die folgenden Energieholzsortimente unterteilt:

- Scheitholz aus dem Wald und Garten
- Altholz
- Pellets
- Hackschnitzel
- Briketts

Diese Sortimente werden vorrangig in Einzelöfen (Kamine, Öfen und Herde) oder in Zentralheizungen verfeuert. Sowohl die Nachfrage nach Brennstoff wie auch die Anzahl der Feuerstätten hat in den letzten zehn Jahren stark zugenommen (GÄGGERMEIER ET AL. 2014). Zur Abschätzung des Verbrauchs an Energieholz in Privathaushalten wurde wie auch schon im Rahmen der Energieholzmarktberichte 2010 und 2012 eine telefonische Befragung durch ein Marktforschungsinstitut bei eintausend Haushalten Bayerns durchgeführt.

### 4.6.1 Darstellung der Befragungsergebnisse

Die telefonische Umfrage ergab, dass in Bayern 34,2 % der befragten Haushalte mit Holz heizen. Hochgerechnet auf die Anzahl der 6,219 Mio. bayerischen Haushalte (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG 2014A) ergeben sich daraus 2,12 Mio. Haushalte, die ausschließlich mit Holz oder mit Holz als Zufeuerung heizen. Im Vergleich zu 2010 (35,1 % Holzheizer) und 2012 (35,6 % Holzheizer) ist der Anteil der Holzheizer etwas gesunken. Diese Veränderung ist allerdings statistisch nicht signifikant. 7,4 % der Haushalte gaben an, ausschließlich mit Holz zu heizen (Abbildung 24). Im Jahr 2012 waren es 9,5 % gewesen. Auch diese Veränderung ist nicht statistisch signifikant.<sup>21</sup>

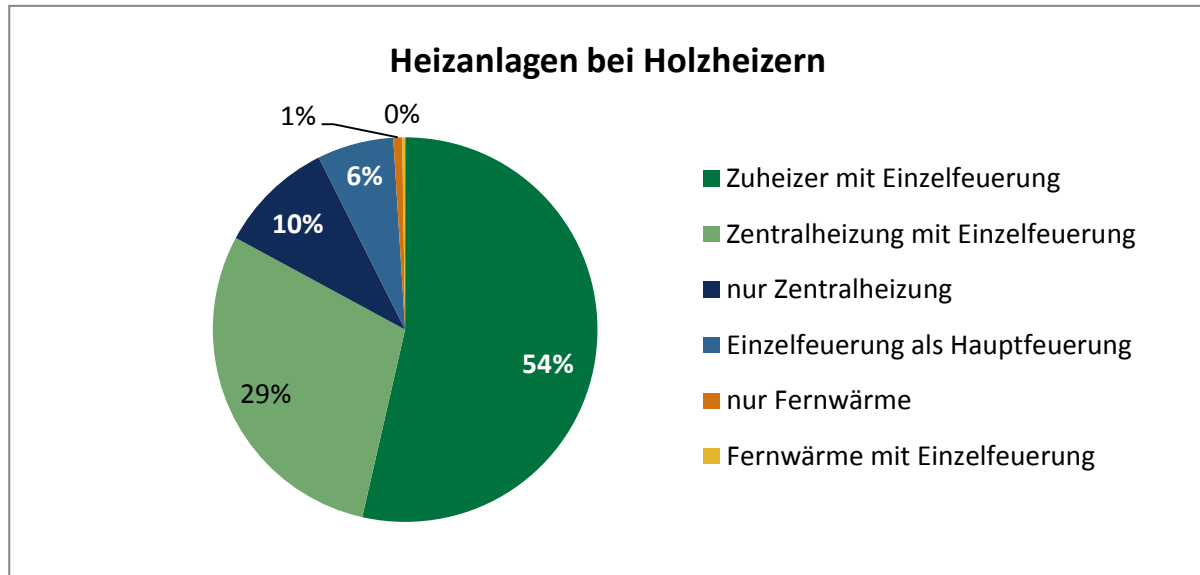


**Abbildung 24:** Anteile der befragten Haushalte in Bayern, die 2014/2015 ausschließlich, zusätzlich oder nicht mit Holz heizen.

<sup>21</sup> Ein Vergleich mit Hilfe des Chi-Quadrattests ergab auf dem 5% Niveau keine signifikanten Unterschiede im Antwortverhalten zwischen den Stichproben von 2012 und 2014 ( $p = 0,140399$ )

### Installierte Heizungstypen

Die Abbildung 25 zeigt die Aufteilung nach Heizungstypen bei den Holzheizern in Bayern basierend auf der Umfrage für das Jahr 2014.



**Abbildung 25:** Installierte Heizungstypen in Haushalten mit Energieholzverwendung in Bayern 2014/2015.

Rund 54 % der Holzheizer heizen als Zufeuierung mit Einzelöfen, 29 % mit einer Kombination aus Zentral- und Einzelöfen. Einzelöfen als Hauptfeuerung werden von ca. 6 % genutzt, während eine reine Zentralheizung von ca. 10 % der befragten Holzheizer betrieben wird. Fernwärme aus Holzenergie und die Kombination von Fernwärme mit Einzelöfen wird selten verwendet (unter 2 % der Befragten). Rechnet man die Anzahl der Haushalte hoch, die mit Kombinationen aus Holzzentralheizungen und Einzelöfen heizen sowie diejenigen, die Holz über Einzelfeuerstätten nutzen (Kamine, Herde, Öfen), so errechnet sich eine Zahl von 1,9 Mio. Haushalten. Nur Holzzentralheizungen besitzen ca. 206.000 Haushalte.

In Tabelle 7 werden die Ergebnisse zur Anzahl der verschiedenen Holzheizungssysteme von 2014 mit den Ergebnissen aus dem Jahr 2012 verglichen. Die Resultate der Umfrage zeigen, dass sich die Anteile der Holzheizungstypen im Jahr 2014 im Vergleich zum Jahr 2012 verschoben haben. Die Anteile der Verbraucher von Holz in Zentralheizungen und nur in Einzelöfen haben sich verringert zugunsten derer, die eine Kombination von Zentralheizung und Einzelöfen haben. Die Unterschiede in den Stichproben von 2012 auf 2014 wurden mit Hilfe des Chi-Quadrattests als signifikant getestet, sind daher mit großer Wahrscheinlichkeit nicht zufälliger Natur<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Der Chi-Quadrattest ergab auf dem 5% Niveau einen signifikanten Unterschied zwischen den Stichproben von 2012 und 2014 ( $p=0,0000$ )



Tabelle 7: Anteile von installierten Heizungstypen und berechnete Anzahl der Haushalte mit dem jeweiligen System 2014/2015

Heizungstyp	Anteil Haushalte mit Holzheizung	Anteil befragte Haushalte	Anteil befragte Haushalte	Anteil befragte Haushalte	Anzahl Haushalte (Hochrechnung)
	2014	2014	2012	2014	2014
	N=342	N=1000	N=1000	N=1000	N=6.219.0000
Zuheizer mit Einzelfeuerung	53,6%	20,5%	25,3%		1.274.000
Einzelfeuerung als Hauptfeuerung	6,4%				
Zentral- und Einzelfeuerung	29,3%	10,0%	2,9%		623.000*
Nur Zentralheizung	9,7%	3,3%	7,0%		206.000
Fernwärme	0,7%	0,3%	0%		16.000
Fernwärme und Einzelfeuerung	0,2%	0,1%	0,0%		5.000
<b>Summe</b>	<b>100 %</b>				<b>2.124.000</b>

\*Diese Zahl überschätzt die Zentralheizungen in Bayern. Laut Angaben des Landesinnungsverbandes der Kaminkehrer gibt es in Bayern 262.000 mit Holz betriebene Zentralheizkessel kleiner gleich 50 kW.

Zur Überprüfung der signifikanten Unterschiede in den Befragungen 2012 und 2014 hinsichtlich der Anzahl der Zentral- und Einzelöfenkombinationen wurden die Ergebnisse der Haushaltsbefragung weiter ausgewertet. Dazu wurden zuerst die Angaben der Haushalte zum Zeitpunkt der Installation der zuletzt beschafften Holzheizanlagen in den letzten 30 Jahren näher untersucht.

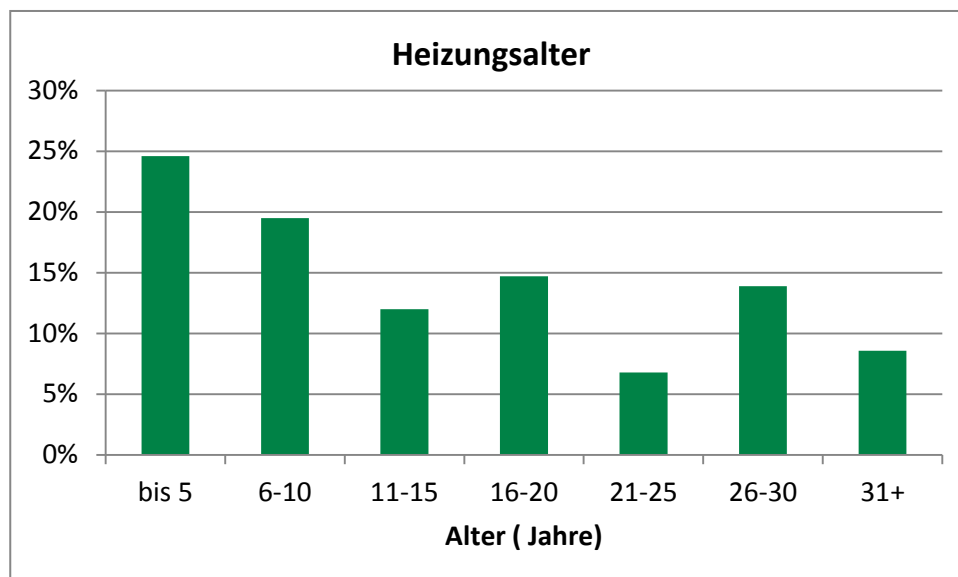
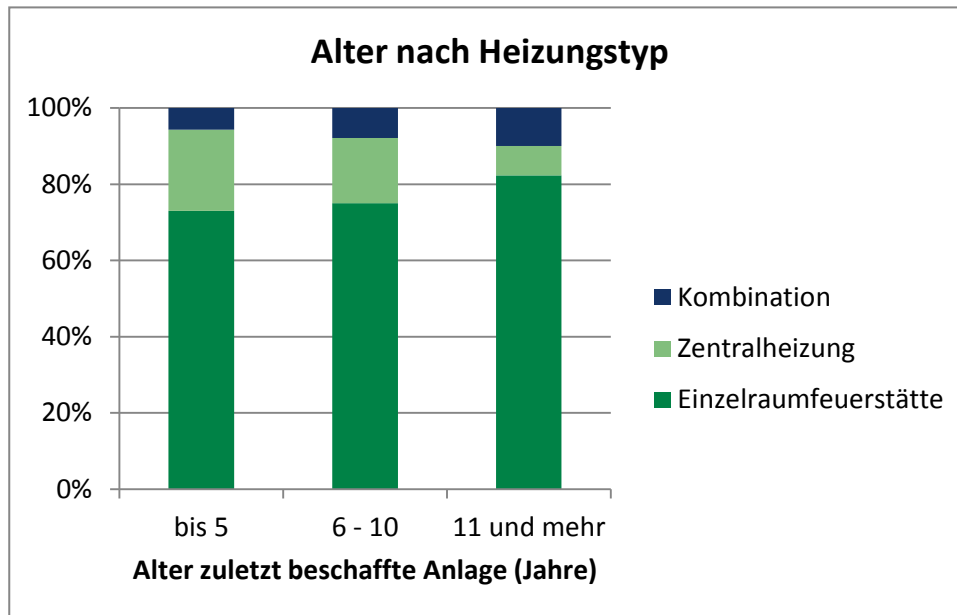


Abbildung 26: Anlagenalter der Holzheizungen Bayerns

Dabei zeigte sich, dass ca. 24 % der zuletzt beschafften Anlagen nicht älter als 5 Jahre und weitere 19% der Anlagen nicht älter als 10 Jahre sind.



**Abbildung 27:** Veränderungen beim Einbau von Holzheizanlagen in Bayern

Die vertiefende Analyse (Abbildung 27) zeigt weiter, dass bei den neu beschafften Anlagen der Anteil von Einzelraumfeuerstätten innerhalb der letzten Jahre um ca. 10%-Punkte abgenommen hat. Auch der Anteil von Kombinationen aus Zentralheizungen und Einzelfeuerungen ging zurück. Nur der Anteil der Zentralheizungen hat im Betrachtungszeitraum deutlich zugelegt. Offenbar besteht tatsächlich ein Trend zu einer vermehrten Anschaffung von Holzzentralheizungen. Allerdings war die Fragestellung zu den Heizungstypen 2014 etwas komplizierter als in den Vorjahren. Es ist nicht auszuschließen, dass manche Befragte dadurch verwirrt wurden und die Veränderungen dadurch bedingt sind. Eine tatsächliche Veränderung des Anlagenbestands in dem Maße, wie er durch die Befragungsergebnisse gezeigt wird, erscheint nicht realistisch. Hier kommen mit der Hochrechnung über ein Stichprobenverfahren bei einer großen Grundgesamtheit verbundene Probleme zum Tragen.

Für die Einzelfeuerungen ist eine Hochrechnung auf den Gesamtbestand möglich. Danach gab es 2014 in Bayern 2,55 Mio. Einzelfeuerstätten. Nach Angaben des Landesinnungsverbandes der Kaminkehrer gibt es 2,44 Mio. Einzelfeuerungen, was innerhalb des statistischen 5% -Vertrauensbereichs der Umfrage liegt.

### Verwendete Energieholzsortimente und deren Herkunft

Scheitholz ist und bleibt das wichtigste Energieholzsortiment für den privaten Nachfrager. Dieses Hauptsortiment wird von 28,3 % aller Haushalte verwendet (Tabelle 8), bezogen auf die Haushalte, die überhaupt Holz zum Heizen verwenden, sind es 83 %.

Tabelle 8: Anteile der Nutzer von unterschiedlichen Energieholzsortimenten an der Zahl der Haushalte (Doppelnennungen sind enthalten).

Energieholzsortimente	Anteil aller Haushalte		
	2010	2012	2014
Scheitholz aus Wald und Garten	30,5%	30,1%	28,3%
Altholz	4,0%	2,8%	5,3%
Pellets	2,9%	4,4%	2,6%
Briketts	2,7%	3,0%	3,1%
Hackschnitzel	1,2%	1,2%	0,8%

Auffällig ist im Vergleich zu 2012 der deutlich größere Anteil von Haushalten, die Altholz verwenden und der deutlich geringere Anteil von Pelletnutzern. Dies sind auch die beiden einzigen signifikanten Veränderungen beim Vergleich von 2012 und 2014. Der starke Rückgang im Anteil der Pellets verwendenden Haushalte zwischen 2012 und 2014 ist nicht plausibel. Es ist nicht anzunehmen, dass die Zahl der Pelletanlagen gesunken ist und es dürfte unwahrscheinlich sein, dass eine so große Zahl von Pelletöfen 2014 nicht benutzt wurde. Beim Vergleich der Ergebnisse von 2014 mit denen von 2010 zeigen sich keine signifikanten Unterschiede. Womöglich sind die Ergebnisse von 2012 bezüglich Altholz und Pellets eher als Ausreißer zu werten. Bereits im Bericht 2012 wurden daher die Pelletverbräuche der Privathaushalte nicht anhand der Ergebnisse der Haushaltsbefragung berechnet, sondern anhand der Daten des Biomasseatlas hergeleitet. Für das Jahr 2014 lieferte die Umfrage zwar plausiblere Anlagenzahlen, jedoch ist aufgrund der geringen Anzahl der Teilnehmer, die mit Pellet heizen (unter 25), auch diese Hochrechnung mit Unsicherheit behaftet. Außerdem dürften unter den 164.000 Pellets einsetzenden Haushalten auch welche sein, die Pellets in Scheitholzöfen verbrennen. In einzelnen Fällen gaben Befragte an, nur eine oder mehrere Einzelfeuerstätten für Holz zu besitzen und sowohl Scheitholz als auch Pellets zu verwenden.

Die Anzahl an Haushalten in Bayern ist wie auch schon von 2010 auf 2012 zum Jahr 2014 weiter angestiegen. Existierten 2012 noch 6,161 Mio. Haushalte in Bayern, so hat sich die Anzahl im Jahr 2014 auf 6,219 Mio. Haushalte erhöht (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG 2015A). Das entspricht einer Steigerung um 58.000 neue Haushalte oder ca. 1 %. Dieser Effekt ist bei einem Vergleich der hochgerechneten Ergebnisse von 2014 mit den Vorjahren mit einzubeziehen.

Tabelle 9: Anzahl der Haushalte, die unterschiedliche Energieholzsortimenten verwenden (Doppelnennungen sind enthalten).

Energieholzsortimente	Haushalte nach Stichprobe		
	2010	2012	2014
Scheitholz	1.850.000	1.853.000	1.758.000
Altholz	240.000	169.000	329.000
Pellets	180.000	269.000	164.000*
Briketts	164.000	183.000	192.000
Hackschnitzel	71.000	76.000	53.000

\*Diese Zahl ist größer als der Bestand an Pelletfeuerungen in Bayern.

In einem weiteren Schritt wurde die Herkunft der Energieholzsortimente näher betrachtet.

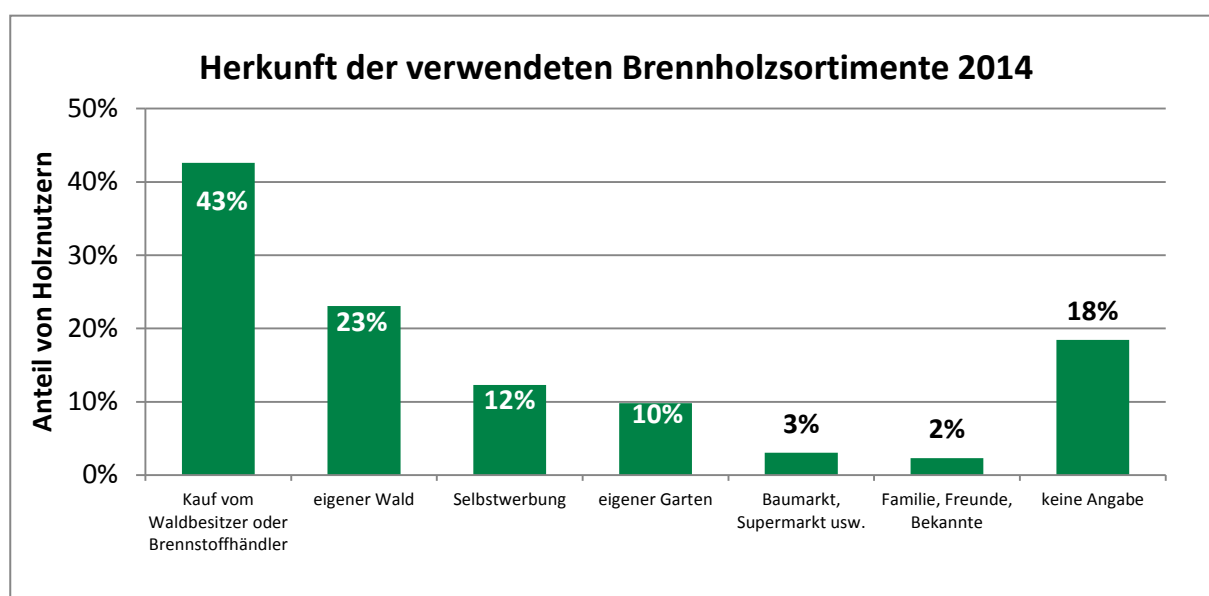


Abbildung 28: Herkunft des verwendeten Energieholzes (Mehrfachnennungen möglich)

Es gaben 43 % der befragten Holzheizer an, ihren Bedarf an Energieholz beim Waldbesitzer oder beim Brennstoffhändler zu decken. Weitere 23 % der Holzheizer deckten den Bedarf aus dem eigenen Wald und 12 % der Nutzer beschaffen sich das Holz in Selbstwerbung, d.h. sie erwerben das Holz von Waldbesitzern, arbeiten es jedoch selbst im Wald auf. Weitere 10 % verwenden Holz aus dem eigenen Garten. Geringe Mengen (3 % der Nennungen) werden im Baumarkt / Supermarkt erworben oder über Verwandte, Freunde und Bekannte beschafft (Abbildung 28).

#### Durchschnittlicher Verbrauch an Energieholzsortimenten

Beim Verbrauch von Scheitholz gab es 2014 signifikante Unterschiede zwischen den Haushaltsgrößen, weshalb die Verbräuche in Tabelle 10 getrennt dargestellt werden.<sup>23</sup> Der Scheitholzverbrauch war in allen drei Haushaltsgrößen auch stets signifikant größer, wenn nur mit Holz geheizt wurde, als

<sup>23</sup> Die Verbrauchswerte für die einzelnen Haushaltsgrößen weisen keine Normalverteilung auf (Shapiro-Wilk Test  $p < 0,05$ ). Aus diesem Grund wurden die Varianzen der Verbrauchswerte der unterschiedlichen Haushaltsgrößen mit Hilfe des nicht-parametrischen Kruskal-Wallis-Test überprüft. Die Ergebnisse sind auf dem 5 %-Niveau signifikant.

wenn Holz als sekundäre Energiequelle genutzt wurde. Als generelle Tendenz zeigt sich über alle Haushaltsgrößen ein Rückgang des Verbrauchs an Scheitholz bei einer vergleichenden Betrachtung der arithmetischen Mittelwerte der Jahre 2012 und 2014. Bei den 1-Personen-Haushalten und der größten Gruppe, die 2-4 Personen-Haushalte, erwies sich diese Veränderung auch als statistisch signifikant.<sup>24</sup>

Tabelle 10: Kennzahlen zum Scheitholzverbrauch privater Haushalte in Bayern nach Haushaltsgröße.

Personen pro Haushalt	N	Mittelwert arithmetisch			Median	Andrews M-Schätzer	Unteres Quartil	Oberes Quartil	
		2014	2010	2012					2014
			[Fm]	[Fm]					[Fm]
1 Person	58	3,6	3,6	3,3	1,4	1,1	0,7	3,5	
2-4 Personen	207	5,4	6,3	4,8	2,8	2,6	2,1	5,6	
5 Personen	21	8,9	9,5	6,9	4,6	4,6	2,1	9,8	

Auch bei den anderen Energieholzsortimenten waren die Verbräuche 2014 niedriger als 2012 (vgl. Tabelle 11), mit Ausnahme der Pellets. Allerdings sind hier die Unterschiede zwischen den Jahren statistisch nicht signifikant.

In Tabelle 10 und 11 sind zusätzlich zum arithmetischen Mittel auch der Median, ein robuster M-Schätzer (Andrews-Schätzer) sowie die Streuungsmaße unteres und oberes Quartil dargestellt. Die Verteilungen sind stets linkssteil mit einer Häufung kleiner Verbrauchswerte und einigen Ausreißern im höheren Bereich. Aus diesem Grund wurde wie bei FRIEDRICH ET AL. (2014) für die Hochrechnung der Andrews-Schätzer verwendet.

Tabelle 11: Kennzahlen zum Verbrauch von Scheitholz, Altholz, Pellets, Briketts und Waldhackschnitzel.

Energieholzsortimente	N	Mittelwert arithmetisch			Median	Andrews M-Schätzer	Unteres Quartil	Oberes Quartil	
		2014	2010	2012					2014
			[Fm]	[Fm]					[Fm]
Scheitholz	225	5,7	6,1	4,6	2,8	2,4	1,4	5,6	
Altholz	30	2,6	2,9	2,3	1,4	1,2	0,7	2,1	
Pellets	23	6,1	6	6,6	4,1	3,2	1,2	10,3	
Briketts	23	1,4	3	1	0,6	0,5	0,4	1	
Hackschnitzel	5	33	23,2	25,5	16	21,0	8	36	

<sup>24</sup> Die Verbrauchswerte für die einzelnen Haushaltsgrößen weisen keine Normalverteilung auf (Shapiro-Wilk Test  $p < 0,05$ ). Daher wurden die Verbrauchswerte mit dem nicht parametrischen Mann-Whitney-U-Test weiter geprüft ( $p < 0,05$ ).

## 4.6.2 Energieholzverbrauch (Hochrechnung)

Im Folgenden wird die Berechnung des Energieholzverbrauchs aufgegliedert nach den einzelnen Energieholzsortimenten dargestellt:

### Scheitholz

Im Jahr 2014 wurden 4,9 Mio. Festmeter Scheitholz in Bayerns Haushalten verbrannt. Auf der Basis einer repräsentativen Stichprobe von 1.000 Haushalten wurden die Daten getrennt nach Haushaltsgrößen ausgewertet und auf Bayern hochgerechnet. Die durchschnittlichen Verbräuche pro Haushaltsgruppe (1/2-4/ 5 und größer Personenhaushalt) und pro Energieholzsortiment wurden mit Hilfe des Andrews - Schätzers hochgerechnet. Zu den Vorjahren ergeben sich deutliche Rückgänge im Verbrauch. Im Vergleich zum Jahr 2012 (6,4 Mio. Fm) wurden ca. 1,5 Mio. Festmeter bzw. 23 % weniger verbraucht. Verglichen mit dem Jahr 2010 wurden 2014 etwa 22 % weniger Scheitholz eingesetzt. Auch DÖRING ET AL. (2016) beschreiben einen Rückgang beim Scheitholzverbrauch in Deutschland. Danach war der Verbrauch 2014 um 10 % bis 16 % niedriger als 2010.<sup>25</sup>

Laut DÖRING ET AL. (2016) stammten 2014 in Deutschland 9,4 % des Scheitholzes aus dem Garten, 1,8 % aus der Landschaftspflege (Hecken) und 88,8 % aus dem Wald. Sofern dieses Verhältnis auch für Bayern gültig ist, stammten hier 460.000 Festmeter aus dem Garten, 88.000 aus der Landschaftspflege und 4,346 Mio. Festmeter aus dem Wald. Das Aufkommen von Scheitholz aus dem Wald nach der Holzeinschlagsstatistik betrug im selben Jahr 4,43 Mio. Festmeter mit Rinde (vgl. 4.1.3). Diese scheinbar gute Übereinstimmung trägt. Zum einen wird das eingeschlagene Scheitholz überwiegend luftgetrocknet, was eine längere Lagerdauer erfordert. Der Lagerbestand an Scheitholz war nach DÖRING ET AL. (2016) in Deutschland 2014 mehr als doppelt so groß wie der Verbrauch. Zum anderen ist beim Aufkommen die Menge des nicht erfassten Holzeinschlags nicht enthalten.

### Altholz

Neben den Scheitholzsortimenten wurde bei der Haushaltsbefragung die Verwendung von Altholzsortimenten zur thermischen Verwertung abgefragt. Wie beim Scheitholz wurde mit dem Andrews-Schätzer der Altholzverbrauch hochgerechnet. Danach ergibt sich für Bayern im Jahr 2014 der Verbrauch einer Altholzmenge im privaten Bereich von 381.000 Festmetern bzw. 201.000 Tonnen atro. Für 2012 wurde ein Verbrauch von 300.000 Festmetern ermittelt. Die verbrauchte Menge der Altholz einsetzenden Haushalte war zwar 2014 ebenfalls um 21 % niedriger als 2012 (Tabelle 11). Allerdings gaben deutlich mehr Haushalte an, Altholz verwendet zu haben (Tabelle 9). Ob dies einen Trend widerspiegelt oder der niedrige Anteil Altholz einsetzender Haushalte 2012 nur ein Ausreißer war, lässt sich nicht beurteilen. Die Verwendung von Altholz in den Feuerungen der privaten Haushalte dürfte unter anderem davon abhängen, ob die Kommunen an den Wertstoffhöfen für die Annahme von Altholz Gebühren erheben und wie hoch diese sind (vgl. Kap. 0).

### Pellets

Die Hochrechnung aus der Haushaltsbefragung mit Hilfe des Andrews - Schätzers ergibt einen Pelletverbrauch von 533.000 Festmetern für das Jahr 2014 entsprechend 242.000 Tonnen atro bzw. 254.000 Tonnen (WG=10 %). Das arithmetische Mittel der verbrauchten Pelletmenge war 2014 geringfügig größer als 2012, das Mittel nach dem Andrews-Schätzer dagegen um 45 % niedriger. DÖRING

---

<sup>25</sup> DÖRING ET AL. geben für 2010 höhere Verbrauchswerte an, als in der Originalstudie von MANTAU (2012) ausgewiesen werden. Die Angaben zu Scheitholz aus dem Wald, aus dem Garten und Landschaftspflegeholz wurden hierbei zusammengefasst.

ET AL. (2016) ermittelten für 2014 einen Verbrauch von 4,7 Festmeter je Pellet verwendenden Haushalt in Deutschland, was um 36 % weniger ist als 2010.

Da zum einen die Haushaltsbefragung die Zahl der Pelletverbraucher vermutlich überschätzt, nur wenige Teilnehmer Angaben über die verbrauchte Pelletmenge machten und die Systemgrenze der Privathaushalte im vorliegenden Bericht auf 50 kW ausgeweitet wurde, erscheint es sinnvoll, den Pelletverbrauch nicht über die Ergebnisse der Haushaltsbefragung hochzurechnen, sondern auf eine umfassendere Datenbasis zurückzugreifen. Nach der Kkehrbuchauswertung über den Landesinnungsverband der Kaminkehrer gibt es in Bayern ca. 58.000 automatisch beschickte Zentralheizungsanlagen mit dem Brennstoff „Presslinge aus naturbelassenem Holz“ bis zu einer Leistung von 50 kW. Die Anzahl der Pelleteinzelöfen wurde anhand der deutschlandweiten Absatzzahlen von Pelletkaminöfen nach HKI (2015) abgeschätzt. Die Anzahl von ca. 65.000 Pelleteinzelöfen in Bayern wurde mithilfe des prozentualen Anteils dieses Bundeslandes an den gesamten über das MAP geförderten Anlagen laut Biomasseatlas kalkuliert. Gemäß der im Methodenteil dargestellten Berechnungsweise ergibt sich ein Pelletverbrauch von 429.000 t (WG=10 %).

Über das Marktanreizprogramm wurden bis Ende 2014 in Bayern rund 81.000 Pelletanlagen gefördert (Biomasseatlas 2016). Darunter sind nicht nur Pelletkessel, sondern auch Pellet-Einzelöfen, mit oder ohne Wärmetasche.<sup>26</sup> Da das Marktanreizprogramm seit Einführung des Erneuerbaren Energien-Wärme-Gesetzes (EEWärmeG) nur Pelletanlagen im Gebäudebestand fördert, ist es nachvollziehbar, dass die geförderten Pelletfeuerstätten nicht den Gesamtanlagenbestand widerspiegeln können, sondern deren Gesamtzahl höher ist.

### **Briketts**

Die Ergebnisse der Haushaltsbefragung zeigen für Holzbriketts einen Verbrauch im Jahr 2014 von 97.000 Festmetern. Eine Reduzierung des Verbrauchs innerhalb von zwei Jahren bei Briketts um fast drei Viertel erscheint erstaunlich. Dabei hat sich der Anteil der Holzbriketts verwendenden Haushalte kaum geändert. Er betrug 2014 3,1 %, 2012 3 % und 2010 2,7 %. In Deutschland lag die Quote 2014 nach DÖRING ET AL. (2016) bei 2,5 %. Der Rückgang ist im Wesentlichen auf die große Veränderung im Durchschnittsverbrauch von 2,0 auf 0,5 Festmeter (Andrews M-Schätzer) zurückzuführen. DÖRING ET AL. (2016) berechnen einen durchschnittlichen Holzbrikettverbrauch von 0,6 Festmetern im Jahr 2014 und einen Rückgang gegenüber 2010 um 41 %. Fast drei Viertel der Haushalte, die Briketts einsetzen, heizen nicht nur mit Holz, verwenden die Briketts also lediglich zum Zuheizen. Mantau (2014) nennt Holzbriketts als ein „Mitnahmeprodukt kleinerer Lose in Baumärkten und an Tankstellen“. Daher ist es nicht auszuschließen, dass die Verbrauchsmenge von Holzbriketts stärker schwankt als bei allen anderen Sortimenten. Für die Bilanzierung wird deshalb der hier errechnete Wert von 97.000 Festmetern verwendet.

### **Hackschnitzel**

Die Hochrechnung ergibt für Hackschnitzel einen unrealistisch hoch erscheinenden Verbrauch von 1,1 Mio. Festmetern in 2014. Es gaben 0,8 % der Befragten an, Hackschnitzel zu verwenden. Dagegen liegt der Anteil der Hackschnitzel verwendenden Haushalte in Deutschland bei nur 0,4 % (DÖRING ET AL. 2016). Der größere Anteil in Bayern ist nicht verwunderlich, weil 71 % der bis Ende 2014 in Deutschland installierten und finanziell geförderten Hackschnitzelanlagen bis 50 kW auf Bayern entfallen (BIOMASSEATLAS 2016). Allerdings stehen die 0,8% der Befragten für mehr als 50.000 Haushalte.

---

<sup>26</sup> Bis Gültigkeit der „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vom 20. Februar 2009“ wurden auch Pelletöfen ohne Wassertasche gefördert.

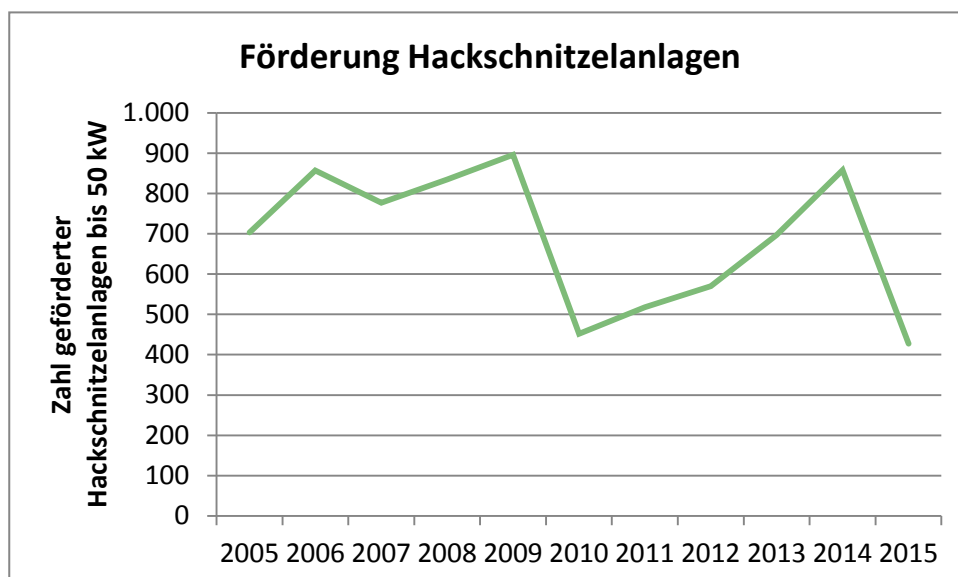
Nach der Kkehrbuchauswertung über den Landesinnungsverband der Kaminkehrer gibt es in Bayern rund 21.600 mechanisch beschickte zentrale Feuerstätten bis 50 kW, die naturbelassenes Holz, aber keine Presslinge als Brennstoff nutzen. Da Scheitholzkessel fast ausschließlich von Hand beschickt werden, dürfte diese Zahl weitgehend die Hackschnitzelkessel in privaten Haushalten repräsentieren. Über das Marktanzreizprogramm (MAP) wurden im Zeitraum 2004 bis Ende 2014 in Bayern nur 7.487 Hackschnitzelanlagen bis zu 50 kW gefördert (BIOMASSEATLAS 2016). Über das aktuelle MAP werden allerdings nur Anlagen im Gebäudebestand gefördert, die Anlagen in Neubauten mit Ausnahme des Innovationstatbestandes dagegen nicht. Außerdem dürfte eine nicht unerhebliche Zahl von Hackschnitzelanlagen auch ohne Förderung errichtet worden sein. Die über die Befragung hochgerechnete Anzahl von mehr als 50.000 Anlagen dürfte jedoch nicht realistisch sein. Andererseits haben alle drei Umfragen der letzten Jahre ein ähnliches Ergebnis geliefert. Es kann auch ausgeschlossen werden, dass Teilnehmer, deren Haushalte an Nahwärmenetze angeschlossen sind, irrtümlich die eigene Verwendung von Hackschnitzeln nannten. Alle Hackschnitzel verwendenden Teilnehmer gaben an, ihre Anlagen selbst zu befeuern. Eine plausible Erklärung für den großen Unterschied bei den Anlagenzahlen lässt sich nicht finden. Möglicherweise ist hier die Stichprobe etwas verzerrt. Es ist denkbar, dass Personen, die Hackschnitzelheizungen angeschafft haben, eher bereit sind, sich an einer Umfrage über das Heizen mit Holz zu beteiligen als andere Personen. Für die Abschätzung des Verbrauchs soll von den 21.600 Anlagen gemäß der Erhebung der Kaminkehrer ausgegangen werden.

Nur wenige Haushalte nannten ihre Verbrauchsmengen von Hackschnitzeln. Die Menge von 21 Festmeter je Haushalt erscheint verhältnismäßig groß. Tatsächlich nannten entweder Haushalte, bei denen noch andere Gebäude mit beheizt werden und sehr große Haushalte Verbrauchsmengen. Mit einer Ausnahme heizten alle Haushalte, die Hackschnitzel verwenden, nur mit Holz. Der von DÖRING ET AL. (2016) genannte Verbrauch von durchschnittlich 3,4 Festmeter je Haushalt in Deutschland erscheint äußerst niedrig für ein Sortiment, das fast immer die primäre Energiequelle sein dürfte. DÖRING ET AL. hatten ebenfalls nur wenige Fälle in ihrer Erhebung, weshalb sie die statistische Aussagekraft bei Hackschnitzel selbst als unsicher einschätzen. Für die vorliegende Studie wird der Hackschnitzelverbrauch deshalb über die installierte Leistung der Anlagen geschätzt. Bei einer durchschnittlichen Leistung von 30 kW, 1.500 Vollbenutzungsstunden, einem Nutzungsgrad von 80 % und einem Wassergehalt der Hackschnitzel von 25 % errechnet sich ein Verbrauch von 644.000 Festmetern bzw. 244.000 Tonnen atro.

Auch in der Energieholzmarktstudie 2012 wurde der Hackschnitzelverbrauch über die Anlagenzahl geschätzt. Die große Mengenverschiebung von 2012 zu 2014 resultiert einerseits aus einer Verschiebung der gewählten Systemgrenzen in der Auswertung. 2012 wurden nur Anlagen in einem Leistungsspektrum von 0-30 kW Wärmeleistung den privaten Haushalten zugerechnet. Zum anderen basierte die Schätzung 2012 nur auf der Anzahl der durch das MAP geförderten Anlagen. Inzwischen gibt es die Vollerhebung über den Landesinnungsverband der Kaminkehrer, welche die dreifache Zahl von Hackschnitzelkesseln bis 50 kW ausweist.

Die Zahl der über das MAP geförderten Hackschnitzelanlagen hatte 2014 nochmals einen Höhepunkt, ist 2015 dann aber auf den tiefsten Stand seit 2005 gefallen. Grund dürfte das Inkrafttreten der 2. Stufe der 1. BImSchV gewesen sein, die für neue Hackschnitzelanlagen ab 2015 strengere Grenzwerte vorsieht. Die Unsicherheit darüber, ob die Anlagen die neuen Grenzwerte einhalten können, dürfte manche Verbraucher bewogen haben, entweder Investitionen nach 2014 vorzuziehen, vorläufig aufzuschieben oder ganz davon Abstand zu nehmen. Ein ähnlicher Einbruch war auch schon 2010 beim Inkrafttreten der 1. Stufe der Verordnung zu beobachten gewesen.





**Abbildung 29:** Die zeitliche Entwicklung der über das MAP geförderten und in Bayern installierten Hackschnitzelanlagen bis 50 kW (Quelle: Biomasseatlas 2016).

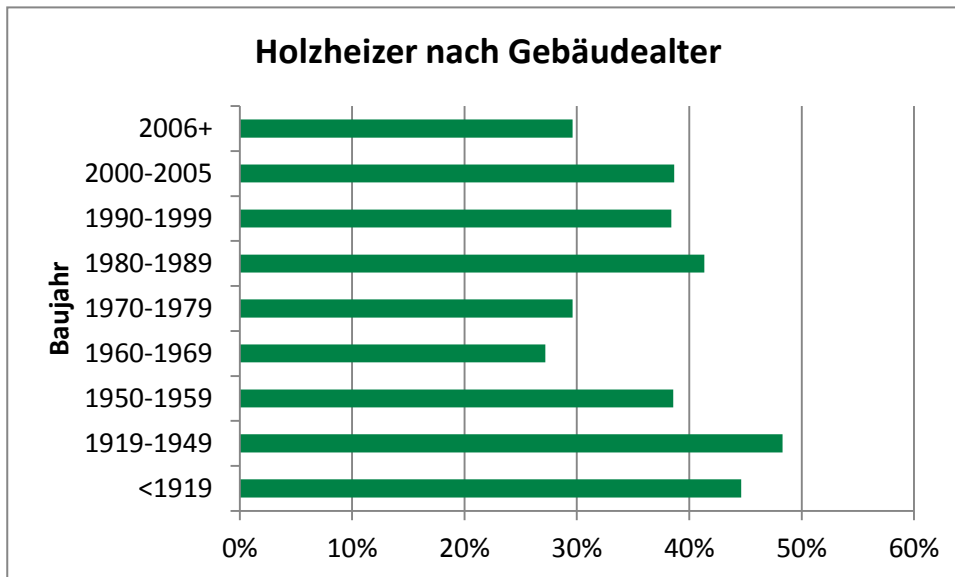
Der Gesamtverbrauch an Energieholz in den privaten Haushalten im Jahr 2014 wird insgesamt mit ca. 6,9 Mio. Festmeter berechnet. Die Übersicht zeigt die Tabelle 12.

Tabelle 12: Verbrauch an Scheitholz, Altholz, Pellets, Briketts und Hackschnitzeln im Jahr 2014.

Energieholzsortimente	2010	2012	2014
	[Fm]	[Fm]	[Fm]
Scheitholz aus Wald und Garten	6.289.000	6.400.000	4.894.000
Altholz	340.000	300.000	381.000
Pellets	785.000	930.000	900.000
Briketts	35.000	360.000	97.000
Hackschnitzel	100.000	70.000	644.000
<b>Gesamt</b>	<b>7.550.000</b>	<b>8.060.000</b>	<b>6.916.000</b>

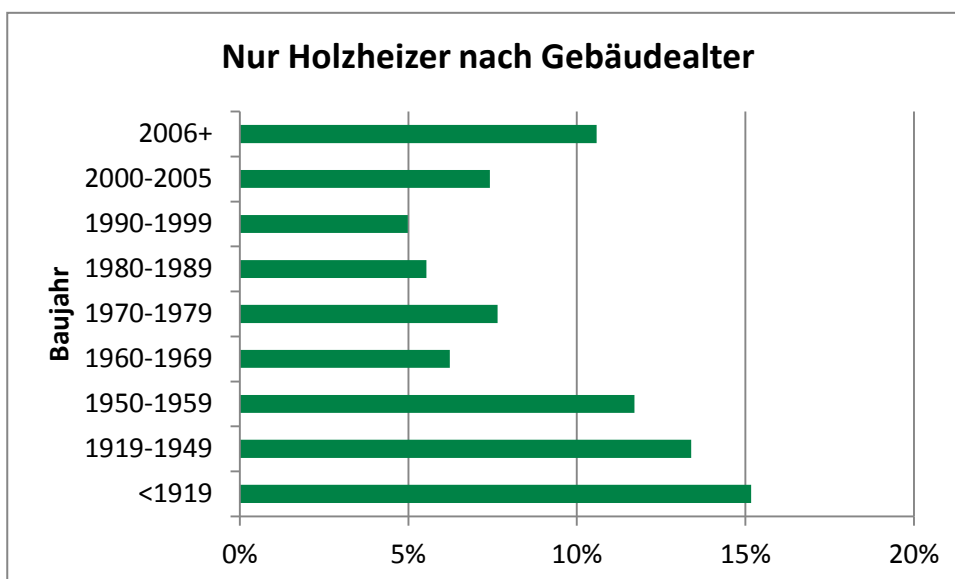
### Kennzahlen zur Verwendung von Holzheizungen und zum Verbrauch

Der Anteil der Haushalte, die mit Holz heizen, unterliegt seit 1950 deutlichen Schwankungen. Kommt von ca. 48 % holzheizender Haushalte verringerte sich der Anteil der Holzheizer deutlich mit dem Ölboom von 1960 bis 1980. Hier wurden überproportional viele Ölfeuerungen aufgrund des sehr günstigen Ölpreises und einfach zu bedienender Brenntechnik installiert. 1973 zog aufgrund des Ölembargos der erdölexportierenden Länder (OPEC) der Preis für Rohöl um ca. 70 % an, weshalb ab ca. 1980 wieder vermehrt Holzheizungen installiert wurden. Aufgrund des hohen Rohölpreises und einer guten Rohstoffverfügbarkeit beim Holz verfügen in den zwischen 1980 und 2005 errichteten Gebäuden mehr als 40% der Haushalte über Holzheizungen. Seit 2006 zeichnet sich ein Rückgang beim Bestand an Haushalten mit Holzheizungen auf 29 % ab (Abbildung 30). Die Zahl der ab 2010 errichteten Gebäude in der Umfrage ist zwar gering. Aber auch bei diesen sehr jungen Gebäuden ist kein Trend zu einem größeren Anteil von mit Holz heizenden Haushalten erkennbar.



**Abbildung 30:** Anteil der mit Holz heizenden Haushalte an der Zahl der Haushalte in unterschiedlich alten Gebäuden. Die Ergebnisse der Umfragen bei den privaten Haushalten zu 2012 und 2014 wurden zusammengefasst (N = 2.000).

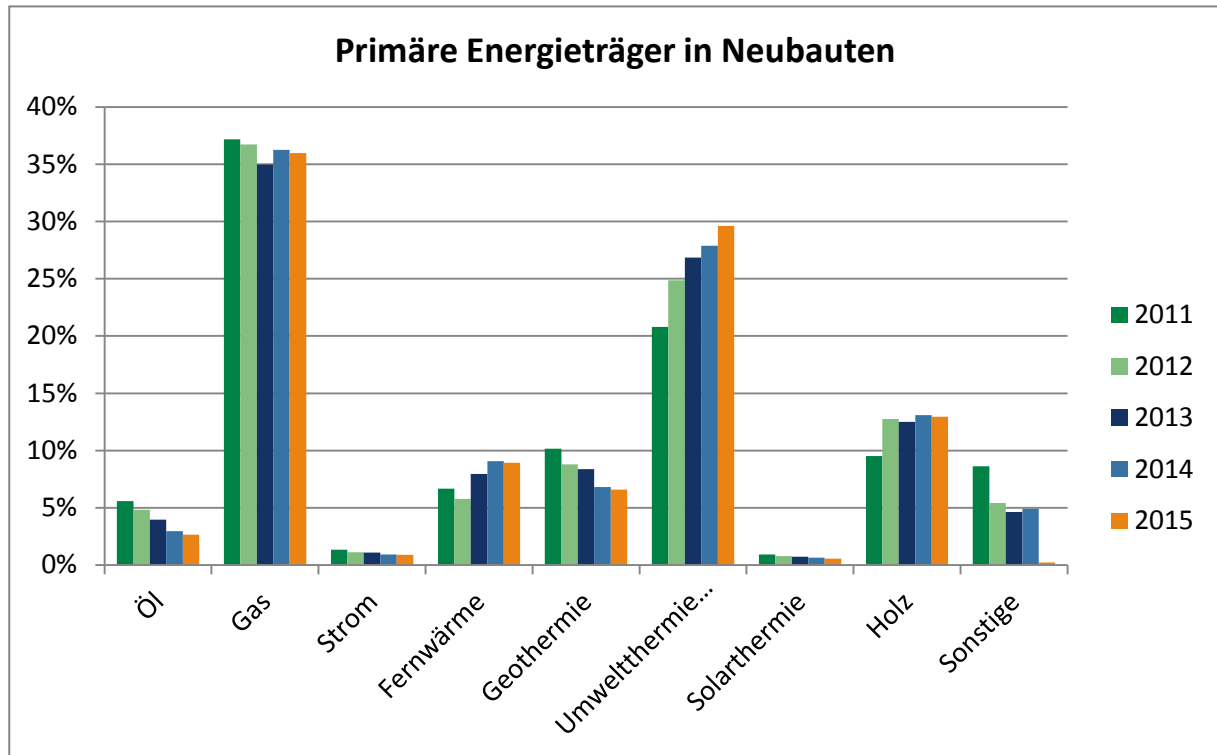
Der Anteil der Haushalte, die ausschließlich mit Holz heizen, ist in den vor 1960 errichteten Gebäuden am größten (Abbildung 31). Auffallend ist auch der große Anteil dieser Haushalte in den jüngsten Gebäuden. Unter den Haushalten, die mit Holz heizen, ist der Anteil derjenigen, die nur mit Holz heizen, ab 2006 deutlich angestiegen. Wenn auch der Anteil der Holzheizer in den Neubauten zurückgeht, nimmt der Anteil derjenigen, die ausschließlich mit Holz heizen zu. Diese Haushalte verbrauchen mehr Holz als diejenigen, die lediglich zusätzlich mit Holz heizen. Es lässt sich deshalb nicht abschätzen, welcher Trend im Verbrauch von den Neubauten ausgeht.



**Abbildung 31:** Anteil der nur mit Holz heizenden Haushalte an der Zahl von Haushalten in unterschiedlich alten Gebäuden.

Seit wenigen Jahren erhebt das Landesamt für Statistik bei den neu fertiggestellten Gebäuden in Bayern auch die Art der Energieträger (Abbildung 32). Der Anteil von Holz als primärer Energieträger in neuen Wohngebäuden ist zwar von 2011 auf 2012 deutlich angestiegen, stagniert jedoch seither. In 2014 wurde Holz in 13 % der Fälle als primäre Energiequelle gewählt. Im gesamten Zeitraum 2011-2014 waren es 12 %, also ähnlich hoch, wie der Anteil von 11 % an Haushalten in den ab 2006 errichteten Gebäuden, die nur mit Holz heizen. Gas wird als primärer Heizenergieträger immer noch bei

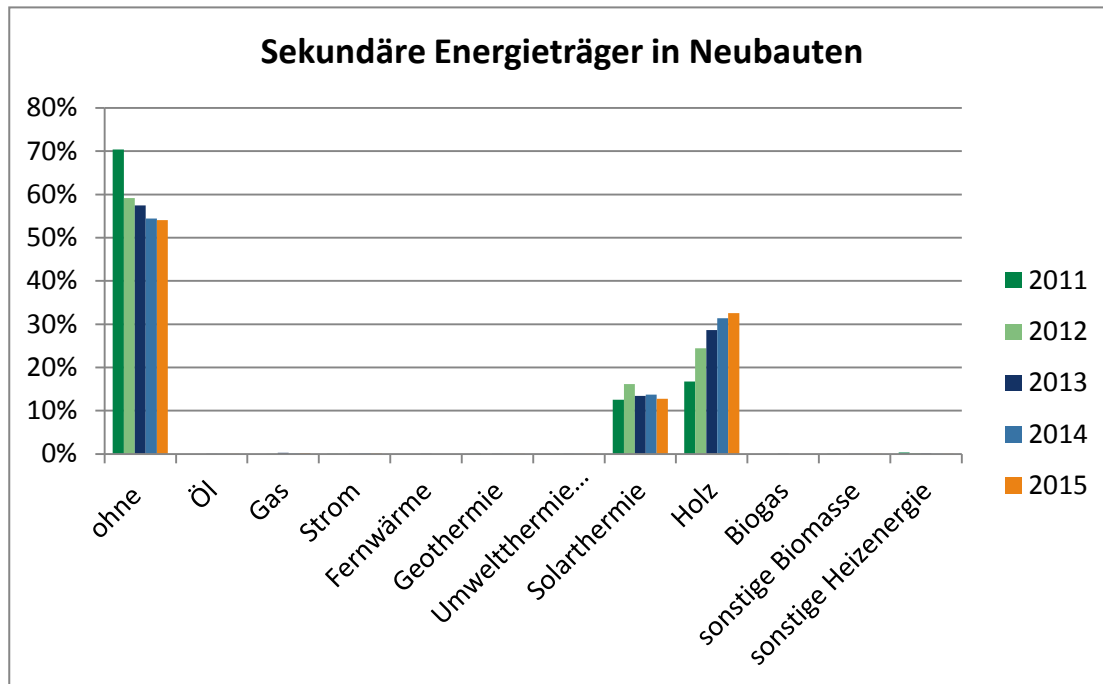
mehr als einem Drittel der Baufertigstellungen gewählt (36% in 2014). Die Umweltthermie (Luft/Wasser Wärmepumpen) verzeichnet in den letzten Jahren den stärksten Anstieg unter den primären Heizenergieträgern von 21 auf 28 %. Nach den Angaben des Bundesverbands der Heizungsindustrie (2016)<sup>27</sup> wurden 2015 erstmals wieder deutlich mehr Ölkessel installiert, allerdings überwiegend mit Brennwertechnik.



**Abbildung 32:** Baufertigstellungen für Wohngebäude in Bayern 2011 bis 2015 - Art des primären Energieträgers

Deutlich verändert zeigt sich der Trend bei den Baufertigstellungen in Bayern bezüglich der sekundären Heizenergieträger. Die privaten Haushalte verwenden dabei immer häufiger Holz als Zufeuerung. Der Anteil der Holzfeuerungen bei den Baufertigstellungen in Wohngebäuden stieg von 2011 bis 2014 von 17 % auf 31 % deutlich an (Abbildung 33). Die alternative Verwendung von Solarthermie erscheint auf dem bisherigen Niveau als sekundärer Energieträger relativ konstant bei 14 %.

<sup>27</sup>[http://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user\\_upload/Daten\\_Fakten/BDH\\_Marktentwicklung\\_2005-2015.jpg](http://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/Daten_Fakten/BDH_Marktentwicklung_2005-2015.jpg)



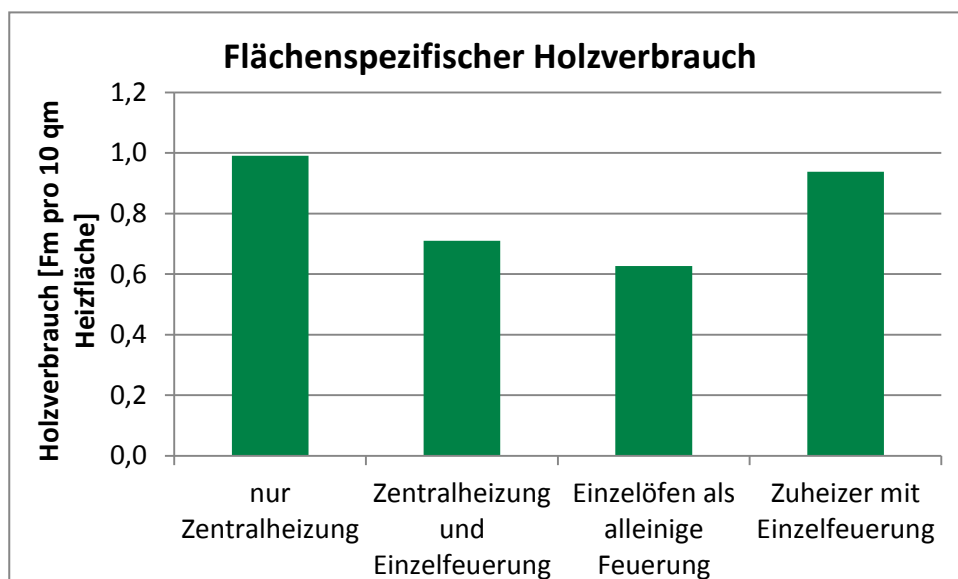
**Abbildung 33:** Baufertigstellungen in Bayern 2011 bis 2015 - Art des sekundären Heizenergieträgers

Würde es keine Überschneidungen bei Holz als primärer und sekundärer Energieträger in den Wohnungsneubauten geben, wurden 2014 rund 44 % (13 % plus 31 %) der neuen Wohnungen mit Holzheizungen ausgestattet. Da aber nach den Ergebnissen der Haushaltsbefragung in ab 2006 errichteten Gebäuden nur 29% der Haushalte mit Holz heizen, ist zu vermuten, dass Holz häufig sowohl primärer als auch sekundärer Energieträger ist.

Der Schwerpunkt der holzheizenden Haushalte lag 2014 nach der Umfrage bei Einfamilienhäusern mit 57 % und bei Zweifamilienhäusern mit 47 %. In Mehrfamilienhäusern, denen 45 % der Haushalte zuzuordnen sind, wird nur zu neun Prozent mit Holz geheizt.

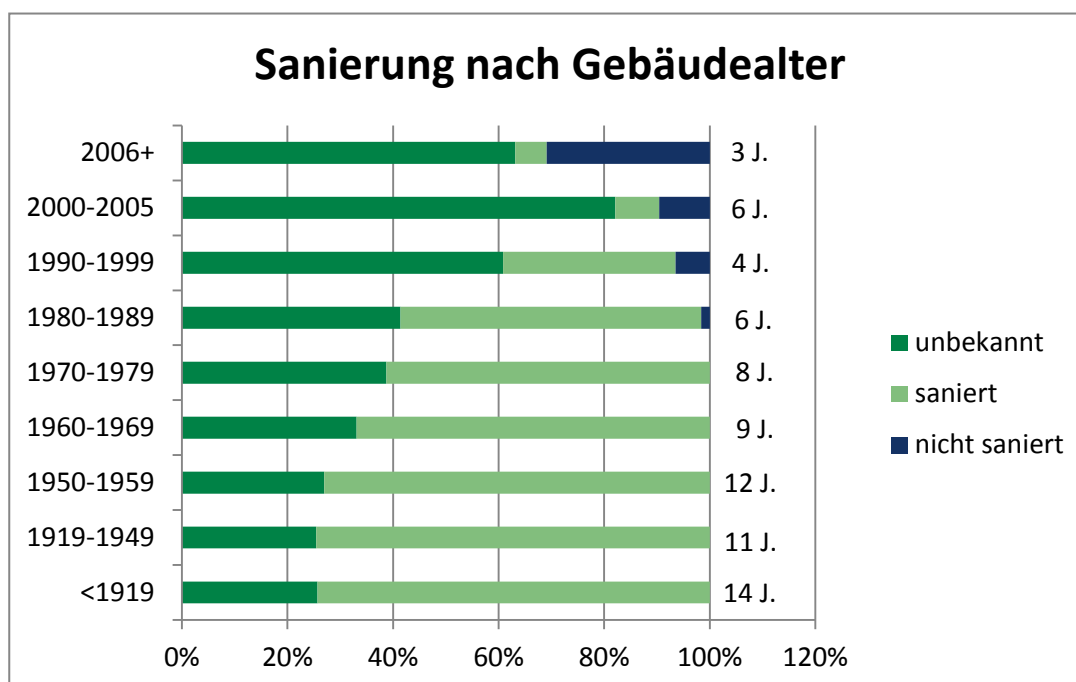
Bei einer vergleichenden Untersuchung der nur mit Holz heizenden Haushalte zum Holzverbrauch in Niedrigenergiehäusern mit denen in anderen Häusern konnten so gut wie keine Unterschiede festgestellt werden. Der Holzverbrauch wurde als Mittelwert auf die Größe Festmeter pro zehn Quadratmeter mit Holz beheizter Wohnfläche bezogen. Als Mittelwert zum Holzverbrauch bei Niedrigenergiehäusern ergab sich ein Wert von 0,87 Festmeter pro zehn Quadratmeter mit Holz beheizter Wohnfläche. Der Vergleichswert der Gruppe der „anderen Häuser“ lag bei 0,88 Festmeter pro zehn Quadratmeter.

Beim Holzverbrauch nach Heizungstypen (Abbildung 34) zeigt sich, dass Haushalte, die nur mit Holz mittels Einzelöfen heizen, mit 0,63 Festmeter den niedrigsten Verbrauch hatten. Haushalte, die nur zentral heizten, hatten den höchsten Verbrauch mit fast einem Festmeter. Wurde mit Holz in Einzelöfen nur zugeheizt, war der Verbrauch bezogen auf die mit Holz beheizte Fläche mit 0,94 Festmeter nur wenig niedriger.



**Abbildung 34:** Durchschnittlicher Holzverbrauch pro 10 m<sup>2</sup> mit Holz beheizter Wohnfläche nach Heizungstypen

Die Haushalte wurden auch nach dem Jahr der letzten baulichen Maßnahme zur Energieeinsparung in ihrem Wohnhaus befragt. Sehr junge Gebäude wurden oftmals noch nicht saniert (Abbildung 35). Vor 1990 errichtete Gebäude wurden mehrheitlich bereits energetisch saniert. Im Durchschnitt lag die letzte Sanierung 9 Jahre zurück. Der Zeitraum seit der letzten Sanierung ist in vor 1960 errichteten Gebäuden tendenziell größer. In mit Holz geheizten Haushalten war der Zeitraum seit der letzten energetischen Sanierung mit 9,2 Jahren kaum anders als in den übrigen Haushalten (8,8 Jahre).



**Abbildung 35:** Angaben zur energetischen Sanierung der Bausubstanz und mittlerer Zeitraum seit der letzten Sanierung getrennt nach Gebäudealtern.

Die Haushalte ohne Holzfeuerungen wurden gefragt, ob sie beabsichtigen, in den nächsten fünf Jahren in eine Heizung mit Holz zu investieren. Dabei wurden ausdrücklich alle Heizungstypen bis hin zum Fernwärmeanschluss an ein Heizwerk als Möglichkeiten genannt. Im Jahr 2010 konnten sich dies noch 4,5 % der Befragten vorstellen. Die Umfrage 2012 brachte einen geringen Rückgang in der Be-

reitschaft, auf Holzenergie umzurüsten (4,4 %). Im Jahr 2014 nannten nur noch 2,8 % die Absicht, in eine Heizung mit Holz zu investieren. Dieser Wert unterscheidet sich zumindest von dem aus 2010 signifikant.<sup>28</sup>

### 4.6.3 Diskussion

Eine Vergleich der Verbrauchszahlen von 2014 mit denen aus 2012 (GAGGERMEIER ET.AL 2015) zeigt einen deutlich rückläufigen Verbrauch in privaten Haushalten. Im Berichtsjahr 2012 wurde ein Verbrauch der privaten Haushalte von 8,06 Mio. Festmetern berechnet, der Bericht für 2014 zeigt einen Verbrauch von 6,92 Mio. Festmetern (Tabelle 12). Das entspricht einer Abnahme von 14 % des Verbrauchs im Jahr 2014 oder 1,14 Mio. Festmetern. Der tatsächliche prozentuale Rückgang des Verbrauchs fällt noch höher aus, da durch die Verschiebung der Systemgrenzen (von 30 kW auf 50 kW) bei den Hackschnitzelheizanlagen Mengen hinzugekommen sind. Im Scheitholzverbrauch ergab sich der größte Rückgang von 6,4 Mio. Festmetern auf 4,9 Mio. Festmeter. Das bedeutet ein Minus von ca. 23 % oder um 1,5 Mio. Festmeter.

Der Rückgang des Verbrauchs könnte einerseits auf einer Veränderung bei der Zahl der Haushalte beruhen, die Holz verwenden, andererseits könnten die Verbrauchsmengen je Haushalt gesunken sein. Die Analyse hat gezeigt, dass nur im zweiten Fall die Veränderungen statistisch signifikant waren. Naheliegend ist es dann, den Verbrauchsrückgang auf die Witterung zurückzuführen. Tatsächlich war die Zahl der Heizgradtage in der Heizperiode 2014/15, auf die sich die aktuelle Befragung bezog, um 16 % niedriger als in der Periode 2012/13 und um 11 % niedriger als in der Periode 2010/11. Dies sind zwar markante Unterschiede, aber der relative Rückgang bei der Verwendung von Scheitholz war noch deutlich größer.

Eine weitere mögliche Erklärung könnte ein vermehrter Verbrauch von Heizöl sein. Schließlich ging der Heizölpreis Ende 2014 deutlich zurück (Abbildung 11). Flexibel bei der Wahl des Brennstoffs dürften allerdings nur die Haushalte sein, die nicht allein mit Holz heizen, also vornehmlich die, welche in Einzelfeuerungen zusätzlich zu anderen Energieträgern mit Holz heizen. Tatsächlich war der Verbrauch 2014 in den 1 Personen- und 2-4 Personen-Haushalten nur dann signifikant niedriger,<sup>29</sup> wenn die Haushalte nicht ausschließlich mit Holz heizten. Bei den größeren Haushalten gab es keine signifikanten Unterschiede. Ein Ausweichen auf Heizöl sollte sich allerdings auch in einem höheren Heizölverbrauch widerspiegeln. Nach den Erhebungen der BAFA (2016) war der Inlandsabsatz von Heizöl in Deutschland 2014 um 10 % niedriger als 2012. Zahlen zum Heizölverbrauch in Bayern liegen nicht vor, sodass ein Vergleich mit den bayerischen Witterungsdaten nicht möglich ist. Legt man die Heizgradtage in den Hauptstädten<sup>30</sup> der Bundesländer zugrunde, war die Zahl der Heizgradtage in Deutschland in der Periode 2014/15 um 18 % niedriger als in 2012/13. Der Heizölabsatz ging somit nicht so stark zurück, wie es die Witterung hätte erwarten lassen. Es ist also nicht auszuschließen, dass Haushalte teilweise wieder vermehrt mit Öl geheizt haben, statt mit Holz und deshalb der Holzverbrauch stärker gesunken ist, als die Witterung erwarten ließ. Eine weitere Erklärung könnte sein, dass der Holzverbrauch bei den „Zuheizern“ sich nicht proportional zum eigentlichen Heizbedarf entwickelte, wie er mit den Heizgradtagen ausgedrückt wird. Der markante Unterschied des Winters 2014/15 gegenüber dem von 2012/13 war die viel geringere Zahl von Frosttagen. Die Zahl von Frosttagen war um 44 % niedriger (Abbildung 52 in Kap. 5.5). Tage mit strengem Frost traten fast gar nicht

<sup>28</sup> Chi-Quadrat-Test mit  $p < 0,05$

<sup>29</sup> Mann-Whitney-U-Test mit  $p < 0,05$

<sup>30</sup> In drei Bundesländern lagen die Heizgradtage nicht für die Hauptstädte vor: In Hessen wurde Frankfurt-Flughafen verwendet, in Rheinland-Pfalz Nürburg-Barweiler und in Schleswig-Holstein die Stadt Schleswig.

auf. Möglicherweise werden in Haushalten, die in Einzelöfen nur zusätzlich mit Holz heizen, diese bevorzugt an Frosttagen angeschürt und dann die Räume durchaus auch überheizt. Die geringe Zahl von Frosttagen könnte das Heizverhalten beeinflusst haben und somit auch den großen Unterschied im Holzverbrauch der beiden Heizperioden erklären.

#### 4.6.4 Fazit und Trends

Der Energieholzverbrauch der privaten Haushalte ist in starkem Maße vom Witterungsverlauf abhängig, wie die Ergebnisse zeigen, aber auch von der Entwicklung des Heizölpreises.

Bezüglich der längerfristigen Entwicklung des Energieholzverbrauchs kommt es darauf an, wie sich der Bestand von Holzfeuerungsanlagen entwickeln wird. Hält der aktuelle Trend an, ist allein durch die laufende Bautätigkeit mit einem Rückgang des Bestandes zu rechnen. Alte Gebäude, die häufig Holzfeuerungen haben, werden abgerissen und neue Gebäude errichtet, bei denen seltener Holzfeuerungen installiert werden. Wenn neue Holzfeuerungen installiert werden, dann seltener Stückholzkessel, sondern eher automatisch beschickte Anlagen wie Pellet- oder Hackschnitzelheizungen. Bei den bestehenden Gebäuden ist der Anteil der Haushalte, die bisher keine Holzfeuerungen haben, in den nächsten Jahren aber eine installieren möchten, deutlich gesunken. Es ist fraglich, ob die Quote von 2,8 % ausreichen wird, um die Haushalte zu ersetzen, die derzeit mit Holz heizen, aber in den kommenden Jahren damit aufhören werden.

Durch die Änderung der 1. BImSchV im Jahr 2010 ist schließlich der Impuls zur Stilllegung einer erheblichen Zahl von Feuerungsanlagen gegeben worden. Es ist fraglich, ob diese Anlagen alle wieder durch Holzfeuerungsanlagen ersetzt werden. Bezüglich der Hackschnitzelanlagen bis 50 kW ist der Effekt der 2. Stufe der 1. BImSchV in einem deutlichen Rückgang der 2014 installierten Anlagen erkennbar. Es besteht momentan eine große Verunsicherung darüber, ob künftig Feinstaubfilter zwingend erforderlich sein werden, um die neuen Grenzwerte einhalten zu können. Dies würde neue Anlagen um 10 bis 20 % verteuern. Selbst wenn die ausscheidenden Holzfeuerungsanlagen alle ersetzt würden, wäre mit einem rückläufigen Energieholzverbrauch zu rechnen, weil die neuen Anlagen effizienter sind und deshalb weniger Holz benötigen.

Die Entscheidung für eine Holzfeuerungsanlage hängt in erheblichem Maße von den Alternativen ab. Solange der Heizölpreis auf dem aktuell vergleichsweise niedrigen Niveau bleibt, die Energieholzpreise aber kaum sinken, dürfte das Interesse für den Kauf von Holzheizungen gering bleiben. Mit dem bayerischen 10.000-Häuser-Programm unterstützt die Staatsregierung zwar aktuell den vorzeitigen Austausch ineffizienter Heizungen, allerdings werden dabei fossile Energieträger nicht ausgeschlossen. Bei den derzeitigen Preisrelationen der Brennstoffe dürften eher die fossilen Energieträger von diesem Programm profitieren. Eine Bevorzugung erneuerbarer Energien bei der Errichtung von neuen Gebäuden gibt es zwar durch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG 2009). Durch ausreichende Ersatzmaßnahmen (Dämmung) entfällt die grundsätzliche Verpflichtung wieder, mehr als die Hälfte des Energiebedarfs durch erneuerbare Energien zu decken. Baden-Württemberg richtet sich mit dem Erneuerbare- Wärme-Gesetz (EWärmeG 2015) auch an die Eigentümer bestehender Gebäude. Werden Heizungsanlagen in bestehenden Wohngebäuden ausgetauscht, müssen dort 15 % der Wärme durch erneuerbaren Energien gedeckt oder Ersatzmaßnahmen nachgewiesen werden. Im Übrigen würde eine bessere Wärmedämmung der bestehenden Gebäude längerfristig den Energiebedarf verringern, womit auch der Holzverbrauch reduziert werden würde. Auch der zunehmend Bau von Anlagen mit Solarthermie und die vermehrte Verwendung von Strom aus Photovoltaik und Windenergie für Heizzwecke lassen einen sinkenden Energieholzbedarf erwarten. Zusammenfassend ist bei längerfristiger Betrachtung mit einem Rückgang des Energieholzverbrauchs in den privaten

Haushalten zu rechnen, zumal auch davon auszugehen ist, dass aufgrund des Klimawandels häufiger milde Winter zu erwarten sind. Da im Winter 2015/16 sowohl die Witterung wieder verhältnismäßig mild als auch der Heizölpreis niedrig war, dürfte der Holzverbrauch ebenfalls deutlich niedriger gewesen sein als 2012.



## 4.7 Energieholzverbrauch in Biomasseheizwerken und Biomasseheizkraftwerken

### 4.7.1 Mittlere Feuerstätten in Gewerbebetrieben, Mehrfamilienhäusern und öffentlichen Gebäuden

Holzfeuerungsanlagen, die der Deckung des Wärmebedarfs von Wohnanlagen, kleinerer öffentlicher oder gewerblich genutzter Gebäude dienen, sind in der Regel größer als Holzheizungen in Ein- und Zweifamilienhäusern. In diesem Kapitel erfolgt eine Betrachtung von Holzheizanlagen zwischen 50 und 150 kW Nennwärmeleistung, die den Leistungsbereich zwischen den Privathaushalten und den sogenannten Holzheiz(kraft)werken abbildet. Branchenbedingt sind diese Anlagen verstärkt in Holzbe- und verarbeitenden Betrieben (Schreinereien und Zimmereien) anzutreffen, die ihre vor Ort anfallenden Resthölzer direkt energetisch verwerten. Auch in der Landwirtschaft wird mit Stückholz- oder Hackschnitzelkesseln dieser Leistungsklasse geheizt. Neben Tierställen, deren Heizlast über das normale Niveau eines Privathauses hinausgeht, werden dabei häufig auch zwei bis drei Nachbarn über ein sogenanntes Mikronetze mit Wärme versorgt. Holzpellettheizungen ersetzen hingegen bevorzugt in Mehrfamilienhäusern, öffentlichen Gebäuden und der Landwirtschaft fernen Gewerbebetrieben fossile Heizsysteme.

In Anlehnung an die statistischen Erhebungen des Landesinnungsverbandes für das Bayerische Kaminkehrerhandwerk (LIV 2015) und dem in Kapitel 3.1.8 erläuterten Verteilungsschlüssel gemäß DBFZ 2015 kann der Bestand an Holzfeuerstätten in Wohnanlagen, Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden erstmals mittels einer neuen Datengrundlage auf rund 12.500 Anlagen und eine thermische Leistung von rund 1 GW<sub>th</sub> geschätzt werden. In diesem Leistungssegment erfolgte in den Berichtsjahren 2010, 2012 und 2014 keine Befragung der Betreiber, so dass die Auslastung der Anlagen und damit der durchschnittliche Holzverbrauch anders abgeleitet werden muss. Es ist davon auszugehen, dass Feuerungen dieser Leistungsgröße i.d.R. nicht zur Abdeckung der Grundlast dienen, sondern ohne Einbindung eines weiteren Wärmeerzeugers die gesamte Heizlast eines Objektes abdecken müssen. Die milden Witterungsverhältnisse im Betrachtungsjahr und eine häufig anzutreffende Überdimensionierung der Feuerstätten berücksichtigend, wird eine Auslastung von 1.500 Volllaststunden angenommen, was einen Energieholzbedarf von rund 380.000 t atro<sup>31</sup> nach sich zieht. Demzufolge sind mit dem nachwachsenden Rohstoff Holz in diesem Leistungssegment wohl rund 1,5 TWh<sub>th</sub> Wärme bereitgestellt worden.

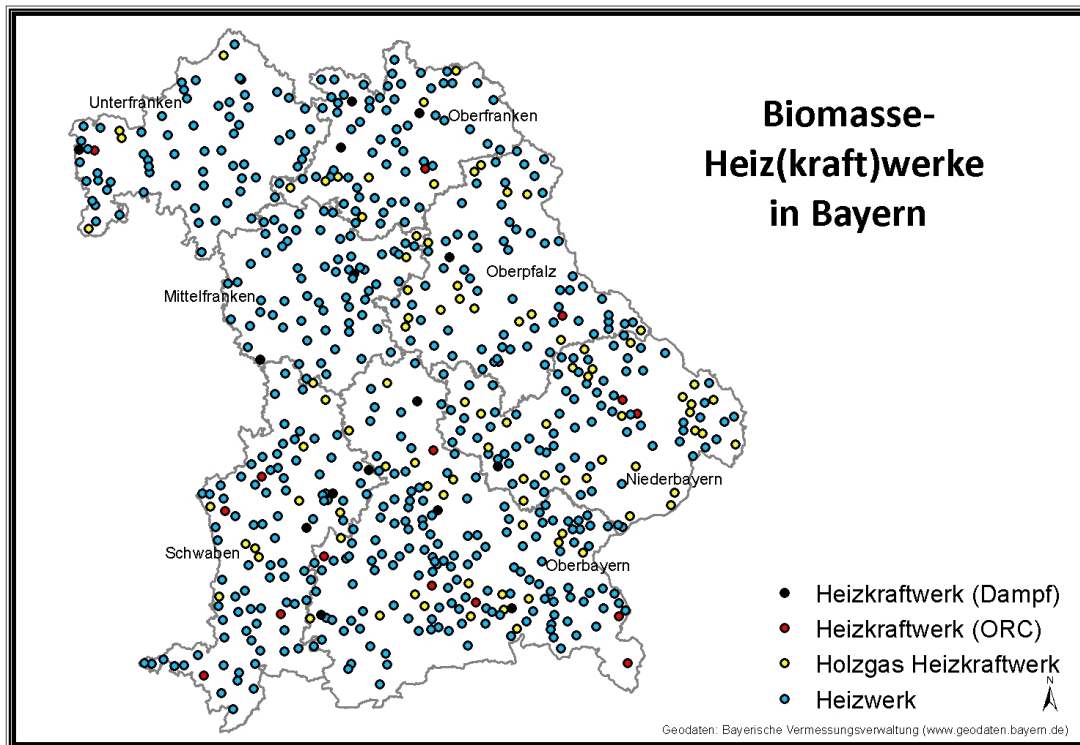
### 4.7.2 Biomasseheiz(kraft)werke

Holzfeuerungen, die große Liegenschaften mit Wärme versorgen, Wärme in ein Fernwärmenetz einspeisen oder Prozesswärme bereitstellen, werden als Biomasseheizwerke bezeichnet. Die thermische Leistung dieser Anlagen liegt i.d.R. zwischen 150 kW<sub>th</sub> und 3 MW<sub>th</sub>, lediglich wenn Prozesswärme benötigt wird, sind auch Anlagen bis in den zweistelligen MW-Bereich anzutreffen. Eine allgemeingültige klare Abgrenzung zwischen Biomasseheizwerk und Holzheizanlage gibt es in der Literatur nicht. Die Begriffe werden fließend verwendet, häufig werden jedoch als Leistungsuntergrenzen 150 kW oder 300 kW genannt, erstere wird für diese Erhebung angewendet. Wird Holz verbrannt oder vergast und dabei Strom erzeugt, so spricht man von Biomassekraftwerken. Wenn dabei Wärme aus dem Konversationsprozess ausgekoppelt wird und/oder die bei der Verstromung entstehende Ab-

<sup>31</sup> Zusätzlich wurde ein Jahresnutzungsgrad von 80% angenommen

wärme thermisch genutzt wird, bezeichnet man die Anlage als Biomasseheizkraftwerk bzw. Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK).

Es ist davon auszugehen, dass Ende 2014 etwa 3.400 Biomasseheiz(kraft)werke, also sowohl reine Wärmeerzeugungsanlagen als auch Holzfeuerungsanlagen zur Stromerzeugung in Bayern mit einer thermischen Leistung größer 150 kW<sub>th</sub> in Betrieb waren. Dabei ist den Autoren der Anlagenstandort von 988 Anlagen bekannt. Die räumliche Verteilung der bekannten Biomasseheiz(kraft)werke in Bayern ist Abbildung 36 zu entnehmen.



**Abbildung 36:** Räumliche Verteilung der mit Standort bekannten Biomasseheiz(kraft)werke in Bayern.

Die bei C.A.R.M.E.N. e.V. geführte Betreiberdatenbank dürfte bei den Biomasseheiz(kraft)werken mit Dampf- oder ORC-Technik sowie bei Biomasseheizwerken mit einer Feuerungswärmeleistung größer 1 MW eine hohe Vollständigkeit aufweisen. Ein hoher Erfassungsgrad in diesen Anlagensegmenten ist aufgrund einer im Sommer 2015 durchgeführten Umfrage bei den bayerischen Genehmigungsbehörden wahrscheinlich. Dagegen umfasst die Datenbank bei kleineren Holzheizwerken überwiegend Projekte, die durch die Beantragung bayerischer Fördermittel bekannt wurden. Die Abschätzung des Gesamtbestandes lehnt sich in Ergänzung zum bekannten Anlagenbestand an eine Erhebung des Landesinnungsverbandes für das Bayerische Kaminkehrerhandwerk an, die die Anzahl aller nicht genehmigungsbedürftigen Holzfeuerungen in Bayern, d.h. alle Feuerungen im Gültigkeitsbereich der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) erfassen.

#### 4.7.3 Brennstoffverbrauch und installierte thermische Leistung

Die Auswertung der schriftlichen Befragung sowie der bei C.A.R.M.E.N. geführten Förderdatenbank, die die über den Freistaat Bayern bezuschussten Anlagen umfasst, kann 608 Heiz(kraft)werke einen Energieholzverbrauch im Jahr 2014 von 1,54 Mio. t atro zuweisen. 75% dieser Brennstoffmenge flos-

sen dabei in stromerzeugende Anlagen. Auf den gesamten Anlagenbestand der Biomasseheiz(kraft)werke in Bayern hochgerechnet, kann der Bedarf an holziger Biomasse für das Jahr 2014 auf 2,43 Mio. t atro beziffert werden. Der Energieholzmarktbericht Bayern 2010, schätzte den Brennstoffbedarf der Biomasseheiz(kraft)werke auf 1,82 Mio. t atro (FRIEDRICH ET AL. 2012), für 2012 wurde ein Bedarf von 2,07 Mio t atro (GAGGERMEIER ET AL. 2014) ausgewiesen. Vergleicht man die jeweiligen Jahresstudien, so ist die Steigerung der Brennstoffverbräuche nicht nur auf einen Zubau zurückzuführen. Insbesondere der vermehrte Brennstoffbedarf in 2014 ist auch mit einer verbesserten Erfassung des Anlagenbestandes zu begründen. Eine Diskussion dieses Anstiegs erfolgt im Unterkapitel 4.7.6.

**Tabelle 13:** Biomasseeinsatz in bayerischen Biomasseheiz(kraft)werken für das Jahr 2014 nach Anlagenart, deren Anteil am Verbrauch sowie an der Anlagenzahl (hochgerechnet)

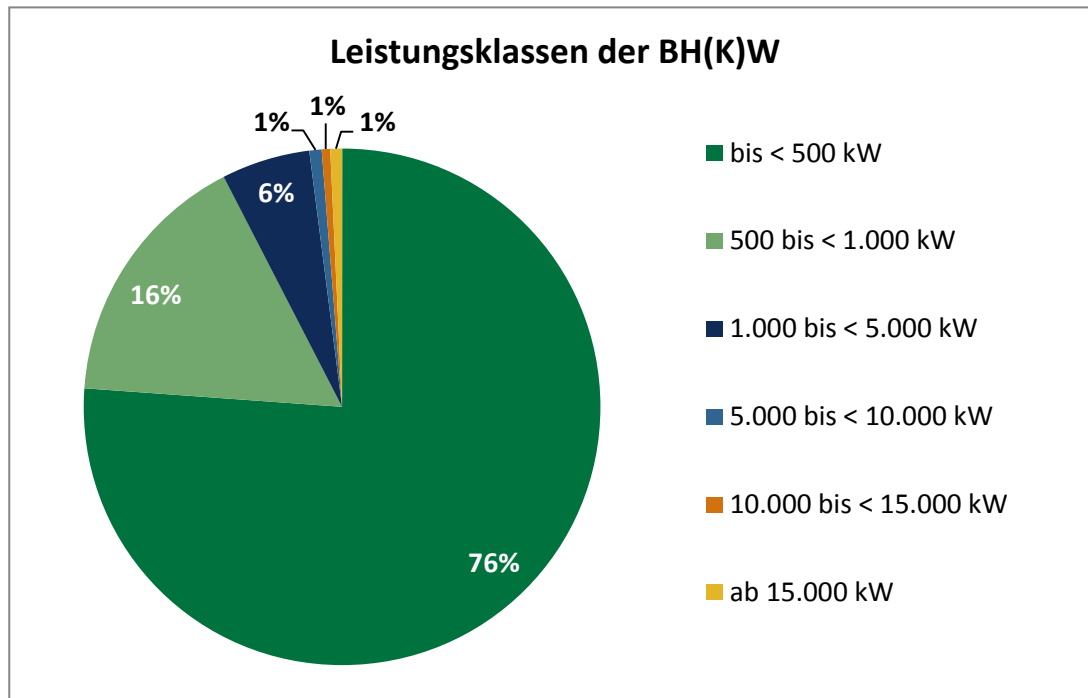
	Energieholzverbrauch 2014 [Tonnen atro]	Anteil am Verbrauch in Bayern	Anteil an der Anlagenzahl in Bayern
Heizkraftwerk (Dampf)	1.250.000	51%	1%
Heizkraftwerk (ORC)	310.000	13%	1%
Holzvergaser	70.000	3%	6%
Holzheizwerke	800.000	33%	92%
<b>Summe</b>	<b>2.430.000</b>		

Obwohl Biomasse(heiz)kraftwerke (inkl. Holzvergaser) nur 8 % des gesamten Anlagenbestandes in Bayern ausmachen, verbrauchen sie etwa zwei Drittel des Energieholzes. Insbesondere die Dampfheizkraftwerke nehmen, wie Tabelle 13 zeigt, dabei eine herausragende Rolle ein. Dies begründet sich in ihrer hohen Feuerungswärmeleistung von im Mittel 30 MW<sub>th</sub> (Median 22 MW<sub>th</sub>) bei gleichzeitig hohen Laufzeiten der Anlagen. Einen deutlichen Abstand in der Feuerungswärmeleistung gibt es bereits zu den Heizkraftwerken mit ORC-Technik (Mittelwert: 8,7 MW<sub>th</sub>, Median: 6,8 MW<sub>th</sub>). Anlagenstandorte mit Holzvergasungsanlagen haben in der Regel eine biomassebasierte Feuerungswärmeleistung kleiner 0,5 MW<sub>th</sub>.

Mit rund 92 % des gesamten Anlagenbestandes am häufigsten vertreten sind Holzheizwerke zur reinen Wärmebereitstellung und hier insbesondere Heizwerke mit einer Feuerungswärmeleistung kleiner 500 kW<sub>th</sub>. Sie machen rund 78% des Heizwerksbestandes aus und versorgen in der Regel kleinere Nahwärmenetze in der Grundlast. Vermehrt werden sie aber auch als monovalente<sup>32</sup> Heizsysteme in den Bestand integriert, wobei bei diesen Anlagen die Heizlast oft auf zwei Biomassekessel aufgeteilt wird. Bewusst hat man sich hier gegen eine Abdeckung der Spitzenlast durch fossile Energieträger entschieden, um eine 100%ige Wärmebereitstellung durch einen nachhaltigen Brennstoff gewährleisten zu können. Heizwerke mit einer thermischen Leistung von mehreren MW sind eher die Ausnahme. Sie liefern i.d.R. Prozesswärme für landwirtschaftliche Trocknungsanlagen oder sind im Produktionsablauf großer Holzbe- und verarbeitender Betriebe eingesetzt.

**Abbildung 37** verdeutlicht die Dominanz von Feuerungsanlagen kleiner 500 kW<sub>th</sub> in der Rubrik Biomasseheiz(kraft)werke, während Standorte (inkl. der KWK-Anlagen) mit einer installierten Leistung > 5 MW<sub>th</sub> nur mit 3% am Gesamtbestand vertreten sind.

<sup>32</sup> Monovalent bedeutet in diesem Zusammenhang, dass nur ein Heizsystem bzw. Energieträger den gesamten Wärmebedarf einer Liegenschaft decken kann.



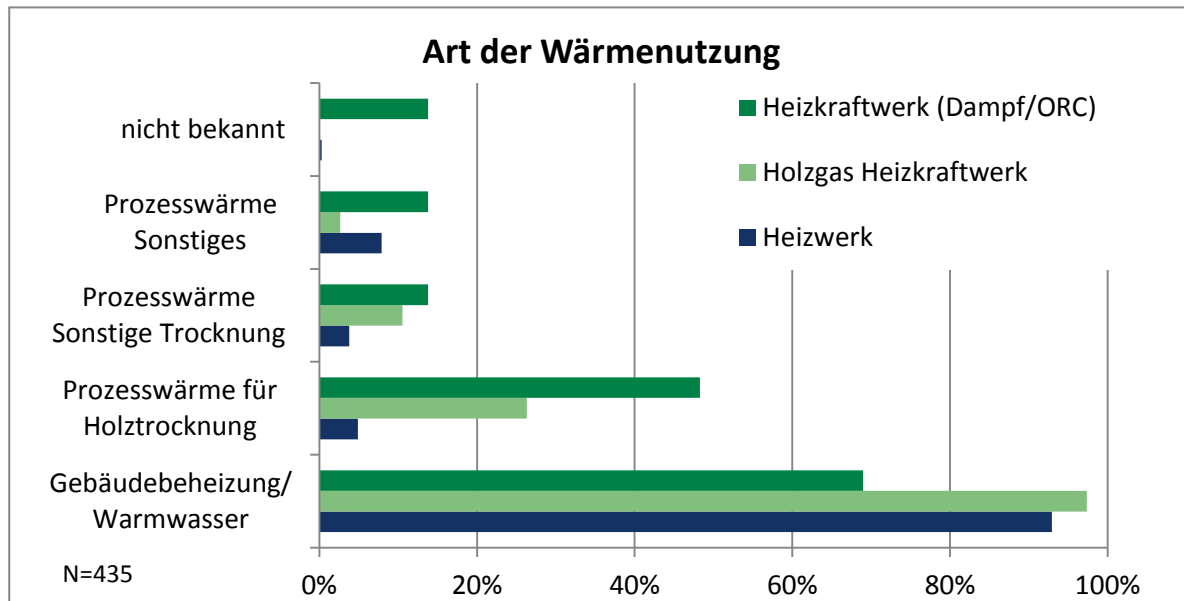
**Abbildung 37:** Anteil verschiedener Leistungsklassen bezogen auf die Feuerungswärmeleistungen des gesamten bayerischen Biomasseheiz(kraft)werkbestandes im Jahr 2014 (Datengrundlage: Erhebung C.A.R.M.E.N. e.V, LIV 2015)

Die installierte Nennwärmeleistung in Summe über den gesamten Anlagenbestand an Holzheizwerken liegt bei rund 1.720 MW<sub>th</sub> geschätzt. 899 MW<sub>th</sub> umfassen dabei die Heizwerke, die im Rahmen dieser Erhebung mit standortbezogener installierter Leistung bekannt sind. Alle KWK-Anlagen zusammen weisen eine thermische Leistung von 910 MW<sub>th</sub> auf, so dass in Bayern von einer installierten thermischen Gesamtleistung bei Holzfeuerungen größer 150 kW in Höhe von rund 2,6 GW<sub>th</sub> ausgegangen werden kann. Die genutzte Wärmemenge wird auf den gesamten Anlagenbestand bei einem Anteil von 53% reinen Wärmereizern und 47% KWK-Anlagen auf 6,4 TWh hochgerechnet.

#### *Umfrageergebnisse zur Wärmenutzung*

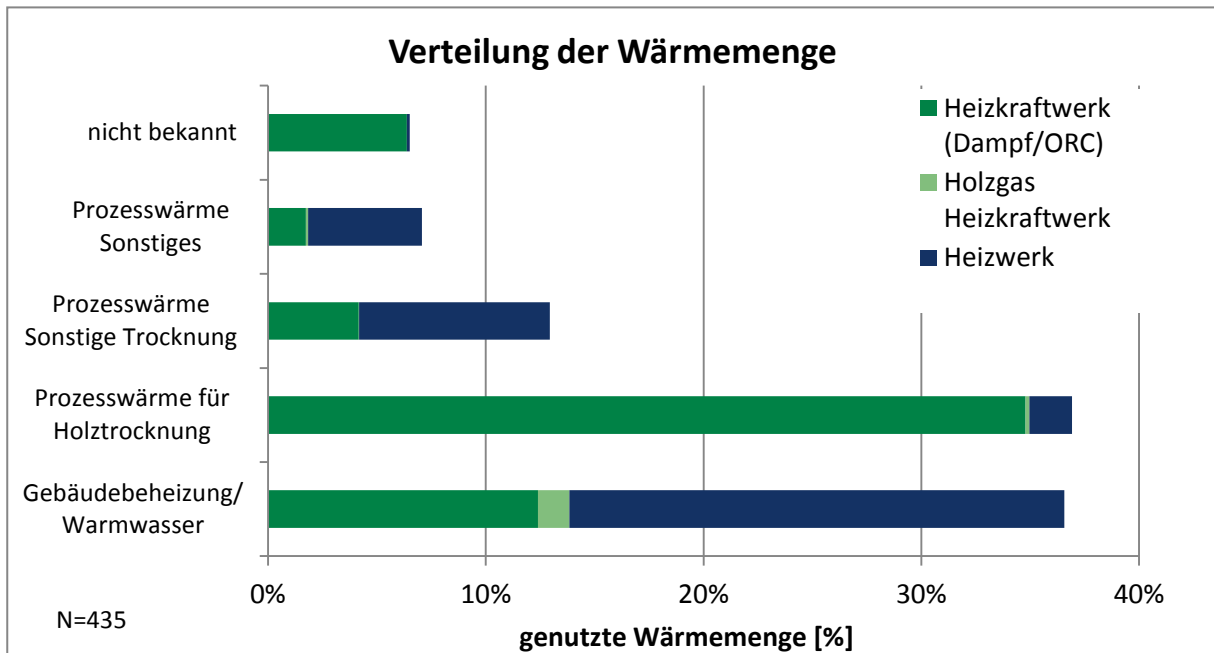
Die Art der Wärmenutzung ist von 435 Biomasseheiz(kraft)werken bekannt: zum einen über den Rücklauf der Fragebögen (172), insbesondere bei den Heizwerken aber auch über die Förderdatenbank des C.A.R.M.E.N. e.V.<sup>33</sup> 92% aller Rückmeldungen geben an, u. a. Wärme für die Gebäudeheizung bzw. für die Warmwasserversorgung bereitzustellen, bei den Heizwerken sind es sogar 97% (siehe Abbildung 38). Sehr bedeutend ist auch Prozesswärme für die Holz Trocknung, die in 22% der Fälle genannt wird. Typische Anwendungsfälle für „Sonstige Prozesswärme“ waren beispielsweise die Dampfbereitstellung für die Lebensmittelindustrie oder für Wäschereien.

<sup>33</sup> Zur Auswertung herangezogen wurden Heizwerke, die 2014 einer Berichtspflicht unterlagen oder erst in den letzten Jahren einen Förderantrag gestellt haben (n=263)



**Abbildung 38:** Häufigkeit der Nennungen zur Wärmenutzung ohne Gewichtung der genutzten Wärmemenge, Mehrfachnennungen möglich (C.A.R.M.E.N.-Umfrage 2015, Heizwerke n=368, Heizkraftwerke (Dampf/ORC) n=29, Holzgas Heizkraftwerk n=38)

Alle 453 Anlagen zusammen stellten 3,06 TWh Nutzwärme zur Verfügung. Drei Viertel dieser Wärme wurde zu etwa gleichen Teilen für die Gebäudeheizung und Holz Trocknung verwendet. Letztere ist insbesondere bei den Heizkraftwerken mit Dampfturbine oder ORC-Technik dominierend. Die Ergebnisse der Umfrage zur Art der Wärmenutzung und den jeweiligen Anteilen in Bezug auf die bereitgestellte Wärmemenge verdeutlicht Abbildung 39. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass diese Ergebnisdarstellung der Umfrage nicht repräsentativ für den gesamten Anlagenbestand an Biomasseheiz(kraft)werken in Bayern ist. Der Wärmeanteil für die Gebäudeheizung dürfte weit höher liegen, da typische Heizwerke für die Nahwärmeversorgung nur mit einem Prozentsatz von 12% des gesamten Anlagenbestandes vertreten sind, während etwa 50% der Heizkraftwerke (Dampf/ORC) abgebildet werden konnten. Dennoch zeigt der Umfragerücklauf, dass ein nicht unbedeutender Anteil des Energieholzes (vor allem Altholz und Koppelprodukte der Holzverarbeitenden Betriebe) in Prozesswärme für die Holz Trocknung umgewandelt wird und somit indirekt der Bereitstellung stofflicher Holzprodukte dient.



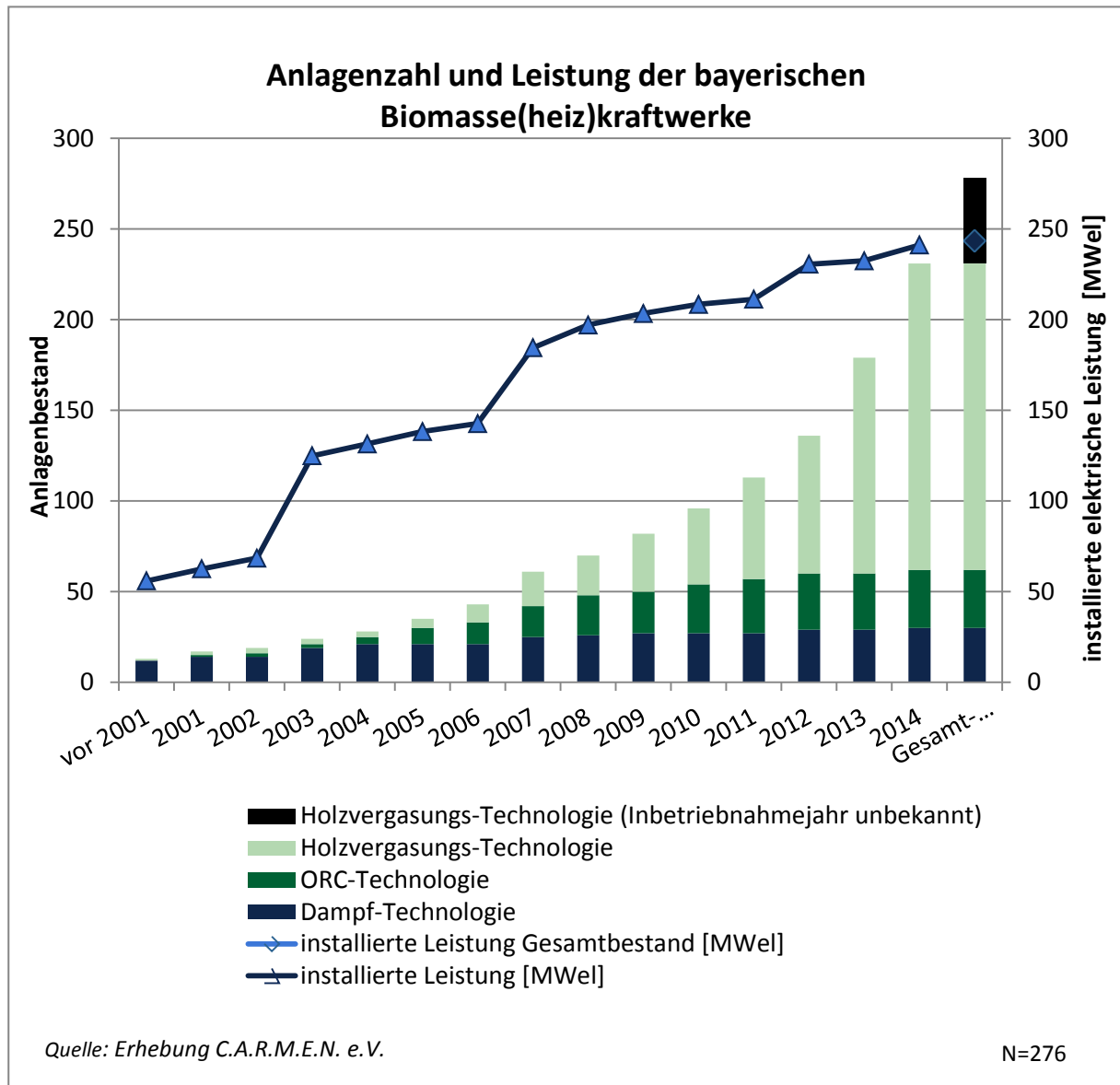
**Abbildung 39:** Art der Wärmenutzung und deren Anteil an der genutzten Wärmemenge (C.A.R.M.E.N.-Umfrage 2015, Heizwerke n=368, Heizkraftwerke (Dampf/ORC) n=29, Holzgas Heizkraftwerk n=38)

#### 4.7.4 Stromproduktion in Biomasse(heiz)kraftwerken

Nach derzeitigem Kenntnisstand waren Ende 2014 in Bayern 276 Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung in Summe von 248 MW<sub>el</sub> in Betrieb, die aus holziger Biomasse im Betrachtungsjahr 1,42 Terawattstunden Strom produzierten<sup>34</sup>. Im Vergleich zu allen anderen Bundesländern weist der Freistaat damit die meisten Biomasse(heiz)kraftwerke auf, wie das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ 2015a) in seinem Zwischenbericht „Stromerzeugung aus Biomasse 03MAP250“ belegt. Deutschlandweit wird in der Veröffentlichung ein Bestand von ca. 700 Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 1.500 MW<sub>el</sub> genannt. Damit stehen in Bayern ca. 40% der gesamtdeutschen Anlagen, jedoch nur 16% der installierten Leistung.

Wie Abbildung 40 zeigt, fand in den vergangenen drei Jahren eine Verdoppelung der stromerzeugenden Anlagenanzahl statt, während der wesentliche Zubau an elektrischer Leistung in den Jahren 2002 bis 2009 erfolgte. Die Strombereitstellung aus dem Festbrennstoff Holz wird dabei von drei Technologien getragen: dem klassischen Dampfkraftprozess mit Verstromung des Dampfes in einer Dampfturbine bzw. Dampfmaschine, dem ORC-Prozess (Organic Rankine Cycle) und der thermo-chemischen Vergasungstechnologie, die erst seit etwa 2010 einen Durchbruch hin zur Marktreife erreicht hat. Holzvergaser machen, wie die Grafik auch abbildet, mittlerweile rund Dreiviertel des stromerzeugenden Anlagenbestandes aus. Aufgrund ihrer geringen Leistung von meist kleiner 200 kW<sub>el</sub> tragen sie jedoch nur mit rund 23 MW<sub>el</sub> zur installierten Gesamtleistung bei.

<sup>34</sup> Beifuerung von Biomasse in Müllverbrennungsanlagen wurde in dieser Studie nicht berücksichtigt.



**Abbildung 40:** Anlagenanzahl und installierte elektrische Leistung der in Betrieb befindlichen bayerischen Biomasse(heiz)kraftwerke

Das Stromeinspeisungsgesetz ermöglichte es noch in den 90-er Jahren die ersten Holz-(Heiz)kraftwerke zu errichten, die überwiegend Altholz und Industrieresthölzer verbrannten und den erzeugten Strom ins Netz einspeisten. Anfangs waren die genutzten Brennstoffsortimente sehr kostengünstig bzw. sogar mit Entsorgungserlösen zu beziehen. Wie auch die ersten im Rahmen des Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) realisierten Anlagen, nutzen sie den konventionellen Dampfkraftprozess. Dabei wird Wasser durch die Verbrennung von Biomasse erhitzt, verdampft, der entstandene Dampf überhitzt und anschließend zur Entspannung auf eine Dampfturbine geleitet. Anschließend wird der entspannte Dampf kondensiert und zum Wärmeerzeuger zurückgeführt. Typische Vertreter dieser Anlagenkategorie sind beispielsweise die Altholz-(Heiz)kraftwerke der Steag New Energies GmbH in Großaitingen, Traunreut und Neufahrn mit zusammen etwa 16 MW<sub>el</sub>, sowie das mit naturbelassene Holzbrennstoffen befeuerte Heizkraftwerk in Pfaffenhofen mit rund 6 MW<sub>el</sub>. Die Dampfturbine ist eine ausgereifte Technologie für einen typischen Leistungsbereich ab 2 MW<sub>el</sub> mit hohen Verfügbarkeiten und elektrischen Wirkungsgraden bis zu 35% (KALTSCHMIDT ET AL. 2009) bei reinen Kondensationskraftwerken. Mit zunehmendem Anteil der Wärmeauskopplung und damit KWK-Betrieb sinkt jedoch der elektrische Wirkungsgrad. In den Jahren 2012 bis 2014 gingen nach Kenntnisstand der Autoren in Bayern drei Anlagen mit Dampfturbinen in Betrieb (ca. 10 MW<sub>el</sub>). In der Ver-



gangenheit wurden vereinzelt auch Dampfkolbenmotoren (Hersteller: „Spilling“) verbaut, eine Weiterentwicklung der klassischen Dampfmaschine mit einem Einsatzbereich weit unter 2 MW<sub>el</sub> und erzielbaren elektrischen Wirkungsgrade von etwa 15 % (KALTSCHMIDT ET AL. 2009). Einige wenige dieser Motoren sind auch heute noch in Betrieb.

Der Zuwachs sowohl hinsichtlich der Anlagenzahl als auch der installierten Leistung in den Jahren zwischen 2004 und 2009 ist hauptsächlich auf Anlagen mit ORC-Prozess zurückzuführen, der wie der konventionelle Dampfkraftprozess auf dem Rankine-Prozess basiert. Anstelle von Wasser wird jedoch ein organisches Arbeitsmedium, z.B. Silikonöl, verwendet, das geringere Siede- und Kondensations-temperaturen als Wasser aufweist. Er ist eigentlich ein typischer Nachschaltprozess und diente ursprünglich der Nutzung von Wärme, die auf einem niedrigen Temperatur- und Druckniveau anfällt. Deshalb kann die Wärme aus der Biomasseverbrennung dem ORC-Prozess i.d.R. nicht direkt zugeführt werden. Um eine Überhitzung und damit Zerstörung des organischen Arbeitsmittels zu verhindern, wird ein Thermoöl- oder Heißwasserkreislauf zwischen die Biomassefeuerungsanlage und den ORC-Prozess geschaltet, welcher die Wärmeenergie der Biomasseverbrennung in einem Verdampfer auf das organische Arbeitsmittel überträgt. Der Thermoölkreislauf verteuert die Anlage nicht unerheblich. Auch sind dadurch die erreichbaren elektrischen Wirkungsgrade der meist wärmegeführten Anlagen mit nicht mehr als 12-14 % bezogen auf den eingesetzten Brennstoff begrenzt (KARL 2012). Die Nachteile werden durch die geringeren Betriebskosten aufgewogen, die sich durch die Einsparung von Personal ergibt. Aufgrund des niedrigeren Betriebsdrucks muss nicht ständig Personal anwesend sein. Durch den Technologie-Bonus von 2 Cent je kWh eingespeisten Strom im 2004er und 2009er EEG erhielt diese Art der Stromerzeugung aus fester Biomasse im Leistungsbereich zwischen 300 kW<sub>el</sub> und 3 MW<sub>el</sub> Vorschub. In den Jahren 2012 bis 2014 gingen nach Wegfall des Technologiebonus in Bayern nur zwei ORC-Anlagen (5,2 MW<sub>el</sub>), angegliedert an große Holzverarbeitende Unternehmen, ans Netz.

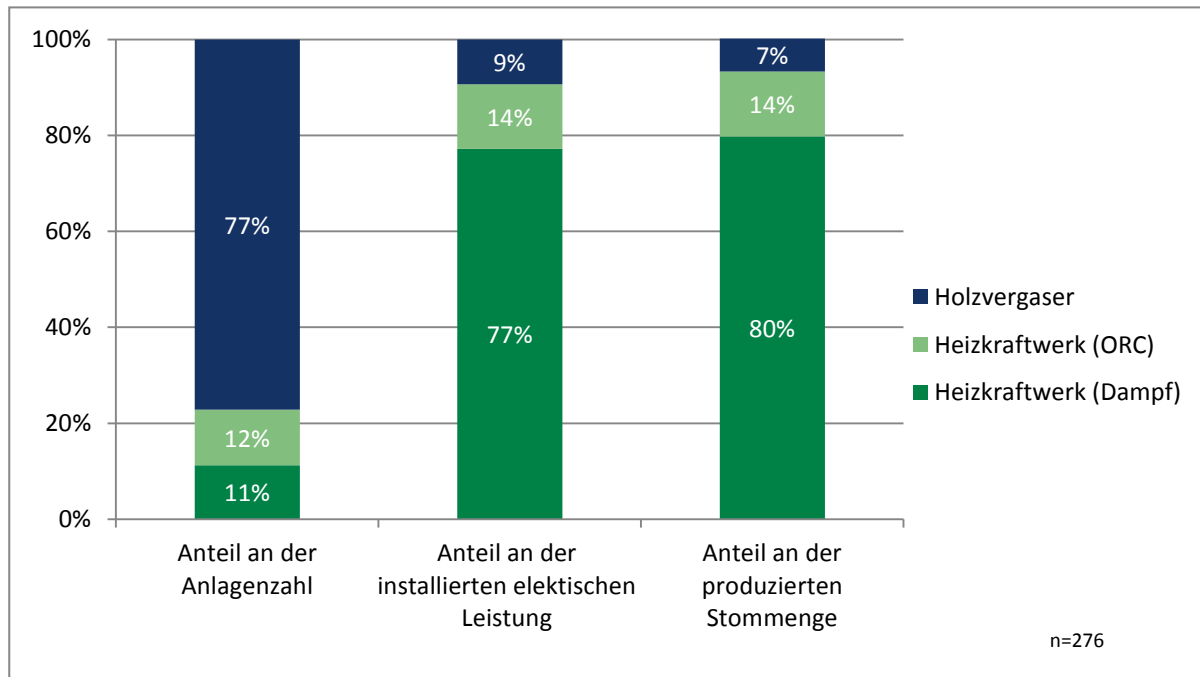
Die Erzeugung von Holzgas mit anschließender Nutzung im Gasmotor ermöglicht Stromerzeugung auch im kleinen Leistungsbereich. Aufgrund der vergleichsweise hohen elektrischen Wirkungsgrade zwischen 25 und 35 % ist/war<sup>35</sup> die Holzvergasung der Hoffnungsträger für die dezentrale Stromerzeugung aus fester Biomasse. Anlagen kleiner Leistung arbeiten meist mit einem Festbettvergaser im Gleich- oder im Gegenstrom. Größere Gasmengen werden mit Wirbelschichtvergasern oder Flugstromvergasern erzeugt. In der Regel ist vor der Verstromung des Produktgases eine Gasreinigung erforderlich, denn das Holzgas muss für einen störungs- und wartungsarmen Betrieb des Schwachgasmotors gekühlt sowie staub- und teerarm vorliegen. Obwohl eine altbekannte Technik, waren bis vor wenigen Jahren nur Prototypen und „Eigenbauten“ vorzufinden. Erst als Hersteller wie Spanner Re<sup>2</sup> GmbH, Burkhardt GmbH oder Holzenergie Wegscheid GmbH Serienprodukte am Markt angeboten haben, die einen stabilen Dauerbetrieb sicherstellen konnten, trat der Holzvergaser seinen Siegeszug an. Allein in den Jahren 2013 und 2014 gingen nach Angaben der drei Hersteller 85 Anlagen in den Leistungsklassen 30, 45, 65, 125, 180 kW<sub>el</sub> in Betrieb (SPANNER 2015, BURKHARDT 2015, WEGSCHEID 2015). Eine herausragende Stellung hinsichtlich seiner Leistung (5 MW<sub>el</sub>) nimmt der von der SWU Energie GMBH betriebene Holzvergaser in Senden ein, der 2012 ans Netz ging.

Abbildung 41 veranschaulicht nochmals deutlich die große Zahl der Anlagen mit Holzvergasungstechnologie bei der Holzverstromung. Zur installierten Gesamtleistung tragen sie in Bayern zu 9 % und zur erzeugten Strommenge zu 7 % bei.

---

<sup>35</sup> siehe Diskussion der Auswirkungen des EEG 2014 unter Kapitel 4.7.6





**Abbildung 41:** Anteil der unterschiedlichen Technologien zur Stromerzeugung aus fester Biomasse am Anlagenbestand sowie deren Anteile an der installierten elektrischen Leistung und produzierten Strommenge in Bayern

Die Stromerzeugung aus fester Biomasse wird nach wie vor zu 80 % von Dampf(heiz)kraftwerken getragen, obwohl lediglich 31 Heizkraftwerksstandorte mit dieser Technologie in die Erhebung eingeflossen sind. Deren Einfluss begründet sich durch die im Vergleich zu den beiden anderen Technologien hohen installierten elektrischen Leistungen im Mittel von 6,2 MW<sub>el</sub>. Tabelle 14 weist statistische Werte für den im Rahmen dieser Studie eruierten Anlagenbestand aus.

Tabelle 14: Elektrische Leistungsbereiche verschiedener Technologien zur Stromerzeugung aus Holzbrennstoffen in Bayern (C.A.R.M.E.N.-Datenbank und unbekannter Anlagenbestand Holzvergaser gemäß Herstellerangaben, n=276)

	Median	Mittelwert	Kleinste Anlage	Größte Anlage
Heizkraftwerk (Dampf)	5,300 MW <sub>el</sub>	6,184 MW <sub>el</sub>	0,150 MW <sub>el</sub> <sup>36</sup>	20,000 MW <sub>el</sub>
Heizkraftwerk (ORC)	0,825 MW <sub>el</sub>	1,050 MW <sub>el</sub>	0,315 MW <sub>el</sub>	2,600 MW <sub>el</sub>
Holzgas Heizkraftwerk	0,045 MW <sub>el</sub>	0,108 MW <sub>el</sub>	0,015 MW <sub>el</sub>	5,012 MW <sub>el</sub>

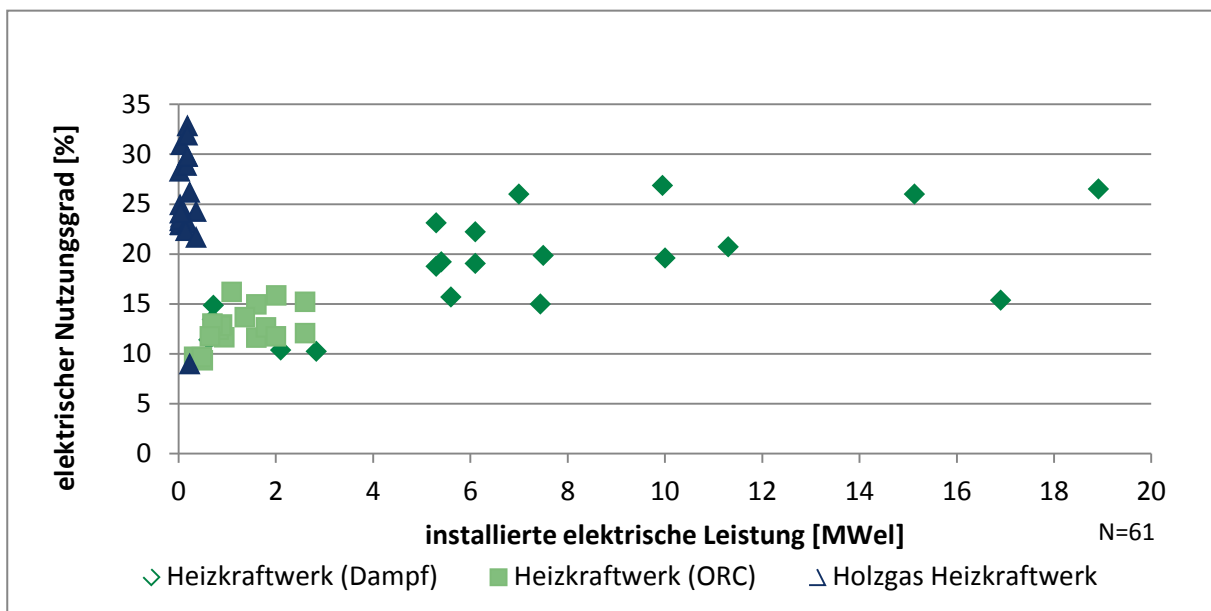
Fast alle Biomasse(heiz)kraftwerke des bekannten Adressbestandes konnten mit den EEG-Anlagenstammdaten der in Bayern angesiedelten Übertragungsnetzbetreiber (TENNET TSO GMBH 2015, AMPRION GMBH 2015) verknüpft werden. Über die veröffentlichten Bewegungsdaten des Jahres 2014 waren daher auch die eingespeisten Strommengen von den Anlagen bekannt, die nicht an der Betreiberumfrage im Sommer 2015 teilgenommen haben. Bei einem Großteil der Holzvergaser kleiner 50 kW<sub>el</sub>, der sich zwar über die Befragung der Hersteller quantitativ erfassen, jedoch bisher nicht mit den Stamm- oder Bewegungsdaten der Netzbetreiber identifizieren ließ, musste die produzierte Strommenge über mittlere Volllaststunden vergleichbarer Anlagen abgeschätzt werden.

<sup>36</sup> Bei dieser Anlage handelt es sich um einen Dampfmotor.

### Auswertung Betreiberumfrage Biomasse(heiz)kraftwerke

An der Umfrage beteiligten sich 75 Betreiber von Biomasse(heiz)kraftwerken, d.h. 44% der befragten Anlagen, aber nur 27% des tatsächlich installierten Bestandes. Aufgrund fehlender Angaben in den Fragebögen konnten zu einzelnen Fragestellungen nicht alle Rücksendungen zur Auswertung herangezogen werden. Die Umfrage zeigt folgende Tendenzen auf:

- Aussagen zur **elektrischen Jahresarbeit** wurden von 63 Anlagen gemacht, die zusammen 654 GWh Strom produziert haben. Ein Vergleich mit der EEG-vergüteten Strommenge dieser Anlagen von 596 GWh zeigt, dass nur ein Anteil von 92% des erzeugten Stroms eingespeist wurde<sup>37</sup>. Die Differenz dient vermutlich zur Deckung des **Eigenstrombedarfs**. Von zwei Unternehmen, eines davon aus der Papierindustrie, ist bekannt, dass sie 100% des erzeugten Stroms selbst nutzen. Einen Zuschlag über das KWK-Gesetz erhält keine der über die Umfrage erfassten Anlagen.
- Der **elektrische Nutzungsgrad** errechnet sich gemäß DBFZ (2015B) aus dem Quotienten der Stromerzeugung und des Brennstoffeinsatzes<sup>38</sup>. Weil an einigen Anlagenstandorten neben der Feuerung zu Strombereitstellung auch noch reine Wärmeerzeuger betrieben werden und im Fragebogen der Brennstoffeinsatz oftmals nur in Summe angegeben wurde, können nur 61 Anlagen zur Auswertung herangezogen werden. Abbildung 42 veranschaulicht insbesondere die Unterschiede zwischen den Verstromungstechnologien. Die Mittelwertbildung zeigt folgende Reihung des elektrischen Jahresnutzungsgrades: Holzgas Heizkraftwerk 26%, Heizkraftwerk (Dampf): 20%, Heizkraftwerk (ORC): 13%.



**Abbildung 42:** Verteilung der elektrischen Nutzungsgrade in Abhängigkeit der installierten Leistung und Verstromungstechnologie (C.A.R.M.E.N.-Umfrage 2015, N=61)

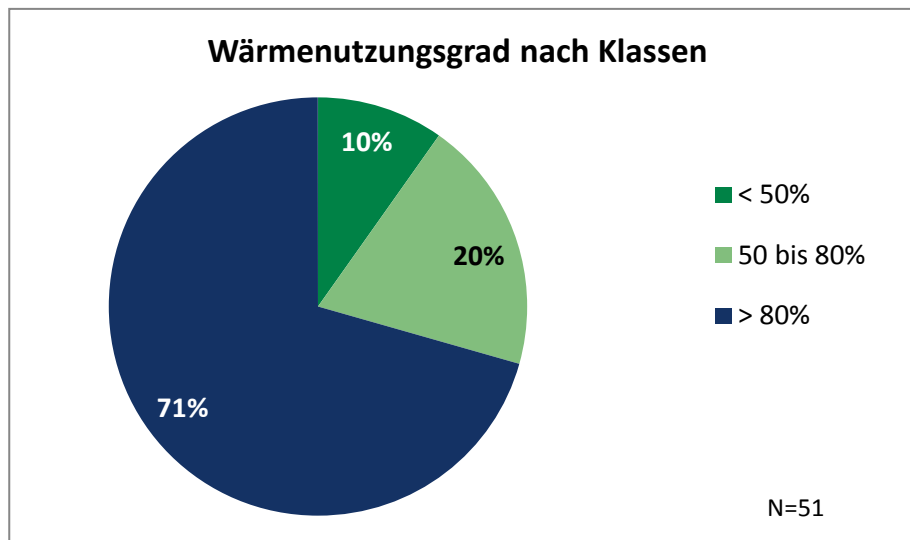
- 46 Betreiber äußerten sich zur **Betriebsweise** ihrer Anlagen. Demnach werden 28% stromgeführt betrieben, 67% wärmegeführt und 1% in wechselnder Betriebsweise. Die stromgeführten

<sup>37</sup> Beifeuerung von Biomasse in Müllverbrennungsanlagen wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt

<sup>38</sup> Als Brennstoffeinsatz ist dabei der Brennstoffenergieinhalt umschrieben. Im Rahmen dieser Erhebung wurde er über die gemeldeten Brennstoffverbräuche und den jeweiligen mittleren Energieinhalt gemäß Wassergehalt und bekannter Holzart ermittelt.

Anlagen haben im Mittel eine elektrische Leistung von 5 MW<sub>el</sub>, während kleine Anlagen (Mittelwert 1 MW<sub>el</sub>) häufiger wärmegeführt betrieben werden.

- 51 Rückmeldungen liegen zum **Grad der Wärmenutzung** vor, der als pauschaler Prozentwert abgefragt wurde und im Durchschnitt 83% betrug. Ein Altholzkraftwerk sowie ein Altholz-Mischkraftwerk meldeten keinerlei Wärmenutzung. Weitere 3 Anlagen nutzen zwar einen Teil der anfallenden Wärme, jedoch lag der Nutzungsgrad unter 50%. Das nachfolgende Kreisdiagramm zeigt die Verteilung der Wärmenutzungsgrade. Im Vergleich dazu ermittelte das DBFZ im Rahmen des EEG-Monitorings 2014 über bundesweit 70 auswertbare Anlagen einen ähnlich hohen Wärmenutzungsgrad von 89% (DBFZ, 2015A).



**Abbildung 43:** Verteilung des Wärmenutzungsgrades bei Biomasse(heiz)kraftwerken (C.A.R.M.E.N.-Umfrage 2015, N=51)

- Die Betreiber von Biomasse(heiz)kraftwerken wurden gebeten, neben der erzeugten Strommenge auch die erzeugte Wärmemenge anzugeben. Dabei zeigte sich, dass die Fragestellung nicht präzise genug formuliert war, so dass sich Aussagen zur anfallenden Wärmemenge und tatsächlich **genutzter Wärmemenge** vermischten. Über eine Plausibilitätsprüfung wurde versucht, eine Zuordnung zu erreichen, wobei klar wurde, dass häufig nur die genutzte Wärmemenge angegeben wurde. Von 51 Anlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 92 MW<sub>el</sub> und 515 GWh erzeugter Strommenge betrug die verwertete Wärmemenge 1,13 TWh.

#### 4.7.5 Eingesetzte Energieholzsortimente

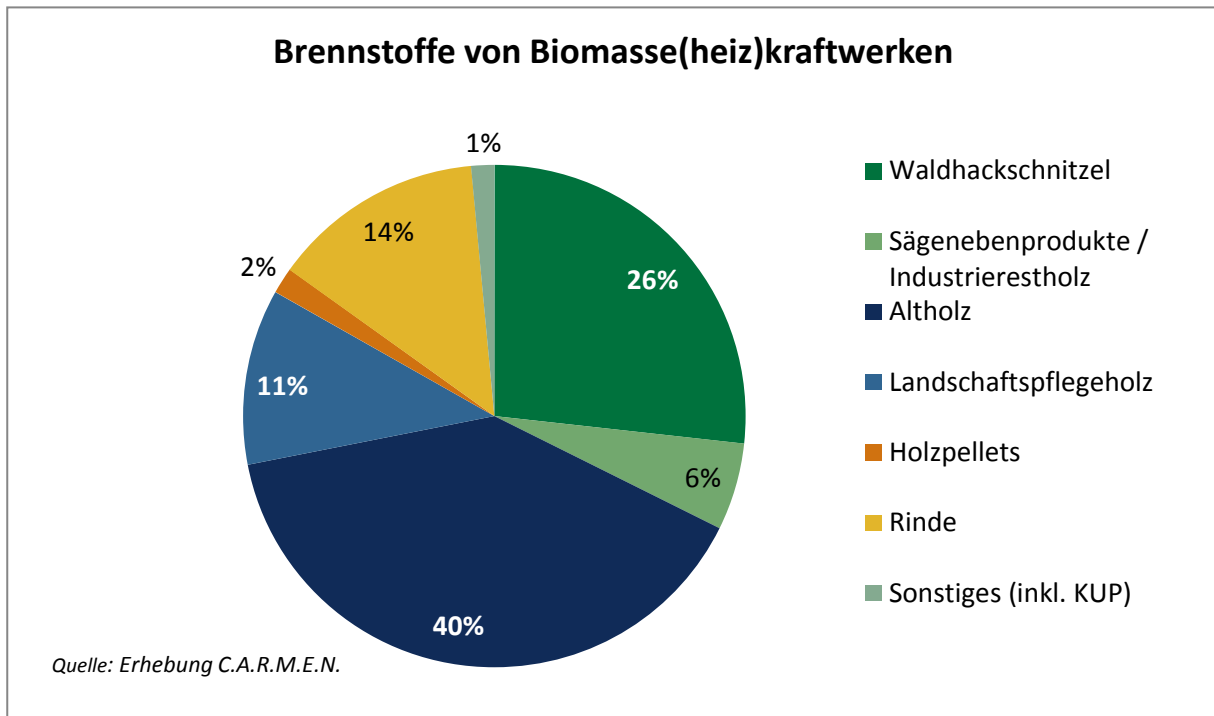
Welche Brennstoffsortimente in Bayerischen Biomasse(heiz)kraftwerke eingesetzt werden, hängt stark von der Größe der Anlagen, sowie der Anlagenart ab. So ist Altholz beispielsweise der dominierende Brennstoff bei stromerzeugenden Anlagen, während reine Wärmeerzeuger etwa zur Hälfte ihren Brennstoffbedarf mit Waldrestholz decken (siehe Abbildung 44 und Abbildung 45). In den folgenden Absätzen werden die absoluten Verbräuche der Energieholzsortimente sowie deren Verteilung auf die Anlagentypen näher beschrieben.

Tabelle 15: Energieholzverbrauch in bayerischen Biomasseheiz(kraft)werken für das Jahr 2014, (hochgerechnet)

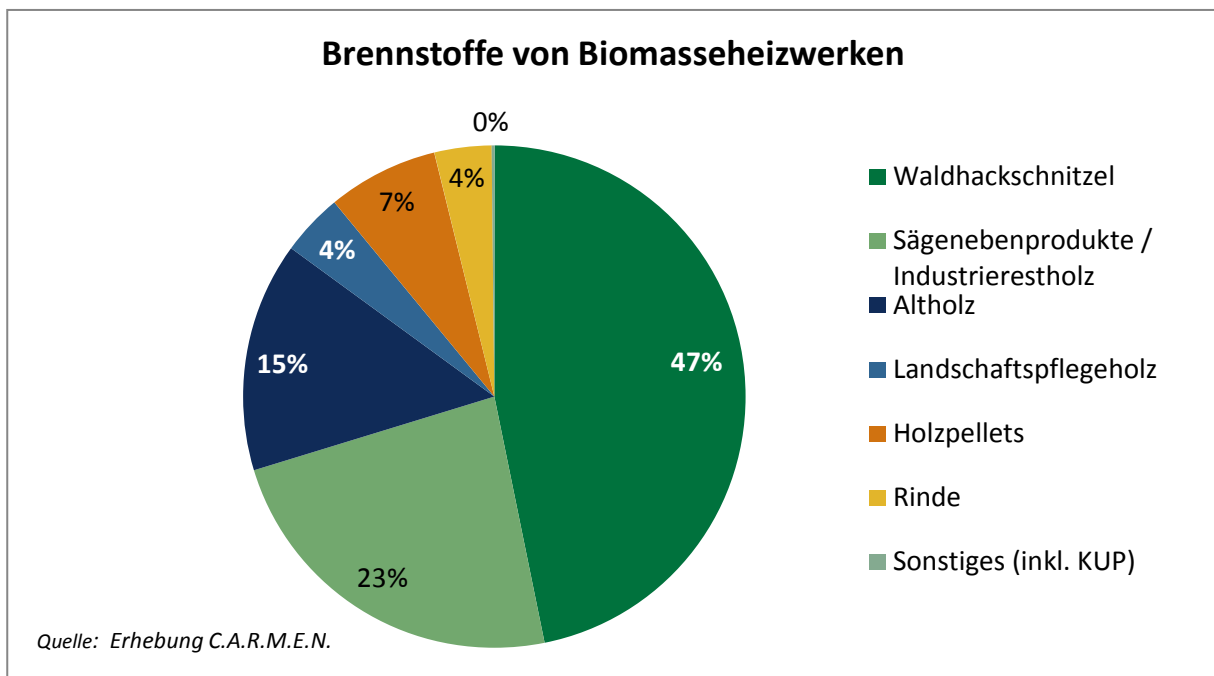
	Energieholzverbrauch 2014 [Tonnen atro]	Anteil am Verbrauch in Bayern
<b>Waldhackschnitzel</b>	812.000	33%
<b>Altholz</b>	768.000	32%
<b>Sägenebenprodukte / Industrierestholz</b>	281.000	12%
<b>Rinde</b>	252.000	10%
<b>Landschaftspflegeholz</b>	217.000	9%
<b>Holzpellets</b>	84.000	3%
<b>Sonstiges (inkl. KUP)</b>	16.000	1%
<b>Summe</b>	<b>2.430.000</b>	<b>100%</b>

Die Marktbetrachtung geht von rund 768.000 t **Altholz** (atro) aus, die in Bayern 2014 der thermischen Nutzung in Biomasseheiz(kraft)werken zugeführt wurden. Zu einem Großteil wird diese Menge in Dampf(heiz)kraftwerken verbrannt. Dabei zeigen die Umfragerückläufe, dass von 31 Dampfanlagen mindestens 18 Standorte Altholz einsetzen, z. T. ausschließlich. Im Mittel über alle Dampf(heiz)kraftwerke beträgt der Anteil dieses Brennstoffsortiments hochgerechnet 73 %. Weiterhin heizen mit Altholz immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Biomasseheizwerke, die an Standorten des Holzverarbeitenden Gewerbes angesiedelt sind.

Hackschnitzel aus **Waldrestholz** werden über alle Feuerungsarten hinweg zu einem großen Anteil eingesetzt. Bei den ORC-Anlagen nahmen Waldhackschnitzel 2014 einen Anteil am Brennstoffinput von 57 % ein. Biomasseheizwerke werden zu 50 % mit diesem Brennstoff befeuert. Betrachtet man nur einen Ausschnitt der Grundgesamtheit, nämlich die Heizwerke, die über das TFZ gefördert wurden, so setzten diese gemäß den Jahresberichten 2013 zu 81 % Waldhackgut ein (HIENDLMEIER 2014). Diesen deutlichen Unterschied im Waldhackguteinsatz machen vor allem die großen Wärmeerzeuger aus, die an Holzverarbeitenden Betrieben angeschlossen sind und eigene Produktionsreste verbrennen. Der Einsatz von Waldhackschnitzel zur Energieerzeugung ist über die Jahre deutlich gestiegen: Von 473.000 t im Jahr 2010 (FRIEDRICH ET. AL 2012) über 725.000 t atro im Jahr 2012 (GAGGERMEIER ET. AL 2014) hin zu 812.000 t atro im Jahr 2014. Insgesamt ist der Zuwachs sowohl durch ein Marktwachstum als auch eine verbesserte Erfassung der Anlagen zu erklären.



**Abbildung 44:** Einsatz von Brennstoffen nach deren Anteil im Jahr 2014 in bayerischen Biomasseheizkraftwerken, die Strom und Wärme produzieren (hochgerechnet)



**Abbildung 45:** Einsatz von Brennstoffen nach deren Anteil im Jahr 2014 in bayerischen Biomasseheizwerken zur reinen Wärmeproduktion (hochgerechnet)

Etwa 281.000 t atro **Sägenebenprodukte und Industrieresthölzer** wurden 2014 energetisch genutzt und stehen damit an dritter Stelle der eingesetzten Brennstoffe. Sie wandern meist direkt in die werkseigenen Feuerungen der holzbe- und verarbeitenden Betriebe, allerdings ist seit vielen Jahren auch die Pelletindustrie ein wichtiger Abnehmer der Nebenprodukte. Der Einsatz reiner **Rindensortimente** wurde getrennt erfasst, wobei für 2014 ein Verbrauch von 252.000 t atro ermittelt wurde. „Strom, der unter Einsatz von Rinde gewonnen wird, ist unabhängig von deren Herkunft mit dem

NawaRo-Bonus zu vergüten. Demzufolge gilt dies auch für Strom, der unter Einsatz von Rinde aus der industriellen Holzverarbeitung gewonnen wird.“ (CLEARINGSTELLE, 2010). Aufgrund dieser Auslegung im EEG 2004 und 2009 sind es vor allem Heizkraftwerke mit ORC-Technik aber auch einige Dampfkraftwerke, die, um in den Genuss des Nawaro-Bonus zu kommen, erhebliche Anteile an Rinde verfeuern. Die energetisch verwertete Rinde entspricht einem Volumen von rund 580.000 m<sup>3</sup>. Dem steht ein Rindenaufkommen von 900.000 m<sup>3</sup> gegenüber. Vermutlich wird die übrige Rindenmenge als Einstreu in der Tierhaltung und als Rindenmulch im Garten- und Landschaftsbau verwendet und macht den größten Teil der von den Sägewerken bei der Verwertung unter „Sonstiges“ genannten Menge von rund 330.000 m<sup>3</sup> aus.

**Landschaftspflegeholz** spielt mit lediglich 9 % am massenmäßigen Input im Reigen der Energieholzsortimente zwar eine untergeordnete Rolle, jedoch ergänzt es über alle Anlagentypen hinweg den Hauptbrennstoff Waldrestholz. Zusammen mit Rinde und Waldrestholz sichern sich im EEG 2004 und 2009 vergütete Heizkraftwerke über den Einsatz von Landschaftspflegeholz den Nawaro-Bonus bzw. die Zuordnung zu den entsprechenden Einsatzstoffvergütungsklassen im EEG 2012. 217.000 t atro energetisch verwertetes Landschaftspflegeholz im Jahr 2014 konnten über die Umfrage erfasst werden. Dies entspricht einem Volumen von rund 500.000 m<sup>3</sup>. Dem steht ein Aufkommen von rund 463.000 m<sup>3</sup> gegenüber, das sich aus 240.000 m<sup>3</sup> bei der Verkehrswegepflege, 170.000 m<sup>3</sup> von Flur- und Siedlungsholz (vgl. 4.1.4 ) und den 53.000 m<sup>3</sup> von den Altholzaufbereitern erfasstem holzigen Material aus der Grüngutsammlung (vgl. 4.4.3) zusammensetzt. Der bundeslandübergreifende Handel ist bei den genannten Sortimenten schwierig zu fassen, spielt aber nach Expertenaussagen eine zunehmende Rolle.

Die Verfeuerung von **Holzpellets** im mittleren Leistungsbereich ist mittlerweile keine Seltenheit mehr, dennoch liegt die installierte Leistung der Anlagen kaum über 500 kW<sub>th</sub>. Ausnahmen bestätigen auch hier die Regel, denn in den letzten Jahren wurden einige Anlagen im Gültigkeitsbereich der 4. BimSchV in Bayern projektiert und in Betrieb genommen, die Pellets zur Dampferzeugung in Industrie- und Gewerbebetrieben einsetzen. Der erhobene Verbrauch an Pellets in diesem Leistungssegment stieg von 37.000 t atro im Jahr 2012 auf 84.000 t atro. Etwa ein Drittel davon wurde als sogenannte Nawaro-Holzpellets in Holzvergasern eingesetzt.

Altholz und Waldrestholz waren somit, wie auch 2012 die wichtigsten Holzbrennstoffe für bayerische Biomasseheiz(kraft)werke. Die Tabelle 15 zeigt die die Anteile der verschiedenen Energieholzsortimente. Sieben Heizwerke meldeten den Einsatz von vergleichsweise geringen Mengen Hackschnitzeln aus Kurzumtriebsplantagen.

#### *Brennstoffeigenversorgung*

184 Betreiber von Biomasseheiz(kraft)werken bezifferten in der schriftlichen Befragung den Anteil der Eigenversorgung mit Brennstoffen. 67% kaufen den gesamten Brennstoff zu, 18% versorgen sich zu 100% selbst, dabei handelt es sich meist um Sägerestholz oder Rinden aus dem eigenen Betrieb oder behandelte Resthölzer, die zur Fraktion Altholz zählen, 15% können einen Teil des Brennstoffbedarf selbst decken.

### 4.7.6 Fazit und Trends

Der Energieholzverbrauch außerhalb der Privathaushalte in mittleren und großen Feuerungsanlagen ist erneut angestiegen und kann für das Jahr 2014 auf ca. 2,9 Mio. t atro abgeschätzt werden. Dabei wird dem Feuerungssegment im Leistungsbereich zwischen 50 und 150 kW<sub>th</sub>, das den Anlagenbe-

stand in kleineren Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden widerspiegelt, ein Verbrauch von 0,44 Mio. t atro zugewiesen. Auf den Sektor der Biomasseheiz(kraft)werke entfallen rund 2,43 Mio. t atro. In Anlehnung an die statistischen Erhebungen des Kaminkehrerhandwerks und auf Grundlage einer im Rahmen dieser Studie durchgeführten Erhebung bei den Genehmigungsbehörden zu Feuerungen im Gültigkeitsbereich der 4. BImSchV ist davon auszugehen, dass in Bayern derzeit knapp 3.400 Holzheizwerke bzw. Holz(heiz)kraftwerke in Betrieb sind.

Der Energieholzmarktbericht 2012 ließ aufgrund der damaligen Datengrundlage lediglich auf einen Bestand von etwa 2.000 Biomasseheiz(kraft)werke schließen. Zusammen mit den kleineren Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden wurde ein Energieholzverbrauch von 2,59 Mio. t atro erhoben (GAGGERMEIER ET AL. 2014). Die Steigerung des Verbrauchs in Höhe von 13% ist nicht allein dem Zubau in den vergangenen zwei Jahren zuzuschreiben. So sind im Anlagenbestand größer 1 MW Feuerungswärmeleistung bisher nicht berücksichtigte Verbraucher über die Umfrage bei den Landratsämtern identifiziert worden (gewerblich genutzte Großanlagen), vor allem aber wurde bisher die Anzahl der nicht genehmigungsbedürftigen Holzfeuerstätten im Leistungsbereich größer 150 kW<sub>th</sub> unterschätzt.

## Zubau

Die C.A.R.M.E.N.-Anlagendatenbank kennt 98 Holzheizwerke die in den Jahren 2012 bis Ende 2014 in Bayern ihren Betrieb aufgenommen haben. Mit einer kumulierten Leistung von rund 80 MW<sub>th</sub> hatten Sie 2014 etwa einen Bedarf von 54.000 t atro. Davon wurden 71 Standorte durch die Beantragung bayerischer Fördermittel im Rahmen des Programms BioKlima bekannt. Zu einer Mehrung des Brennstoffbedarfs haben zudem 93 neu ans Netz genommene stromerzeugende Anlagen beigetragen, deren zusätzlicher jährlicher Energieholzbedarf im Jahr 2014 etwa 100.000 t atro<sup>39</sup> betrug. Wie hoch der absolute Zubau und somit auch die dadurch generierte Energieholznachfrage bei den mittleren und großen Holzfeuerungsanlagen in den vergangenen beiden Jahren insgesamt war, lässt sich nicht genau beziffern. Folgenden Datenquellen können einen Hinweis auf die Entwicklung geben:

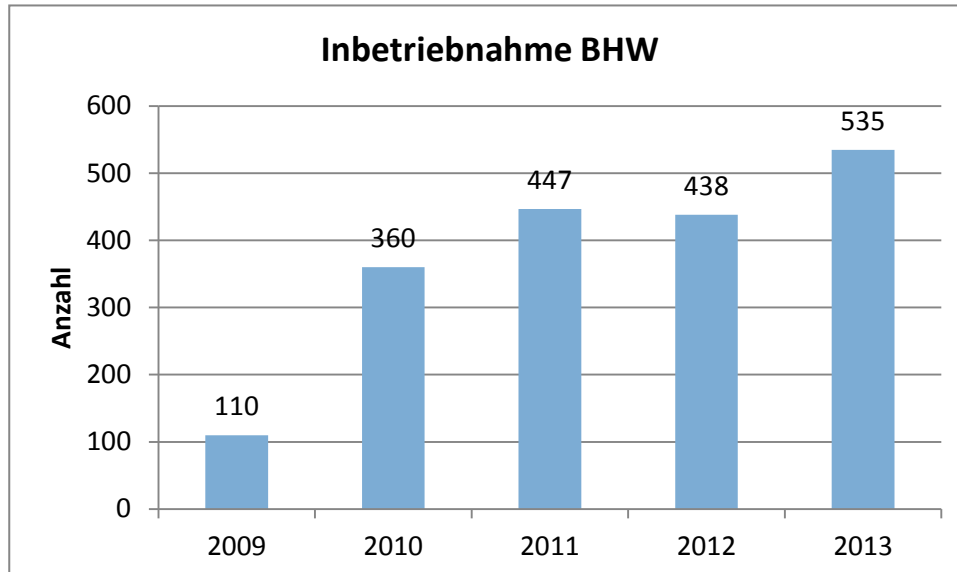
- Gemäß der Kaminkehrer-Statistik (LIV 2015) sind seit Inkrafttreten der novellierten 1. BImSchV im März 2010 rund 3.600 Holzfeuerungen größer 50 kW und kleiner 1 MW Feuerungswärmeleistung in der Fläche errichtet worden. Eine Leistungsklassenverteilung, wie in Kapitel 3.1.8 beschrieben vorausgesetzt, könnte dahinter eine in vier Jahren installierte Anlagenleistung von rund 500 MW<sub>th</sub> stecken. Mit pauschalen Betriebsdaten hochgerechnet<sup>40</sup> lässt sich ein jährlicher Energieholzbedarf von ca. 220.000 t atro ableiten. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass es sich dabei zu einem Teil sicherlich auch um Ersatzinvestitionen für veraltete Holzheizungen handeln wird. Z.B. werden Stückholzkessel aus Komfortgründen gerne bei Kesseltausch durch Hackschnitzelkessel ersetzt.
- Nach wie vor stark nachgefragt war in den vergangenen Jahren auch das bundesweite KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“, das u.a. Biomassefeuerungen mit einer Nennwärmeleistung größer 100 kW bezuschusst. Abbildung 46 verdeutlicht die Entwicklung der bundesweit geförderten Heizwerke anhand des Jahresdatums der Wertstellung des Tilgungszuschusses. Der Anteil bayerischer Antragsteller schwankte in den Jahren zwischen 48 und 57 %<sup>41</sup>. Für das Jahr 2014 liegen bis dato noch keine offiziellen Zahlen für wertgestellte Zuschüsse vor, allerdings gingen 2014 allein aus dem Bundesland Bayern 350 Anträge ein mit einer geplanten

<sup>39</sup> 3 Großanlagen sind davon bereits im Laufe des Jahres 2012 erstmals ans Netz gegangen. Im Vergleich zum Energieholzmarktbericht 2012 generiert sich daraus jedoch ein Mehrbedarf für ein volles Betriebsjahr.

<sup>40</sup> 1800 Vbh bei einem Jahresnutzungsgrad von 80%, Energieinhalt je t atro: 5,1 MWh

<sup>41</sup> Auswertung diverserer Evaluierungsberichte zum KfW-Programm „Erneuerbare Energien – Premium“

kumulierten Anlagenleistung von 80 MW<sub>th</sub><sup>42</sup> (WÜLBECK 2015). Im Jahr 2013 waren es 278 Förderanträge mit einer durchschnittlichen Leistung von 247 kW<sub>th</sub> (STUIBLE 2014). Die hohen Antragszahlen 2013 und 2014 lassen vermuten dass die 2. Stufe der Grenzwertverschärfung in der 1. BImSchV hier einen gewissen Vorzieheffekt bewirkt hat und viele Betreiber versuchten, ihre Anlagen noch vor dem 31.12.2014 zu errichten.



**Abbildung 46:** Entwicklung der Inbetriebnahmen von Biomasseheizwerken im Rahmen des KfW-Programms „Erneuerbare Energien – Premium“ von 2009 bis 2013 (Datenquelle: STUIBLE 2015)

### Das (vorerst) letzte Aufbäumen der KWK-Branche

„Der Markt in Deutschland ist tot“. Mit diesem kurzen Satz lässt sich aus heutiger Sicht die prekäre Situation bei holzbasierten KWK-Anlagen beschreiben, die durch die Novelle des EEG im Jahr 2014 ausgelöst wurde. Wie das EEG-Anlagenregister der Bundesnetzagentur (BNETZA, 2015) und auch die bei den Herstellern von Holzvergäsern durchgeführte Umfrage Mitte 2015 zu deren Verkaufszahlen bestätigte, ging bis dato kein Biomasseheizkraftwerk nach dem neuen EEG 2014 in Betrieb. Lediglich wenn alte BHKWs (überwiegend Pflanzenöl-BHKWs) mit einem Anspruch auf Vergütung gemäß EEG-Vorgängerregelungen mit einem Holzvergaser ergänzt werden können, ist noch ein Zubau erfolgt.

Der Energieholzmarktbericht 2014 dürfte somit, sollte es nicht zu einer Kehrtwende seitens der Politik kommen, der vorerst letzte Bericht sein, der rückblickend der KWK aus Holz einen Boom zuschreiben kann. Insbesondere die Holzvergaser waren es, die eine Explosion des Anlagenbestandes ermöglichten. 85 neue Standorte konnten mit dieser Markterhebung erfasst werden. Für Biomasseheiz(kraft)werke im höheren Leistungsbereich bot offensichtlich schon die Vergütung gemäß EEG 2012, verbunden mit der Tatsache angestiegener Biomassebrennstoffkosten, nicht mehr genügend Anreiz für einen nennenswerten Zubau. Mit dem neuen EEG 2014 und aktuellen Vergütungssätzen von max. 13,66 Cent je eingespeister kWh Strom kann eine Wirtschaftlichkeit nur noch bei 100-prozentiger Wärmenutzung gekoppelt mit überdurchschnittlichen Wärmeerlösen dargestellt werden. Lediglich bei Erreichung von hohen Eigenverbrauchsquoten können sich Gewinne einstellen. Gewisse Realisierungschancen bestehen daher derzeit nur bei sehr kleinen KWK-Anlagen, die auf die Stromgrundlast der Verbraucher ausgelegt werden. Mit neuen Entwicklungen versuchen die Hersteller daher, den Markt zur Eigenstromversorgung zu öffnen. So bietet die Firma Spanner Re<sup>2</sup> GmbH als

<sup>42</sup> Etwa zwei Drittel der Anlagen sind kleiner als 200 kW, Förderanträge deutschlandweit: 744 Anträge



Holzvergasungshersteller beispielsweise ein neues Serienprodukt mit lediglich 10 kW<sub>el</sub> an. Auch die Burkhardt GmbH hat mit einem Pelletvergaser mit 50 kW<sub>el</sub> eine deutlich kleinere Erzeugungseinheit als bisher in der Entwicklung.

Immer wieder meldet die Presse Insolvenzen bei Betreibern von Biomasseheizkraftwerken im größeren Leistungsbereich. Zum einen können sie der wirtschaftlichen Schieflage des Kraftwerks selbst zugeschrieben werden. In anderen Fällen ist die Holzverstromungsanlage einem Unternehmen zugeordnet, das aufgrund mangelnden Erfolgs in seinem Kerngeschäft den Weg zum Insolvenzverwalter antreten musste. Auch aufgrund der derzeit niedrigen fossilen Energiepreise wird bereits installierte Holz-KWK-Leistung zurückgebaut. Als Beispiel für einen Rückbau sei eine wirtschaftlich nicht mehr tragfähige ORC-Anlage der Erdgas Schwaben GmbH in Kaufbeuren erwähnt, die im Jahr 2009 mit 680 kW<sub>el</sub> in Betrieb genommen und bereits im Jahr 2014 durch ein Biomethan-BHKW ersetzt wurde (ERD-GAS SCHWABEN 2014).

### **Verhaltenes Wachstum am Wärmemarkt**

Der Wärmemarkt entwickelte sich in den letzten zwei Jahren sehr verhalten. Das bundesweite KfW-Förderprogramm verzeichnete zwar eine starke Nachfrage. Dies kann zum einen an einem gestiegenen Bekanntheitsgrad gelegen haben. Es dürfte aber auch, wie bereits geschildert, ein gewisser Vorzieheffekt im Hinblick auf die verschärften Emissionsanforderungen ab 2015 gewirkt haben. Gegenläufig wirkte sich jedoch, vor allem bei der Heizungserneuerung größerer Liegenschaften, die massive Konkurrenz durch Erdgas aus. Bei Gaspreisen, die für große Abnehmer weit unter dem Endverbraucherpreis privater Abnehmer liegen, ist ein regeneratives Heizsystem auf Basis von Holz wirtschaftlich nur schwer darstellbar. Als im Jahr 2014 der Heizölpreis massiv einbrach, sanken auch die Verkaufszahlen der Holzheizkesselhersteller nach einem schon schwierigen Jahr 2013 nochmals drastisch, insbesondere auch im Kleinf Feuerungsbereich. Eine Auflösung des Sanierungsstaus in deutschen Heizungskellern mit einer Hinwendung zu Erneuerbaren Energieträgern liegt unter diesen Rahmenbedingungen in weiter Ferne. Auch der Anschluss an ein Nahwärmenetz erscheint deshalb vielen Hausbesitzern nicht lukrativ. Im Gegenteil: Laut Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e.V. konnte nach einer Umfrage unter Herstellern der Absatz von Öl-basierten Geräten im ersten Halbjahr 2015 um ca. 30 % zulegen, dagegen brachen die Absatzzahlen für Biomassekessel im Mittel um 18% ein, bei Hackschnitzelkessel sogar um 36% (BDH, 2015).

Seit 2015 versucht der Staat über höhere Förderanreize lenkend einzugreifen. So haben sich die Fördersätze für Holzheizungen bis 100 kW im Marktanreizprogramm erhöht und auch die Förderquoten des bayerischen Heizwerksförderprogramms BioKlima wurden deutlich aufgestockt. Allerdings herrscht derzeit unter den Bauherren eine große Verunsicherung hinsichtlich der Notwendigkeit zum Einsatz von Feinstaubfiltern, die die Anlagentechnik um 10 bis 20 % verteuern. Insbesondere bei mit Hackschnitzeln befeuerten Anlagen scheint der Einbau eines effektiven Staubabscheiders unumgänglich zu sein, um wiederkehrend die Anforderungen der 2. Stufe der 1. BImSchV erfüllen zu können. Der Zubau an Holzheizwerken wird deshalb im Jahr 2015 vermutlich wesentlich schwächer ausfallen als die Jahre zuvor. Positiv gestaltet sich derzeit jedoch die Versorgungssituation mit Holzbrennstoffen, von der auch bestehende Heizwerke profitieren. Nach warmen Wintern, Windwurf und überdurchschnittlichem Borkenkäferbefall im Wald steht dem gestiegenen Angebot eine kleinere Nachfrage gegenüber.

Politisch gewollt und regelmäßig auch von Bürgern vor Ort mitgetragen ist der Ausbau von Nahwärmenetzen. Dabei wird vermehrt auf die Kombination verschiedener Energieträger gesetzt, wobei der Brennstoff Holz in fast allen Konzepten nach wie vor die tragende Rolle spielt. Nicht in jedem Fall ist der Ausbau jedoch sinnvoll. Nur wenn der zukünftige Wärmeabsatz in einem vernünftigen Verhältnis zur zu verlegenden Trassenlänge steht, ist langfristig ein wirtschaftlich tragbarer und energieeffizienter Netzbetrieb möglich. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn keine günstige Abwärme zur Verfügung steht. Der Erfolg hängt zudem wesentlich von einer bedarfsorientierten Detailplanung und einer qualitätsorientierten Bauausführung ab. Ein Ziel muss sein, hochgedämmte Wärmeleitungen so klein wie möglich zu dimensionieren. Darüber hinaus muss eine Anlagenoptimierung bei den Verbrauchern erfolgen, um einen Netzbetrieb mit möglichst großer Temperaturspreizung bei möglichst niedrigen Rücklauftemperaturen gewährleisten zu können. Nur so kann mit Nahwärmenetzen eine möglichst effiziente Wärmebereitstellung erreicht werden, bei der der Einsatz wertvollen Energieholzes Sinn macht.

## 4.8 Papier- und Zellstoffindustrie

Die holzverarbeitende bayerische Papierindustrie besteht 2014 aus vier Papierfabriken in Schwaben und Niederbayern, die zur europäischen Gruppe des börsennotierten Großkonzerns der United Paper Mills (UPM GmbH) mit Sitz in Helsinki gehören. UPM tritt auf dem bayerischen Markt sowohl als Holzverbraucher von Papierholz wie auch als Anbieter von Sekundärrohstoffen auf. Weitere Produzenten (Palm, Leipa etc.) nutzen v.a. Altpapier und Zellstoff im Rahmen ihrer Papier- und Kartonaugenproduktion. Die bayerische Zellstoffindustrie besteht aus einem Zellstoffwerk des südafrikanischen Konzerns SAPPI in Stockstadt.

### 4.8.1 Holzverbrauch der bayerischen Papierindustrie

Die bayerischen Papierfabriken produzierten 2014 rund 4,6 Mio. Tonnen Papier (BAYPAPIER 2015). Die frischfaserbasierte bayerische Papierindustrie besteht aus einer einzelnen Firma (UPM GmbH) mit mehreren Standorten, daher werden keine Zahlen zu den jeweiligen Verbräuchen oder Angebotsmengen veröffentlicht. Die Verbrauchszahlen für Waldholz, TMP Hackschnitzel und Altholz wurden für das Jahr 2014 auf der Basis von Experteneinschätzungen und Literaturrecherchen erhoben. Die Angebotsmengen von Sekundärrohstoffen wurden analog hergeleitet. Die Werke in Augsburg, Plattling und Ettringen setzen neben Altpapier und Zellstoff noch Holzschliff in verschiedenen Anteilen im Rahmen der grafischen Papierproduktion ein. Dazu wird frisches Waldholz (Fichte/Tanne) in 2-3m Längen zur Produktion von Holzschliff benötigt, das möglichst frachtnah (ca. 150 km Umkreis) eingekauft werden soll. Der Verbrauch von Schleifholz in zwei und drei Meter-Längen im Jahr 2014 wurde auf circa 880.000 Festmeter o. R. (978.000 Fm m. R.) geschätzt. Für die Papierproduktion in Schongau wird auf TMP-Hackschnitzel zurückgegriffen, die als Sägenebenprodukt bei Großsägewerken anfallen. Hier wurde ein Verbrauch von 264.000 m<sup>3</sup> geschätzt. Im Rahmen der Verarbeitung von Rundholz zur Papierproduktion fallen sowohl Sägemehl als auch Rinde und Astmaterial neben Bruch- und Kapphölzern an. Diese Mengen werden entweder selbst energetisch verwendet oder an verschiedene weiterverarbeitende Betriebe weiterverkauft. Eine für 2014 geschätzte Größenordnung zeigt ein Aufkommen von ca. 16.000 m<sup>3</sup> Sägespänen und ein Volumen von ca. 100.000 m<sup>3</sup> Rinde. Weiterhin wird in Schongau ein betriebseigenes Kraftwerk mit Altholz als Stützfeuerung betrieben. Dabei wird Prozesswärme generiert und Faserreststoffe sowie Altpapierreste werden thermisch verwertet. Der geschätzte Bedarf an Altholz beträgt ca. 30.000 t lutro. Diese Menge wurde beim Verbrauch der Biomasseheizkraftwerke (Kap. 4.7) berücksichtigt.

### 4.8.2 Holzverbrauch in der bayerischen Zellstoffindustrie

Das Werk in Stockstadt produziert gestrichenes Feinpapier auf der Basis von Buchenzellstoff. Die Jahreskapazität des Werks beläuft sich auf 430.000 t Papier und 160.000 t Zellstoff (SAPPI 2015). Sappi Stockstadt ist ein integriertes Werk mit eigenem Kraftwerk und eigener Zellstoffproduktion für die Papierherstellung. Als Grundstoff zur Produktion wird heimische Buche aus dem Dreiländereck Bayern, Hessen und Baden-Württemberg eingesetzt. Der Verbrauch an Buchenrundholz wird nach Expertenmeinungen für das Jahr 2014 auf ca. 400.000 Fm o. R. (444.000 Fm m. R.) geschätzt. Das integrierte Kraftwerk wird mit Reststoffen aus der Produktion (Rinde, Kapphölzer, Lignin, Biogas) betrieben. Der Verbrauch wird auf ca. 35.000 m<sup>3</sup> taxiert. Daneben existiert eine Energiegewinnung aus Kohle und Erdgas.

### 4.8.3 Aufkommen und Verbrauch von Altpapier

Altpapier ist der mengenmäßig wichtigste Rohstoff für die Papiererzeugung in Bayern. Das Aufkommen an Altpapier wird auf 2,62 Mio. Tonnen geschätzt. Wird der Nettoimport nach Bayern von 363.000 Tonnen hinzugezählt, standen der Papierindustrie 2,99 Mio. Tonnen zur Verfügung. Der Verbrauch von Altpapier wird auf 3,16 Mio. Tonnen geschätzt. Die Differenz von 170.000 Tonnen muss durch Zuflüsse aus anderen Bundesländern gedeckt worden sein.

### 4.8.4 Fazit und Trends zur Papier- und Zellstoffindustrie

Die Papierindustrie ist eine kapitalintensive und energieintensive Branche. Seit Jahrzehnten ist die Branche von einem starken Beschäftigungsabbau geprägt. Nach den Zahlen der Arbeitsagentur ist die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Papierherstellung und -weiterverarbeitung zwischen 2003 und 2015 in Bayern um 14% gesunken. In vielen europäischen Ländern weist der grafische Papiermarkt Sättigungstendenzen auf. Der Papiermarkt entwickelt sich stagnierend bis rückläufig im Bereich der Sortimente der grafischen Papiere. Der Bedarf für Magazine, Bücher und den Zeitungsdruck nimmt aufgrund der zunehmenden Substitution von Printmedien durch Internet und e-Books deutlich ab. Bei grafischen Papieren bestehen deutliche Überkapazitäten in der Produktion, die durch den wachsenden internationalen Wettbewerb (z. B. aus China) weiter verschärft werden. Strategisch reagieren die großen Marktteilnehmer (StoraEnso, UPM GmbH, Arctic Paper GmbH, Sappi) im süddeutschen Raum mit Restrukturierungsmaßnahmen zur Kostensenkung und Kapazitätsanpassungen. Daher hat UPM drei Papiermaschinen in Albbbruck (Baden-Württemberg) und eine weitere in Ettringen (Bayern) 2011 stillgelegt. Weiterhin wurde Ende 2015 von der Arctic Paper GmbH die Papierproduktion in Mochenwangen eingestellt. In Alfeld (Hessen) wurde eine Papiermaschine des Konzerns Sappi im Jahr 2012 umgebaut und produziert nun Spezialpapier für den europäischen Markt. Da weiterhin bedeutende Produktionskapazitäten bei grafischen Papieren nach Ansicht von Branchenkennern reduziert werden müssen, sucht die Papierindustrie neue Geschäftsfelder wie „Bioökonomie“ oder „Energie“ voranzutreiben. (DISPAN 2013). Daneben werden bestehende Papiermaschinen auf die Produktion von Spezialpapieren und Verpackungspapieren umgerüstet, letzteres z. B. am Standort Ettringen im Jahr 2014. Die Anpassung der Papierproduktion an den sich laufend verringernden Bedarf wirkt sich auch auf den Einkauf von Schleifholzsortimenten aus. Mit der Schließung der genannten drei Papiermaschinen reduzierte sich der Waldholzbedarf der Papierindustrie in Süddeutschland um mehr als eine Million Raummeter pro Jahr. Obwohl der Verbrauch von Papierholzsortimenten aus dem Wald in den letzten zehn Jahren in Deutschland stark rückläufig war, stieg der Industrieholzpreis bis auf einen Spitzenwert im Jahr 2011 stark an. Aufgrund eines zurückhaltenden Einschlags 2012 in Verbindung mit einer hohen Nachfrage nach Energieholz blieb der Industrieholzpreis bis 2014 auf einem konstant hohen Niveau. Problematisch wurde die Erhöhung der Rohstoffkosten in Verbindung mit der Erhöhung der industriellen Strompreise nach der EEG-Vergütung. Zuletzt kamen die Hersteller grafischer Papiere unter Druck. Infolgedessen findet eine Sortenverlagerung, insbesondere zu den Verpackungspapieren statt (z. B. am Standort Ettringen im Jahr 2014).

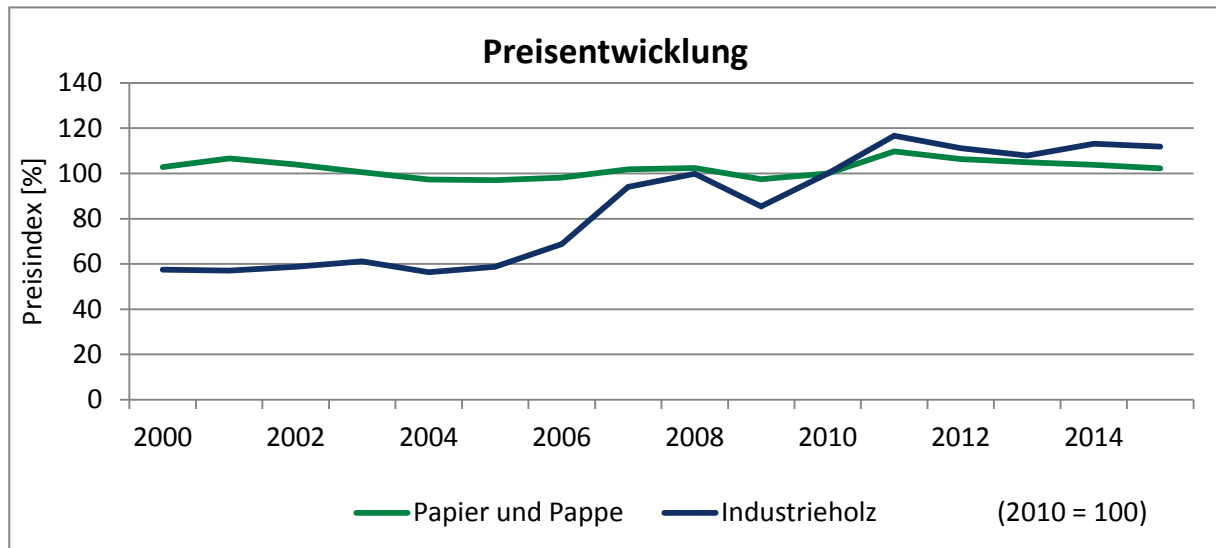


Abbildung 47: Preisindex für Industrieholz sowie Papier und Pappe in Deutschland (Quelle: Stat. Bundesamt).

## 4.9 Holzwerkstoffindustrie

Die bayerische Holzwerkstoffindustrie besteht laut der Statistik zur Produktion des verarbeitenden Gewerbes aus 65 bayerischen Unternehmen von denen zehn mit über 20 Mitarbeitern identifizierbar sind. In dieser Gruppe sind die Unternehmen Pfeleiderer GmbH in Neumarkt und Rauch in Markt Bibart die Marktführer. Daneben existieren bedeutende Betriebe zur Fertigung von Tischlerplatten wie die Firma SWL am Standort in Bad Tölz und die Pfeifer Holz GmbH in Unterbernbach, die Palettenklötze produziert.

### 4.9.1 Holzverbrauch der bayerischen Holzwerkstoffindustrie

Die bayerische Holzwerkstoffindustrie tritt auf dem Holzmarkt als großer Verbraucher von Industrieholzsortimenten und Sägenebenprodukten sowie Altholzsortimenten auf. Dabei kann, je nach Marktlage und Verfügbarkeit, das Altholz der Qualitäten A1 und A2 in der Spanplattenproduktion zu Anteilen eingemischt werden. Die bayerische Holzwerkstoffindustrie bezog 2014 bedeutende Mengen an Altholz der Qualität A1 aus dem angrenzenden Ausland (z. B. Schweiz). Schlechtere Sortimente (A2-A4) wurden auf heimischen Märkten eingekauft, gesondert gelagert und anschließend thermisch verwertet. Neben der Fertigung von Holzwerkstoffen betreibt die bayerische Holzwerkstoffindustrie dabei integrierte eigene Altholzheizkraftwerke zur Produktion von Prozesswärme und Energie für den Eigenverbrauch und den von angrenzenden Kommunen. Dabei wird auch das hochbelastete Altholz der Güte A4 (BÜ = besonders überwachungsbedürftiger Abfall) in den Kraftwerken mit Genehmigung nach 17. BImSchV verwertet.

- Der Waldholzeinsatz der bayerischen Holzwerkstoffindustrie für die Plattenherstellung wurde von Experten für das Jahr 2014 auf ca. 160.000 Efm o. R. (176.000 Efm m. R.) geschätzt.
- Der Einsatz von Sägenebenprodukten (Hackschnitzel, Sägemehl, Schwarten und Spreißel, Bruch und Kapphölzer) und Altholzmengen (A1/A2) zur stofflichen Produktion wird auf 1,75 Mio. m<sup>3</sup> taxiert. Hier besteht allerdings eine Differenz zu den Mengen, die von den Lieferanten genannt wurden. Nach den Angaben der Altholzaufbereiter wurden etwa 296.000 Tonnen Altholz zur stofflichen Verwertung geliefert, entsprechend ca. 681.000 m<sup>3</sup>, was allerdings als eher zu hoch eingeschätzt wird. Die Sägeindustrie lieferte nach ihren Angaben ca. 466.000 m<sup>3</sup> Sägeneben-

produkte, was zusammen 1,15 Mio. m<sup>3</sup> ergibt. Vermutlich sind die Lieferungen der Sägewerke doch deutlich größer. Den aus der Befragung der Sägewerke hochgerechneten Lieferungen an die Papierindustrie in Höhe von 909.000 m<sup>3</sup> Sägenebenprodukte steht dort schließlich lediglich ein Verbrauch von 264.000 m<sup>3</sup> Hackschnitzel gegenüber. Für die Bilanz wird die Menge von 1,75 Mio. m<sup>3</sup> zuzüglich der Holzmengen aus frischem Waldholz verwendet.

- Zur energetischen Verwertung werden ca. 580.000 m<sup>3</sup> Altholz (A2/A3/A4), Schleifstaub, Bruch- und Kapphölzer verwendet.

Der Gesamtverbrauch der bayerischen Holzwerkstoffindustrie zur stofflichen Verwertung beträgt somit ca. 1,91 Mio. m<sup>3</sup>. Sortimente zur thermischen Verwertung werden im Umfang von 0,58 Mio. m<sup>3</sup> zugekauft.

#### 4.9.2 Fazit und Trends zur Holzwerkstoffindustrie

Die bayerische Holzwerkstoffindustrie wird dominiert durch zwei Spanplattenhersteller. Beide großen Unternehmen haben in den letzten zwei Jahren in die Spanplattenproduktion investiert, daher kann ihre Wettbewerbsfähigkeit über die Modernität der Anlagen in diesem Segment als hoch eingestuft werden. Neuinvestitionen in der Branche finden vorrangig in Osteuropa oder der Türkei mit dem Aufbau von Kapazitäten zur Produktion von OSB (oriented strand boards) oder MDF (medium density fibreboards) statt. So wurde das 2014 stillgelegte MDF Werk der Fa. Binder in Hallein demonstert und an Kronospan verkauft. Kronospan hat das Werk 2015 in der Türkei in Kastamonu wieder aufgebaut (EUWID 2014). Weiterhin plant der Dämmplattenhersteller Steico SE mit Sitz in Feldkirchen bei München den Bau einer LVL – Anlage (laminated veneer lumber/ Furnierschichtholz) im polnischen Czarna (EUWID, 2014). Im Vergleich zu 2012 wird in den nächsten Jahren mit steigenden Produktionsmengen der bayerischen Holzwerkstoffhersteller gerechnet, obwohl das Produktspektrum der bayerischen Holzwerkstoffindustrie mit (beschichteten) Spanplatten wenig auf den florierenden Bereich der Bauwirtschaft ausgerichtet ist. Große Herausforderungen für die Holzwerkstoffindustrie bestehen bei den beiden Themen Emissionen, Rohstoffverfügbarkeit und wettbewerbsfähige Strompreise. Die Sorgen um eine weitere Verschärfung des Wettbewerbs um den Rohstoff Holz haben sich nach der Rücknahme der Förderintensität für Neuanlagen im EEG 2014 aus Sicht der Experten der Holzwerkstoffindustrie verringert. Dennoch besteht eine aktuelle Rohstoffkonkurrenz zur energetischen Verwertung speziell beim Rohstoffeinkauf um die Produkte Hackschnitzel und Sägespäne.

## 5 Holzbilanz

In der Zusammenfassung des Berichts werden das Aufkommen und der Verbrauch an Energieholz in Bayern im Rahmen einer Holzbilanz gegenüber gestellt. Eine tabellarische Darstellung der wesentlichen Kennzahlen in verschiedenen Einheiten je nach Interessentenkreis runden die Bilanz dabei ab.

### 5.1 Aufkommen

Das Aufkommen an Holz aus dem Wald ist 2014 auf 18 Mio. Festmeter m. R. (16,25 Mio. Fm o. R.) gestiegen, was gegenüber 2012 einem Plus von 1,2 Mio. Festmeter m. R. entspricht. Die zusätzliche Menge aus dem Wald konzentrierte sich hauptsächlich auf das Stammholz mit einem Plus von 940.000 Festmetern. Die Bereitstellung von Waldenergieholz stieg weiter an und erreichte 2014 eine Menge von 6,31 Mio. Festmeter m. R. Die Menge erhöhte sich um 210.000 Festmeter m. R. im Vergleich zum Jahr 2012. Die bayerischen Waldbesitzer verarbeiteten 2014 ca. 35 % des Einschlags zu Scheitholz oder Waldhackschnitzeln. Der nicht erfasste Einschlag wird auf Basis der Daten der Bundeswaldinventur (BWI 2012) auf ca. 20 % beziffert und beträgt damit 4,5 Mio. Festmeter mit Rinde.

Das Aufkommen von Altpapier wird auf 2,62 Mio. Tonnen bzw. 4,24 Mio. m<sup>3</sup> geschätzt.

Die bayerische Sägeindustrie produzierte Schnittholz auf einem höheren Niveau als 2012. Im Jahr 2014 fielen Sägenebenprodukte in einem Umfang von 4,15 Mio. m<sup>3</sup> an. Zuzüglich der Rinde und den aus der Weiterverarbeitung stammenden Hobelspänen gehen 4,75 Mio. m<sup>3</sup> in die Bilanz ein. Das Aufkommen an Industrierestholz kann nur grob geschätzt werden. Nach Rüter (2011) entsteht bei der Verarbeitung von Halbwaren aus Holz zu Endprodukten ein Verschnitt von 20 %. Für die nach der eingesetzten Menge bedeutenden Bauprodukte Konstruktionsvollholz und Brettschichtholz lässt sich ein Verschnitt von 18 % bzw. 21 % auch aus den Input-Output-Bilanzen von RÜTER UND DIEDERICHS (2012) ableiten. Auch HELM (2011) kam bei einer Umfrage unter Schreinereien und Zimmereien auf einen Verschnitt von 19 %. Ausgehend von 5,9 Mio. m<sup>3</sup> in Bayern erzeugten Schnittholzes und abzüglich eines Nettoexports von Schnittholz von ca. 1,5 Mio. m<sup>3</sup> ins Ausland errechnet sich bei einem Verschnitt von 20 % ein Aufkommen an Industrierestholz von 0,88 Mio. m<sup>3</sup>. Dabei wird unterstellt, dass die Zu- und Abflüsse von Schnittholz zwischen Bayern und anderen Bundesländern ausgeglichen sind.

Das Altholzaufkommen wurde für das Jahr 2014 auf 1,19 Mio. t atro bzw. 2,74 Mio. m<sup>3</sup> hochgerechnet. Das entspricht einem Rückgang zum vorherigen Energieholzmarktbericht aus dem Jahr 2012 um 0,09 Mio. t atro. Die Berechnung beruht auf der Analyse von anfallenden gewerblichen Mengen aus der Umfrage von Altholzverwertern (0,99 Mio. t atro bzw. 2,28 Mio. m<sup>3</sup>) und privat genutzten Mengen aus der Haushaltsbefragung (0,21 Mio. t atro bzw. 0,46 Mio. m<sup>3</sup>).

Der Bilanzposten „Flur- und Siedlungsholz“ umfasst das Aufkommen an Energieholz aus der Landschafts- und Verkehrswegepflege, wie auch der Gewässerbewirtschaftung und aus den Siedlungen. Im Jahr 2014 wird ein Aufkommen von 0,91 Mio. Festmeter mit Rinde bilanziert. Die Mengen setzen sich zusammen aus den Angaben der Hackerunternehmer mit 410.000 Festmetern Hackschnitzel aus Verkehrswegepflege und aus Flur und Siedlung und der Menge an Scheitholz aus Flur und Garten von 448.000 Festmetern (Kapitel 4.6.2). Daneben produzieren die großen Altholzaufbereiter ca. 53.000 m<sup>3</sup> an Energieholz aus den angelieferten Mengen an Grüngut.

Die Bilanz weist ein Hackschnitzelaufkommen aus Kurzumtriebsplantagen in Bayern von 43.000 m<sup>3</sup> bei einem sechsjährigen Umtrieb aus. Obwohl hier eine deutliche Flächenzunahme (ausgehend von



einem geringen Niveau) zu verzeichnen ist, ist bis jetzt noch keine Marktrelevanz der bilanzierten Menge erreicht.

## 5.2 Verbrauch

Die Nachfrage nach Energieholz hat von 2012 auf 2014 von 14,0 Mio. Festmeter auf 13,38 Mio. m<sup>3</sup> um 0,62 Mio. Festmeter oder ca. 4,4 % abgenommen, ist aber höher als 2010. Der Minderverbrauch resultiert aus dem Einbruch der Nachfrage bei den Privathaushalten um ca. 1,1 Mio. m<sup>3</sup>. Der gegenläufige Verbrauchsanstieg bei den Biomasseheiz(kraft)werken ist nicht allein auf eine reale Steigerung des Verbrauchs zurückzuführen, sondern ist auch das Ergebnis einer verbesserten Datenbasis in diesem Bereich. Analog dazu ist der scheinbare Verbrauchsrückgang bei den mittleren Feuerstätten v. a. in Gewerbebetrieben zu sehen. Hauptverbraucher bleiben auch weiterhin die Privathaushalte mit einem Verbrauch von 6,92 Mio. Festmetern m. R. Das Sortiment „Scheitholz“ aus Wald und Garten umfasst davon 4,89 Mio. Festmeter m. R. oder ca. 71 %. Der Verbrauch der gewerblichen Anlagen zur Wärme- und Stromerzeugung ist deutlich weiter angestiegen. Auf den gesamten Anlagenbestand der Biomasseheiz(kraft)werke in Bayern hochgerechnet, kann der Bedarf an holziger Biomasse für das Jahr 2014 auf 5,59 Mio. Festmeter oder 2,43 Mio. Tonnen atro beziffert werden. Der Energieholzmarktbericht Bayern 2010 ermittelte einen Brennstoffverbrauch der Biomasseheiz(kraft)werke von 1,82 Mio. t atro (FRIEDRICH ET AL. 2012), für 2012 wird ein Verbrauch von 2,07 Mio. t atro (GAGGERMEIER ET AL. 2014) ausgewiesen. Diese Steigerung beruht eben auch auf der verbesserten Erfassung des Anlagenbestandes. Feuerstätten in (holz)verarbeitenden Gewerbebetrieben (z.B. Schreinereien, Zimmereien) und öffentlichen Gebäuden mit einer Leistung von 50 bis 150 kW thermisch wurden getrennt untersucht. Zum ersten Mal konnte dabei hinsichtlich des Anlagenbestandes auf das Zahlenmaterial des Landesinnungsverbands des Kaminkehrerhandwerks (LIV) zurückgegriffen und damit die vorhandene Zahlenbasis zum Verbrauch verifiziert werden. Dabei wurde für das Jahr 2014 ein Verbrauch von 380.000 t atro bzw. 0,87 Mio. m<sup>3</sup> bilanziert. Die Ergebnisse der Auswertung sind nur bedingt mit vorherigen Auswertungen zu vergleichen, da sich die Systemgrenzen auswertungsbedingt von ursprünglich 50 bis 100 kW auf 50 bis 150 kW Leistung der Heizungsanlagen verschoben haben.

Die Papier- und Holzwerkstoffindustrie scheint die Holzmenge von ca. 3,61 Mio. m<sup>3</sup> relativ stabil abzunehmen. Kleinere Schwankungen in der Produktion von Papier und Zellstoff und dem damit verbundenen Rohstoffeinsatz sind bei einer Auslastungsplanung der Werke auf europäischer Ebene normal. Altpapier wurde in einem Umfang von 3,16 Mio. Tonnen bzw. 5,1 Mio. m<sup>3</sup> verbraucht. Für den Verbrauch von Zellstoff wird die Differenz aus Import und Export angenommen. Der in Bayern erzeugte Zellstoff ist physisch bereits im Frischholzeinsatz berücksichtigt.

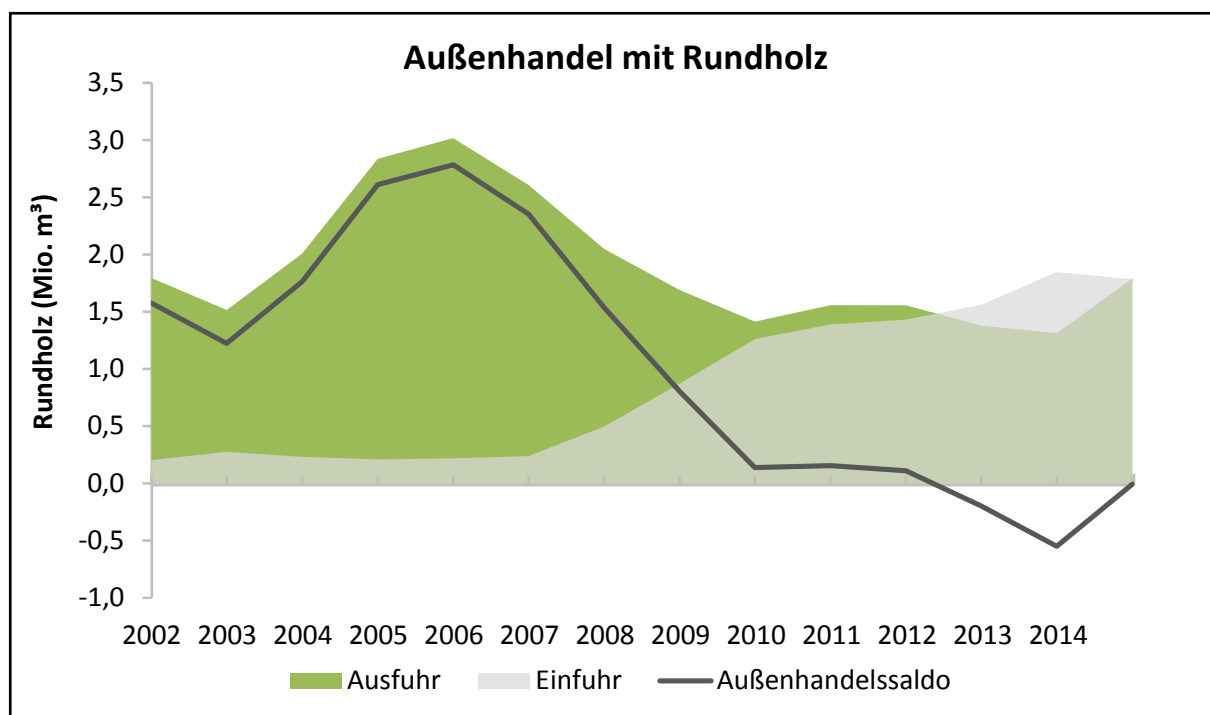
Der Einsatz von Stammholz zur Schnittholzerzeugung lag mit ca. 11,15 Mio. Efm m. R. um 0,66 Mio. über dem Verbrauch von 2012 (10,49 Mio. Festmeter). Es wurden 5,9 Mio. m<sup>3</sup> Schnittholz erzeugt. Ein Teil der Rinde und der Sägenebenprodukte wird stofflich verwendet, v. a. als Einstreu in Ställe und als Rindenmulch im Garten- und Landschaftsbau. Mangels Daten zum Verbrauch dieser Mengen wird die von den Sägewerken bei den Vertriebsmengen als „Sonstiges“ deklarierte Menge im Umfang von 0,33 Mio. m<sup>3</sup> zugrunde gelegt.

## 5.3 Außenhandel

Die Marktteilnehmer versuchten auch 2014 das bayernweite Angebot an Stammholz und Brennholz wie auch an Sägespänen durch Importe weiter zu ergänzen, um den Mengenbedarf zu decken und



die Preise stabil zu halten. Es wurden 1,86 Mio. Festmeter Rundholz importiert und 1,33 Mio. Festmeter exportiert. Das bedeutet für das Jahr 2014 ein bayerisches Außenhandelsdefizit von 0,53 Mio. Festmeter (Abbildung 48). Hauptlieferland für Rundholz war im Jahr 2014 Tschechien mit 1,47 Mio. Festmetern, gefolgt von Österreich (0,17 Mio. Festmeter) und Frankreich (0,07 Mio. Festmeter). Die Hauptempfängerländer für Rundholz sind Österreich (1,21 Mio. Festmeter), China und Italien mit jeweils 0,04 Mio. Festmetern. Die Rundholzausfuhren vor allem nach Österreich sind 2015 wieder sprunghaft angestiegen (+ 39 %). Dies erklärt sich aus dem großen Sturmholzaufkommen durch den Orkan Niklas im südbayerischen Raum.



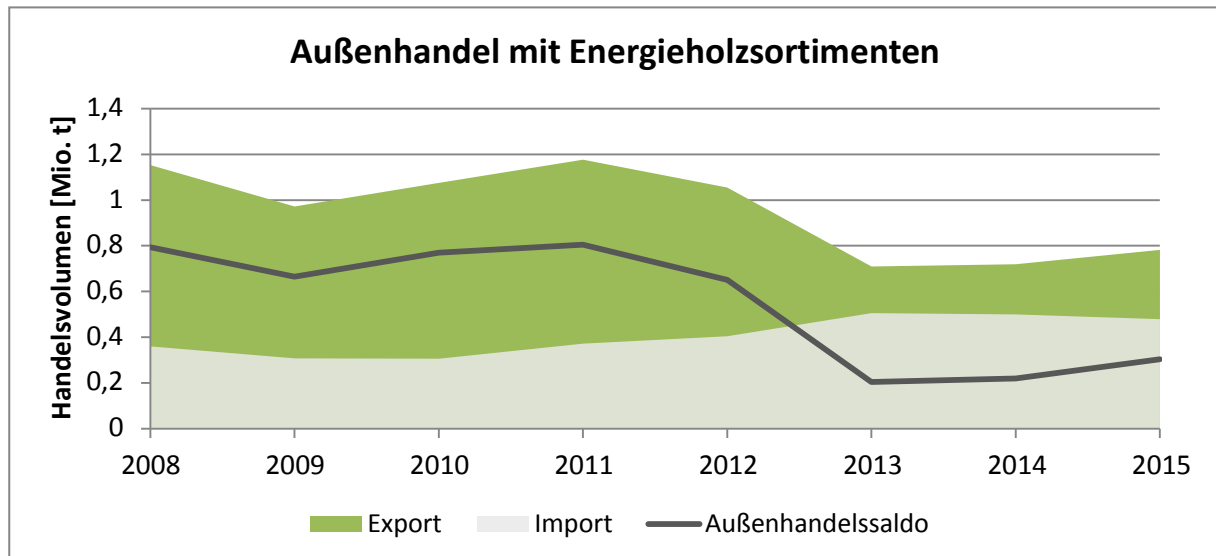
**Abbildung 48:** Außenhandel mit Rundholz in Bayern von 2002 bis 2015 (Abgeleitet aus Daten des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung 2015)<sup>43</sup>

Die Außenhandelsstatistik zu den Energieholzsortimenten ist wenig aussagekräftig. Auf bayerischer Ebene liegen nur aggregierte Daten vor. Sägenebenprodukte, Brennholz und Pellets sind dabei zusammengefasst. Sowohl im Jahr 2012 (0,65 Mio. t) als auch im Jahr 2014 (0,22 Mio. t) ergibt sich ein Außenhandelsüberschuss. Der Außenhandelsüberschuss verringerte sich innerhalb von zwei Jahren um 0,43 Mio. t. (Abbildung 49). 2014 wurden 0,50 Mio. t importiert und 0,72 Mio. t exportiert.<sup>44</sup> Die Hauptlieferländer sind wie beim Rundholz Tschechien, gefolgt von Österreich und Frankreich. Die Hauptempfängerländer sind Österreich, Italien und Tschechien. Auf Bundesebene werden die Sortimente differenzierter ausgewiesen. Daraus lässt sich ableiten, dass Sägenebenprodukte den weitaus größten Teil des Handelsvolumens ausmachen. Brennholz hatte an diesen Importen 2014 z. B. nur einen Anteil von 13 %. Der Nettoimport von Brennholz nach Deutschland betrug 394.000 t (ca. 510.00 Fm<sup>45</sup>). Die Hauptlieferländer waren Polen, Niederlande, Russland und die Ukraine in der Reihe abnehmender Bedeutung.

<sup>43</sup> In der Außenhandelsstatistik sind die Mengen in Tonnen angegeben. Sie wurden mit dem Faktor 1,3 in Volumen umgerechnet. Dabei wird waldfrisches Holz mit einem Wassergehalt von 50 % unterstellt.

<sup>44</sup> Bei der Umrechnung in Tonnen atro für die Bilanz wird ein Wassergehalt der Handelsmengen von 35 % angenommen.

<sup>45</sup> Bei Annahme von 2/3 Laubholz und 1/3 Nadelholz sowie Wassergehalt von 35 %.



**Abbildung 49:** Außenhandel Bayerns (Importe und Exporte) mit Brennholz, Sägespänen und Holzabfällen von 2010 bis 2012 (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung)

Der Binnenhandel wird im Rahmen der hier dargestellten Bilanzen nicht erfasst, spielt aber für die bayerischen Betriebe eine wichtige Rolle. Im Rahmen der Befragungen wurde speziell für überregional agierende Sägewerke auf diesen Umstand von Gesprächspartnern hingewiesen<sup>46</sup>. Daher wird unterstellt, dass der Binnenhandel einen bedeutenden Anteil am Bilanzausgleich ausmacht. Weiterhin können im Bilanzausgleich Mengen enthalten sein, die aus Lagerbestandsänderungen resultieren. Große Lagerbestände gibt es z. B. beim Brennholz. Nach DÖRING ET AL. (2016) lagerten die privaten Haushalte in Deutschland 2014 die 2,3-fache Menge des Scheitholzverbrauchs. Methodische Ungenauigkeiten und Rundungen in statistischen Auswertungen können ebenfalls dem Bilanzausgleich zugeordnet werden.

## 5.4 Bilanzen

Das Hauptziel der hier vorliegenden Studie besteht in dem Aufbau der Holzbilanz für das Jahr 2014. Auf der linken Seite der Bilanz gliedert sich das Aufkommen an Holz aus den unterschiedlichen Quellen, rechts sind die Verbraucher tabellarisch mit den jeweiligen Verbrauchsmengen dargestellt. Zur vergleichenden Betrachtung und Auswertung werden die Bilanzen der zwei vorherigen Berichte ebenfalls dargestellt. Für die entsprechenden Benutzergruppen werden die Bilanzen in den Einheiten Tonne absolut trocken, Kubikmeter mit Rinde und nach Energieinhalt dargestellt. Die Schwächen der Holzbilanz in der gewählten Darstellungsform wurden von FRIEDRICH ET. AL (2014) bereits im Energieholzmarktbericht 2012 eingehend diskutiert. Im Rahmen der Berichterstattung für 2014 werden Ansätze beispielsweise von KNAUF (2015), KNAUF ET AL. (2016) und FRIEDRICH UND KNAUF (2016) aufgegriffen und um weitere Elemente (bspw. Zellstoff und Altpapier) ergänzt. Damit werden insbesondere Doppelzählungen von Mengen vermieden. Auf der Aufkommenseite waren die Sägenebenprodukte z. B. mit einem Teil des Stammholzes physisch identisch. Dies führte dazu, dass die Bilanzsumme größer war, als die real vorhandenen Mengen. Dem wird nun dadurch Rechnung getragen, dass die Sägenebenprodukte auf der Aufkommenseite zwar dargestellt werden, in die Bilanzsumme jedoch nicht mit eingehen. Auf der Verbrauchsseite wird der Rundholzverbrauch der Sägewerke (Einschnitt) zwar ausgewiesen, in die Bilanzsumme geht jedoch nur das Schnittholz ein. Physisch sind die

<sup>46</sup> Sägewerk Binder, Herr Mayer (2.7.2015), Sägewerk Pfeifer, Herr Weiß (3.7.2015)

Sägenebenprodukte bei den anderen Verbrauchern bereits mit enthalten. Da Frischholz bei der Papierindustrie nur einen Teil des Holzfasereinsatzes ausmacht, werden im Unterschied zu den bisherigen Bilanzen auch die Einsatzmengen von Altpapier und Zellstoff ausgewiesen. Entsprechend werden beim Import und Export diesmal nicht nur die Rohholzmengen dargestellt, sondern auch die anderen wichtigen Einsatzstoffe der Papier- und Holzwerkstoffindustrie ausgewiesen. Entsprechend dieser Ergänzungen verändern sich auch die Summen von Aufkommen und Verbrauch gegenüber den früheren Berichten. Anders als in den früheren Berichten wird diesmal auch der bislang nicht von der Holzeinschlagsstatistik erfasste Holzeinschlag als Posten auf der Aufkommenseite ausgewiesen.

Das Holzaufkommen in Bayern hatte 2014 ein Volumen von rund 36 Mio. m<sup>3</sup>. Die Steigerung von 1,7 % im Vergleich zu 2012 ist vor allem auf den größeren Stammholzeinschlag und -import zurückzuführen. Das Aufkommen überstieg den Verbrauch 2014, was als Bilanzausgleich mit 1,65 Mio. m<sup>3</sup> auf der Verbrauchsseite ausgewiesen wird. Ohne den Posten „nicht erfasster Holzeinschlag“ würde der Verbrauch das Aufkommen um 2,8 Mio. m<sup>3</sup> übersteigen.

Dem Volumen nach entfielen von den 2014 in Bayern verbrauchten Mengen 46 % auf die energetische Nutzung. In den Jahren 2012 und 2010 waren es 48 % bzw. 45 %. Der Anteil der energetischen Nutzung ist somit wieder leicht gesunken. Allerdings können bisher keine Aussagen zur thermischen Verwertung von Papier/ Kartonagen und Holz in Müllverbrennungsanlagen getroffen werden, die entweder dem Recyclingkreislauf frühzeitig entzogen werden oder das Ende ihrer Nutzungszyklen erreicht haben.

Tabelle 16: Aufkommen und Verbrauch von Waldenergieholz , Industrieholz, Nebenprodukten aus der Sägeindustrie, Altholz, Flurholz, Holz aus Kurzumtriebsplantagen in Festmetern m.R. (Fm m.R.) bzw. m<sup>3</sup> für die Jahre 2010, 2012, 2014 (Quellen: FRIEDRICH ET AL. 2012, GAGGERMEIER ET. AL. 2014, STATISTISCHES LANDESAMT 2015F, BAYSF 2015A, BMEL 2015, eigene Erhebungen)

Aufkommen	Menge [Mio. Fm m. R. bzw. m <sup>3</sup> ]			Verbrauch	Menge [Mio. Fm m. R. bzw. m <sup>3</sup> ]		
	Jahr	2010	2012		2014	2010	2012
Waldholz in Form von:				Privathaushalte	7,50	8,06	6,92
Stammholz	10,39	8,82	9,76	Biomasseheiz(kraft)werke	4,18	4,77	5,59
Scheitholz	4,74	4,41	4,43	Feuerstätten in Industrie/ Dienstleistung	1,15	1,18	0,87
Hackschnitzel	1,39	1,70	1,88	<b>Zwischensumme energetische Nutzung</b>	<b>12,83</b>	<b>14,01</b>	<b>13,38</b>
Industrieholz	1,40	1,46	1,40				
nicht erfasster Einschlag	3,58	3,28	4,34	Holzwerkstoffindustrie	2,07	2,07	1,92
				Papier-/ Zellstoffindustrie			
<i>Sägenebenprodukte</i>	<i>3,88</i>	<i>3,79</i>	<i>4,15</i>	- Frischholz	1,62	1,28	1,69
<i>Rinde/Kapppholz</i>	<i>0,60</i>	<i>0,41</i>	<i>0,90</i>	- Zellstoff (ohne Eigen- erzeugung)	0,66	0,65	0,63
<i>Hobelspäne</i>	<i>0,44</i>	<i>0,21</i>	<i>0,20</i>	- Altpapier	5,52	5,15	5,10
Industrierestholz	1,15	1,15	0,88	<i>Sägeindustrie - Einschnitt</i>	<i>10,64</i>	<i>10,49</i>	<i>11,15</i>
Altholz	2,38	2,42	2,74	davon Schnittholz	5,72	6,08	5,9
Altpapier	4,39	4,31	4,24	<i>Sägenebenprodukte, Rinde, Hobelspäne</i>	<i>4,92</i>	<i>4,41</i>	<i>5,25</i>
Flur- und Siedlungsholz	0,70	0,70	0,91	Garten- und Landschaftsbau			0,33
Holz aus Kurzum- triebsplantagen	0,00	0,00	0,04	<b>Zwischensumme stoffliche Nutzung</b>	<b>15,59</b>	<b>15,23</b>	<b>15,57</b>
Binnenhandel Deutsch- land	n.b.	n.b.	n.b.	Binnenhandel Deutschland	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Import</b>	<b>5,23</b>	<b>5,18</b>	<b>5,52</b>	<b>Export</b>	<b>6,18</b>	<b>6,31</b>	<b>5,54</b>
<i>Stammholz</i>	<i>1,28</i>	<i>1,44</i>	<i>1,85</i>	<i>Stammholz</i>	<i>1,47</i>	<i>1,57</i>	<i>1,26</i>
<i>Schnittholz</i>	<i>1,01</i>	<i>0,94</i>	<i>0,90</i>	<i>Schnittholz</i>	<i>2,14</i>	<i>2,16</i>	<i>2,34</i>
<i>Sägespäne, Brennholz,..</i>	<i>0,51</i>	<i>0,66</i>	<i>0,81</i>	<i>Sägespäne, Brennholz,..</i>	<i>1,78</i>	<i>1,76</i>	<i>1,20</i>
<i>Altholz</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n. b.</i>	<i>Altholz</i>	<i>n.b.</i>	<i>n.b.</i>	<i>n. b.</i>
<i>Altpapier</i>	<i>1,76</i>	<i>1,49</i>	<i>1,32</i>	<i>Altpapier</i>	<i>0,78</i>	<i>0,81</i>	<i>0,73</i>
<i>Halbstoffe (v.a. Zellstoff)</i>	<i>0,67</i>	<i>0,65</i>	<i>0,64</i>	<i>Halbstoffe (v.a. Zellstoff)</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>
Bilanzausgleich		2,12		Bilanzausgleich	0,75		1,65
<b>Summe</b>	<b>35,35</b>	<b>35,55</b>	<b>36,14</b>	<b>Summe</b>	<b>35,35</b>	<b>35,55</b>	<b>36,14</b>

Tabelle 17: Aufkommen und Verbrauch von Waldenergieholz, Industrieholz, Nebenprodukten aus der Sägeindustrie, Altholz, Flurholz, Holz aus Kurzumtriebsplantagen in Tonnen atro (to atro) für die Jahre 2010, 2012, 2014 (Quellen: FRIEDRICH ET AL. 2012, GAGGERMEIER ET. AL. 2014, STATISTISCHES LANDESAMT 2015F, BAYSF 2015A, BMEL 2015, eigene Erhebungen)

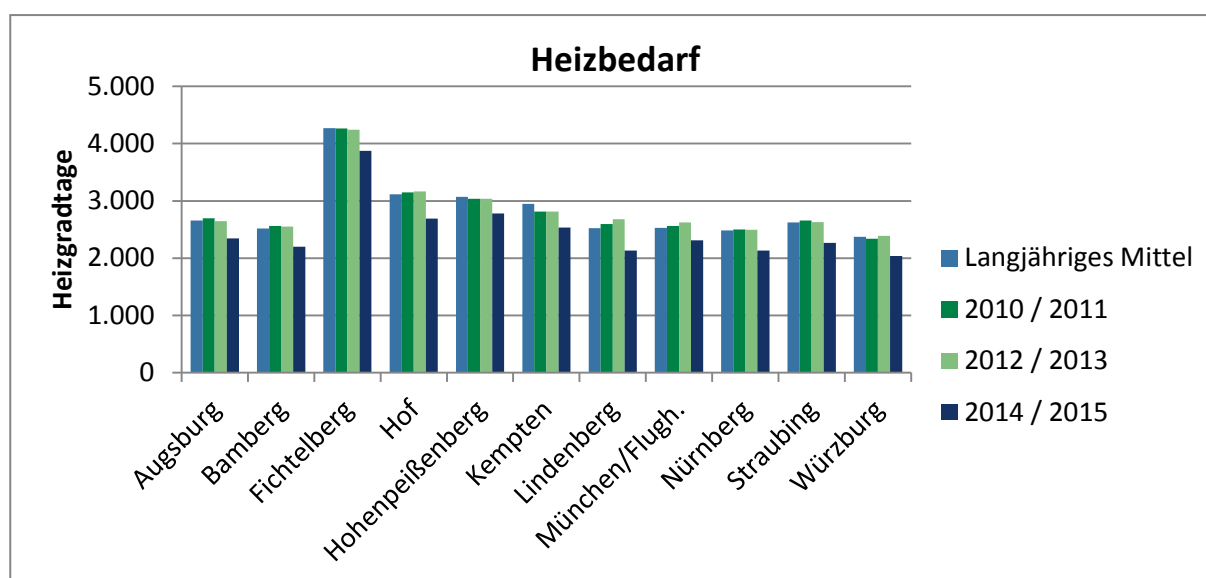
Aufkommen	Menge [Mio. t atro]			Verbrauch	Menge [Mio. t atro]		
	2010	2012	2014		2010	2012	2014
Waldholz in Form von:				Privathaushalte	3,33	3,58	3,11
Stammholz	4,10	3,25	4,00	Biomasseheiz(kraft)werke	1,82	2,07	2,43
Scheitholz	2,10	1,97	2,04	Feuerstätten in Industrie/ Dienstleistung	0,50	0,52	0,38
Hackschnitzel	0,59	0,76	0,80	<b>Zwischensumme energetische Nutzung</b>	<b>5,65</b>	<b>6,17</b>	<b>5,92</b>
Industrieholz	0,62	0,65	0,64				
nicht erfasster Einschlag	1,48	1,33	1,87	Holzwerkstoffindustrie	0,83	0,83	0,84
				Papier-/ Zellstoffindustrie			
<i>Sägenebenprodukte</i>	<i>1,60</i>	<i>1,57</i>	<i>1,63</i>	- Frischholz	0,70	0,55	0,73
<i>Rinde/Kappholz</i>	<i>0,25</i>	<i>0,17</i>	<i>0,41</i>	- Zellstoff (ohne Eigen- erzeugung)	0,33	0,32	0,32
<i>Hobelspäne</i>	<i>0,18</i>	<i>0,09</i>	<i>0,08</i>	- Altpapier	3,11	2,90	2,87
Industrierestholz	0,50	0,50	0,35	<i>Sägeindustrie - Einschnitt</i>	<i>4,36</i>	<i>4,36</i>	<i>4,59</i>
Altholz	1,25	1,28	1,19	davon: Schnittholz	2,36	2,50	2,43
Altpapier	2,47	2,43	2,39	<i>Sägenebenprodukte, Rinde, Hobelspäne</i>	<i>2,00</i>	<i>1,86</i>	<i>2,16</i>
Flur- und Siedlungsholz	0,33	0,33	0,40	Garten- und Landschafts- bau			0,14
Holz aus Kurzum- triebsplantagen	0,00	0,00	0,02	<b>Zwischensumme stoffliche Nutzung</b>	<b>7,33</b>	<b>7,10</b>	<b>7,33</b>
Binnenhandel Deutsch- land	n. b.	n. b.	n. b.	Binnenhandel Deutsch- land	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Import</b>	<b>2,44</b>	<b>2,38</b>	<b>2,49</b>	<b>Export</b>	<b>2,61</b>	<b>2,67</b>	<b>2,40</b>
<i>Stammholz</i>	<i>0,49</i>	<i>0,56</i>	<i>0,72</i>	<i>Stammholz</i>	<i>0,55</i>	<i>0,6</i>	<i>0,51</i>
<i>Schnittholz</i>	<i>0,43</i>	<i>0,40</i>	<i>0,39</i>	<i>Schnittholz</i>	<i>0,92</i>	<i>0,93</i>	<i>1,01</i>
<i>Sägespäne, Brennholz,..</i>	<i>0,20</i>	<i>0,26</i>	<i>0,32</i>	<i>Sägespäne, Brennholz,..</i>	<i>0,70</i>	<i>0,69</i>	<i>0,47</i>
<i>Altholz</i>				<i>Altholz</i>			
<i>Altpapier</i>	<i>0,99</i>	<i>0,84</i>	<i>0,74</i>	<i>Altpapier</i>	<i>0,44</i>	<i>0,45</i>	<i>0,41</i>
<i>Halbstoffe (v.a. Zellstoff)</i>	<i>0,33</i>	<i>0,32</i>	<i>0,32</i>	<i>Halbstoffe (v.a. Zellstoff)</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
Bilanzausgleich		1,06		Bilanzausgleich	0,29		0,54
<b>Summe</b>	<b>15,88</b>	<b>15,94</b>	<b>16,19</b>	<b>Summe</b>	<b>15,88</b>	<b>15,94</b>	<b>16,19</b>

Tabelle 18: Aufkommen und Verbrauch von Waldenergieholz, Industrieholz, Nebenprodukten aus der Sägeindustrie, Altholz, Flurholz, Holz aus Kurzumtriebsplantagen in Petajoule (PJ) für die Jahre 2010, 2012, 2014 (Quellen: FRIEDRICH ET AL. 2012, GAGGERMEIER ET AL. 2014, STATISTISCHES LANDESAMT 2015F, BAYSF 2015A, BMEL 2015, eigene Erhebungen)

Aufkommen	Menge [PJ]			Verbrauch	Menge [PJ]		
	2010	2012	2014		2010	2012	2014
Waldholz in Form vom:				Privathaushalte	61,67	66,27	58,16
Stammholz	75,90	65,11	75,23	Biomasse- heiz(kraft)werke	33,65	38,35	45,56
Scheitholz	38,91	36,43	38,09	Feuerstätten in Indust- rie/ Dienstleistung	9,25	9,53	7,13
Hackschnitzel	11,06	14,28	15,09	<b>Zwischensumme energetische Nutzung</b>	<b>104,57</b>	<b>114,15</b>	<b>110,85</b>
Industrieholz	11,38	12,07	11,89				
nicht erfasster Ein- schlag	27,77	25,90	35,01	Holzwerkstoffindustrie	15,41	15,36	15,54
				Papier-/ Zellstoffin- dustrie			
<i>Sägenebenprodukte.</i>	<i>29,60</i>	<i>29,12</i>	<i>30,61</i>	- Frischholz	12,95	10,23	13,65
<i>Rinde/Kappholz</i>	<i>4,55</i>	<i>3,18</i>	<i>7,70</i>	- Zellstoff (ohne Eigenerzeugung)	6,16	5,97	5,97
<i>Hobelspäne</i>	<i>3,27</i>	<i>1,65</i>	<i>1,50</i>	- Altpapier	58,06	54,14	53,58
Industrierestholz	9,25	9,25	6,57	<i>Sägeindustrie - Einschnitt</i>	<i>80,67</i>	<i>80,68</i>	<i>86,29</i>
Altholz	23,13	23,59	22,21	davon Schnittholz	44,37	47,00	45,68
Altpapier	46,12	45,36	44,62	<i>Sägenebenprodukte, Rinde, Hobelspäne</i>	<i>36,30</i>	<i>33,68</i>	<i>40,61</i>
Flur- und Siedlungsholz	6,13	6,13	7,47	Garten- und Landschaftsbau			2,63
Holz aus Kurzum- triebsplantagen	0,00	0,00	0,37	<b>Zwischensumme stoffliche Nutzung</b>	<b>136,95</b>	<b>132,70</b>	<b>137,05</b>
Binnenhandel Deutsch- land	n.b.	n.b.	n.b.	Binnenhandel Deutschland	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Import</b>	45,63	44,52	46,59	<b>Export</b>	48,86	49,99	44,91
<i>Stammholz</i>	<i>9,20</i>	<i>10,52</i>	<i>13,52</i>	<i>Stammholz</i>	<i>10,33</i>	<i>11,27</i>	<i>9,58</i>
<i>Schnittholz</i>	<i>8,03</i>	<i>7,47</i>	<i>7,28</i>	<i>Schnittholz</i>	<i>17,17</i>	<i>17,36</i>	<i>18,85</i>
<i>Sägespäne, Brennholz,..</i>	<i>3,76</i>	<i>4,88</i>	<i>6,01</i>	<i>Sägespäne, Brennholz,..</i>	<i>13,15</i>	<i>12,96</i>	<i>8,83</i>
<i>Altholz</i>				<i>Altholz</i>			
<i>Altpapier</i>	<i>18,48</i>	<i>15,68</i>	<i>13,81</i>	<i>Altpapier</i>	<i>8,21</i>	<i>8,4</i>	<i>7,65</i>
<i>Halbstoffe (v.a. Zellstoff)</i>	<i>6,16</i>	<i>5,97</i>	<i>5,97</i>	<i>Halbstoffe (v.a. Zellstoff)</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
Bilanzausgleich		14,20		Bilanzausgleich	4,89		10,33
<b>Summe</b>	<b>295,28</b>	<b>296,84</b>	<b>303,14</b>	<b>Summe</b>	<b>290,38</b>	<b>296,84</b>	<b>303,14</b>

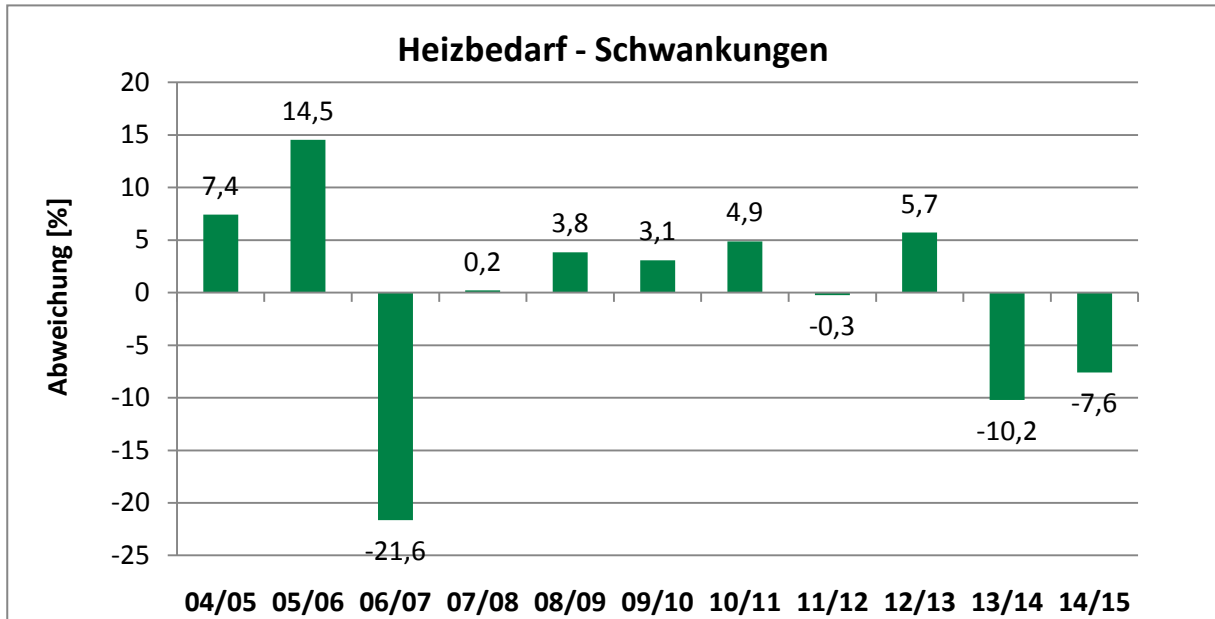
## 5.5 Berücksichtigung von Witterungsfaktoren

Der Witterungseinfluss während der jeweils beobachteten Heizperiode stellt einen Indikator dar, um Verbrauchsschwankungen zu erklären. Die folgende Beschreibung zeigt, dass sich der individuelle Verbrauch der Marktteilnehmer dabei aufgrund der Temperaturschwankungen verändert. In der Abbildung 50 sind die Heizgradtage von elf Klimastationen in Bayern im Vergleich zum langjährigen Mittel dargestellt. Heizgradtage sind die Summen der Temperaturdifferenzen an Heiztagen zwischen der Außentemperatur und einer Heizgrenztemperatur (hier: 15 °C). Die ermittelten Heizgradtage unterscheiden sich sowohl innerhalb der Standorte, als auch innerhalb der Heizperioden. Die Zeiträume 2010/11 und 2012/13 unterschieden sich kaum vom langjährigen Mittel. Die Periode 2014/15 lag deutlich darunter.



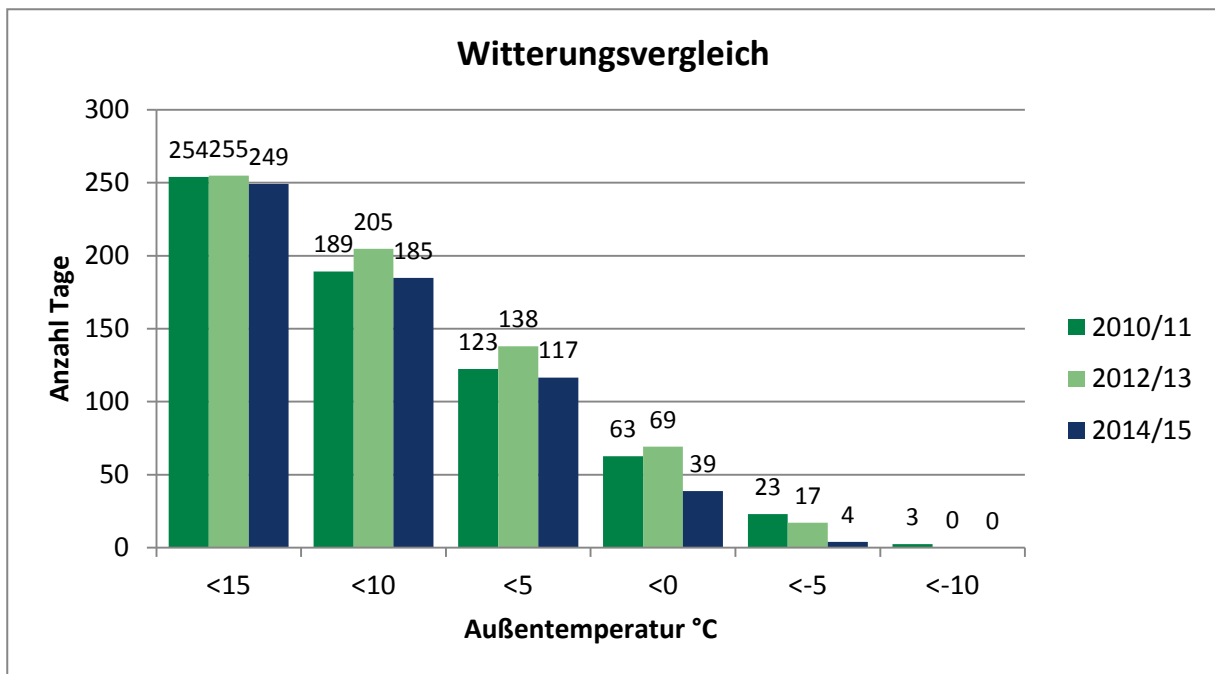
**Abbildung 50:** Vergleich der Heizgradtage von elf Wetterstationen in Bayern in drei Heizperioden im Vergleich mit dem langjährigen Mittel (Quelle: DWD, eigene Berechnungen).

Die Abbildung 51 zeigt die mittleren Abweichungen der Klimastationen vom elfjährigen Mittel. Die Messwerte der Klimastationen wurden zusätzlich mit der Bevölkerungszahl der entsprechenden Region (hier: Landkreis oder kreisfreie Stadt) gewichtet, um den Heizbedarf repräsentativ abzubilden. Die Heizperioden 2013/14 und 2014/15 lagen deutlich unter dem Mittelwert. Die Differenz zwischen 2014/15 und der Periode 2012/13 betrug 13,3 %. Der Verbrauch von Energieholz war 2014 nach der Holzbilanz nur um 3,5 % niedriger als 2012. Allerdings wurden 2014 deutlich mehr Anlagen erfasst, weshalb die Zahlen nur bedingt vergleichbar sind. Am besten lässt sich der Heizbedarf mit dem Scheitholzverbrauch vergleichen, weil sich hier die Zahl der Feuerungen nicht signifikant verändert hat und die Erhebungsmethode gleich blieb. Wie in Kapitel 4.6.3 ausgeführt, war der Scheitholzverbrauch 2014/15 um 23 % niedriger als zwei Jahre zuvor, sank also deutlich stärker als der Heizbedarf erwarten ließe. Dies kann zum einen durch die Substitution von Holz durch Heizöl oder Gas erklärt werden. Es kann aber auch sein, dass der Scheitholzverbrauch nicht proportional zum Heizbedarf ist. Abbildung 52 zeigt auf, dass die Anzahl von Tagen unterhalb der Heizgrenztemperatur 2014/15 kaum niedriger war als 2012/13.



**Abbildung 51:** Abweichungen vom Mittelwert der Heizgradtage von elf Wetterstationen während der letzten 10 Heizperioden in Bayern. Die Messwerte der Stationen sind mit der Bevölkerungszahl der Region gewichtet.

Der markante Unterschied der Periode 2014/15 war die viel geringere Zahl von Frosttagen. Im Vergleich zur Heizperiode von 2012/13 ergibt sich 2014/15 ein Rückgang an Frosttagen von 44 %. Möglicherweise schüren die Haushalte, die in Einzelöfen nur zusätzlich mit Holz heizen, diese bevorzugt an Frosttagen an und heizen dann stärker, als es eigentlich notwendig wäre.

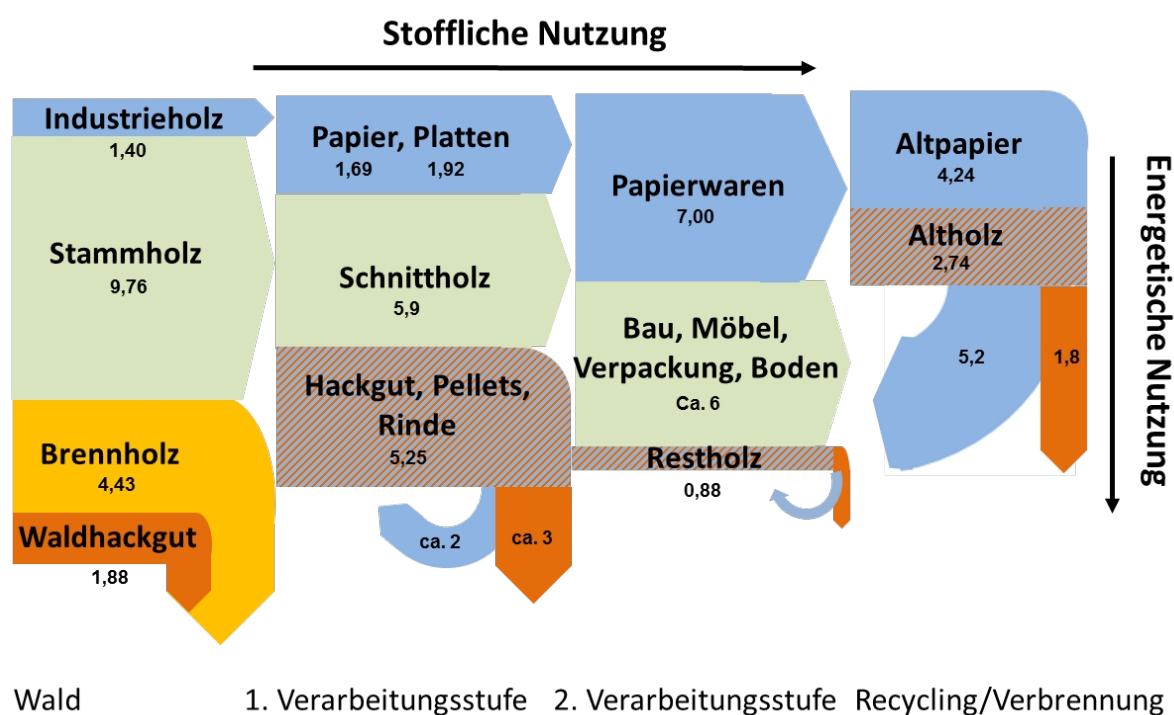


**Abbildung 52:** Durchschnittliche Zahl von Tagen unterhalb von bestimmten Temperaturgrenzen an den ausgewählten bayrischen Wetterstationen in den Heizperioden September bis Mai der Jahre 2010/11, 2012/13, 2014/15



## 5.6 Stoffstrommodell

Das nachfolgende Modell zeigt in vereinfachter Form die Holzströme der stofflichen und energetischen Holzverwendung in Bayern. Die Zu- und Abflüsse aus dem Ausland, das Aufkommen an Flur- und Siedlungsholz sowie der nicht erfasste Holzeinschlag werden nicht dargestellt. An jeder Station des Stoffstroms gelangt ein Teil des Holzes in die energetische Nutzung. Von der Forstwirtschaft wurde 2014 34 % des Holzes als Brennholz und Hackschnitzel der energetischen Verwendung zugeführt. Knapp 60 % des gesamten energetisch genutzten Holzes stammt direkt aus der Forstwirtschaft, wenn der nicht erfasste Holzeinschlag berücksichtigt wird. Aus der Be- und Verarbeitung des Holzes stammen knapp 30 % und etwas mehr als 10 % ist Altholz, das bereits stofflich genutzt wurde. Den größten Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leistet die Papierwirtschaft durch die Wiederverwendung von Altpapier.



**Abbildung 53:** Die Stoffströme der stofflichen und energetischen Holzverwendung in Bayern 2014 in Mio. Fm m. R. bzw. m<sup>3</sup> in einer vereinfachten Darstellung.

## 5.7 Schlussfolgerungen

Die Nachfrage nach Rohholz und nach auf Holz basierenden Rohstoffen war in Bayern 2014 mit rund 36 Mio. m<sup>3</sup> weiterhin auf einem hohen Niveau. Holz zur energetischen Verwendung hat aber von 2012 bis 2014 keine weiteren Marktanteile hinzugewonnen. Der Absatz von nachhaltig bereitgestellten Mengen gestaltet sich v. a. im Bereich der Waldhackschnitzel zunehmend schwierig. Der ansteigende Trend im Verbrauch von Holz als Energieträger der vergangenen Jahre von 2005 bis 2012 ist gebrochen. Ursächlich dafür war der milde Witterungsverlauf der Winter 2013/14 und 2014/15, der zu einem deutlich niedrigeren Verbrauch von Holz als Energiequelle vor allem bei den privaten Nutzern führte. Auch der Einbruch beim Heizölpreis kann dazu geführt haben, dass vermehrt Energieholz durch Heizöl ersetzt wurde. Für 2015 dürfte sich dieser Trend bei stark sinkenden Preisen für fossile Energieträger und weiterhin milder Witterung fortgesetzt haben. Insgesamt nahm der energetische

Verbrauch nach der Bilanz von 2012 auf 2014 um 3,5 % bzw. 0,5 Mio. m<sup>3</sup> ab. In der Realität dürfte der Rückgang noch größer gewesen sein, weil zahlreiche Feuerungsanlagen 2014 erstmals erfasst wurden, zwei Jahre zuvor aber schon vorhanden waren. Neben dieser Erklärung für die kurzfristigen Änderungen beim Energieholzverbrauch lassen sich einige Aussagen für die längerfristige Entwicklung ableiten: Der Energieholzverbrauch der privaten Haushalte wird eher Trend bei den neuen Gebäuden lässt sich zwar nicht abschätzen, weil einerseits seltener mit Holz geheizt wird, andererseits häufiger Holz als primärer Energieträger gewählt wird. Allerdings gibt die 1. Bundesimmissionschutzverordnung (BImSchV) Impulse zur Stilllegung bzw. zum Austausch alter Öfen. Werden diese durch neue Holzfeuerungen ersetzt, sind diese effizienter und verbrauchen weniger Holz. Werden sie nicht ersetzt, dürfte die wegfallende Verbrauchsmenge kaum durch die Haushalte ausgeglichen werden, die erstmals mit dem Heizen mit Holz beginnen. Das Interesse an der Anschaffung von Holzfeuerungen ist bei solchen Haushalten sehr gering, woran sich kaum etwas ändern dürfte, solange die Preise der fossilen Brennstoffe niedrig sind. Außerdem wird der Energiebedarf durch Gebäudesanierung und Dämmung sinken. Auch verwenden Haushalte, die mit Holz heizen, zunehmend noch andere regenerative Energiequellen, wie z. B. Solarthermie, was ihren Holzbedarf senkt. Schließlich ist aufgrund des Klimawandels häufiger mit milden Wintern zu rechnen. Bei den Biomasseheizkraftwerken wird die künftige Entwicklung von der weiteren Ausgestaltung des EEG abhängen. Das EEG 2014 hat den Neubau von solchen Anlagen unattraktiv gemacht. Bei den Biomasseheizwerken sind die Rahmenbedingungen für weitere Neubauten ebenfalls ungünstiger geworden. Zum einen sind die Anlagen angesichts der niedrigen Öl- und Gaspreise weniger wettbewerbsfähig, zum anderen werden die Investitionskosten aufgrund der neu gültigen Grenzwerte für Emissionen nach der 1. BImSchV möglicherweise steigen. Wird die installierte Leistung der Feuerungsanlagen zugrunde gelegt, dürfte der Kulminationspunkt in der Entwicklung erreicht worden sein. Der Energieholzverbrauch wird künftig wesentlich von der Witterung, nach wie vor aber auch von der Preisentwicklung fossiler Brennstoffe bestimmt werden. Das nachhaltig vorhandene Potenzial an Energieholz würde durch die beschriebene Nachfrageentwicklung nicht ausgeschöpft werden. Der Beitrag der Holzenergie v. a. zur Wärmewende könnte demnach noch ausgebaut werden.

### 5.7.1 Ableitung von Maßnahmen und Empfehlungen

#### **Auskömmliche EEG-Anschlussregelungen für Biomasseheizkraftwerke**

Im Gegensatz zu Photovoltaik- oder Windkraftanlagen sind die Stromgestehungskosten bei allen Biomasse(heiz)kraftwerken von den Brennstoffkosten dominiert, so dass diese Anlagen, auch wenn sie nach Auslaufen der EEG-Vergütung abgeschrieben sind, Stromgestehungskosten aufweisen, die voraussichtlich deutlich über den Erlösen liegen werden, die am unregulierten Markt realisiert werden können. Für Festbrennstoffanlagen, die kein Altholz einsetzen, ist zwar eine Anschlussregelung im inzwischen verabschiedeten EEG 2017 vorgesehen, der Gebotshöchstpreis bei den vorgesehenen Bioenergie-Ausschreibungen liegt aber sehr niedrig, so dass zu befürchten ist, dass viele der bestehenden Anlagen nicht zu diesem Preis anbieten können.

Altholz(heiz)kraftwerke zählen zu den ersten Bioenergieanlagen, die aus der EEG-Vergütung fallen werden. Für diese Anlagen ist im EEG 2017 keine Anschlussregelung vorgesehen. Bleibt es dabei, gehen die ersten Anlagen spätestens ab 2021 vom Netz, unter Umständen auch früher, wenn für Ersatzinvestitionen infolge kurzer Restlaufzeiten die wirtschaftliche Perspektive fehlt. Ob die Kosten für eine geordnete und effiziente Entsorgung des Altholzes in speziell dafür ausgelegten Anlagen ausschließlich über erhöhte Abfallgebühren abgefangen werden können, scheint für einen Großteil des Bestandes an Altholz(heiz)kraftwerken fraglich.

Die meisten Biomasse(heiz)kraftwerke setzen als Brennstoff Rest- und Abfallstoffe ein und leisten damit einen effizienten Beitrag, das nach dem KrWG geforderte Hochwertigkeitsgebot zu erfüllen. Insbesondere Altholzkraftwerke stellen nicht nur zuverlässig erneuerbare Energien in Form von Strom und Wärme bereit, sondern gewähren auch eine Entsorgungssicherheit für stofflich nicht mehr nutzbare Altholzfraktionen und sind somit ein wichtiger Baustein in der nachhaltigen Nutzungskaskade von Holz. Die Branche vermutet, dass Stilllegungen der über ganz Deutschland aufgebauten Verbrennungskapazitäten zu einem Entsorgungsnotstand in der Abfallwirtschaft führen werden (BAV 2016).

Holzbasierende KWK-Anlagen können auch einen signifikanten Beitrag dazu leisten, den Ausbau fluktuierender Erneuerbarer Energien wie Windkraft und Photovoltaik durch eine zuverlässige, bedarfsgerechte sowie regelbare Energiebereitstellung abzusichern und damit erforderliche Systemdienstleistungen zur Sicherung der Netzstabilität bereit zu stellen. Bisher sind Biomasse(heiz)kraftwerke in der Regel auf Grundlastbetrieb ausgelegt. Sie können aber auch in einem gewissen Bereich für eine flexible Fahrweise ertüchtigt werden, um so nach Bedarf ihre Leistung zu reduzieren oder auf das maximale Niveau hochzufahren.

Das EEG 2017 ist nach Einschätzung der Branche für die Mehrzahl der Bestandsanlagen nicht geeignet, wirtschaftlich darstellbare Perspektiven aufzuzeigen, die den Betreibern von KWK-Anlagen Planungs- und Investitionssicherheit geben. Auch in Bayern ist damit ein Wegfall erheblicher Strom- und Wärmeenergie aus erneuerbaren Energien wahrscheinlich. Auch der Weiterbetrieb von KWK-Anlagen gespeisten dezentralen Wärmenetzen ist mit dem EEG 2017 gefährdet. Gebunden an die Pflicht zur Hebung bisher ungenutzter Wärmepotentiale und allgemeiner Effizienzsteigerung sollten daher dem Anlagenbestand verbesserte Konditionen bei den vorgesehenen Bioenergie-Ausschreibungen im EEG ermöglicht werden, damit die Anlagen während einer längeren Übergangsphase geordnet in den Strommarkt integriert werden.

### **Sonderförderung für Klein-KWK-Anlagen**

Ein besonderes Augenmerk sollte auf die schon vom EEG 2014 besonders schwer getroffene Branche der Holzvergaser gelegt werden, für die auch das EEG 2017 keine substanziellen Verbesserungen bereithält. Bei den Holzvergasern handelt es sich um eine verheißungsvolle Technologie mit hohen Anlagen-Wirkungsgraden im kleinen Leistungsbereich, die sich gut in die Grundlast von Wärmenetzen einbinden lässt. Neue technische Entwicklungen der Hersteller, darunter auch weltweit führende Unternehmen aus Bayern, zielen zudem auf Mini-KWK-Anlagen ab, wodurch der Eigenstromverbrauchsanteil der Betreiber erhöht werden kann. Um der jungen modernen Holzgastechologie in Deutschland wieder eine Chance zu geben, ihren Beitrag zum Gelingen der Energiewende zu leisten, bedürfte es daher gezielter Förderung von staatlicher Seite.

### **Effiziente und saubere Heiztechnik in Privathaushalten fördern**

Bei der Nutzung von Holzenergie bestehen insbesondere im privaten Bereich Optimierungsmöglichkeiten: Sie reichen vom Austausch veralteter Ofentechnik über die richtige Dimensionierung und Handhabung der Anlagen, bis hin zur Lagerung und Verwendung von Brennstoffen. Aufklärungsschriften zum richtigen Heizen, Fachvorträge und verpflichtende Beratungsgespräche mit dem Kaminkehrer sind wichtige Lenkungsmaßnahmen, um eine Sensibilisierung der Bürger und eine Effizienzsteigerung im Hausbrand zu erreichen. Fragen zum Heizen mit Holz beantworten auch die Mitglieder im staatlichen Informations- und Beratungsnetzwerk LandSchaftEnergie. Die 1. BImSchV gibt bereits Impulse an die privaten Haushalte, neueste Ofen- und Kesseltechnik einzusetzen und verlangt auch von den Herstellern Entwicklungsfortschritte. Durch staatliche Förderung können Anreize zum vorzeitigen Austausch veralteter Heiztechnik durch z. B. innovative Brennwerttechnik geschaffen

werden. Das 10.000-Häuser-Programm der bayerischen Staatsregierung geht bereits in diese Richtung. Eine Beschränkung der Förderung auf erneuerbare Energien könnte die Energiewende allerdings noch schneller voran bringen.

### **Brennstoffqualität bei Hackschnitzeln verbessern**

Die 2. Stufe der 1. BImSchV stellt vor allem die Betreiber neuer Biomassekessel, die Holzhackschnitzel verwenden, vor große Herausforderungen, die vorgegebenen Grenzwerte einzuhalten. Neben den Stellschrauben Anlagentechnik und Kesseleinstellung gilt es hier, der Brennstoffqualität mehr Aufmerksamkeit zu widmen, was die gesamte Bereitstellungskette einschließlich Verfahren der Aufbereitung und Lagerung betrifft. Dieser Thematik nehmen sich bereits aktuelle Forschungsvorhaben an der LWF und dem TFZ an, um an die Praxis Handlungsempfehlungen aussprechen zu können (siehe auch Kapitel 5.8).

### **Ausbau von Nahwärmenetzen unter Beachtung der Effizienz fördern**

Ein zusätzliches Potenzial besteht im Ausbau von Nahwärmenetzen, wobei auch verschiedene Energieträger miteinander kombiniert werden können. Eine mögliche Förderung sollte jedoch auch hier an Effizienzkriterien geknüpft werden, um Energieverluste gering zu halten und einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Dies gelingt vor allem durch eine bedarfsorientierte Detailplanung und qualitätsorientierte Bauausführung. Auch die Anlagen der angebundenen Wärmenutzer sind entsprechend zu optimieren.

### **Illegale Verbrennung von Altholz verhindern**

Die privaten Haushalte verbrennen eine beachtliche Menge Altholz. Es ist anzunehmen, dass darin zu einem beträchtlichen Teil auch behandelte Althölzer enthalten sind. Diese Mengen sollten künftig möglichst durch die Altholzaufbereiter erfasst und ordnungsgemäß verwertet werden. Einerseits gilt es, die Haushalte über die Rechtslage und Umweltgefahren hinsichtlich der Verbrennung von Altholz besser aufzuklären. Andererseits können die Kommunen den Haushalten die ordnungsgemäße Entsorgung erleichtern, indem sie über ihre Sammelsysteme keine zusätzlichen Gebühren für die Annahme von behandeltem Altholz erheben.

### **Möglichkeiten der Kaskadennutzung realistisch betrachten**

Die stoffliche Verwendung von Holz stellt einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz dar. Anzustreben wäre eine möglichst mehrmalige stoffliche Nutzung vor der abschließenden energetischen Verwendung in großen Biomasseheiz(kraft)werken. Diese Kaskadennutzung von Holz wird sowohl von wissenschaftlicher (z. B. CARUS ET AL. 2014) als auch politischer Seite (z. B. BMEL 2014) gefordert. Durch das Kreislaufwirtschaftsgesetz wird der Wiederverwertung von Altholz bereits Vorrang vor der energetischen Nutzung und Deponierung eingeräumt. Die Möglichkeiten der stofflichen Wiederverwertung von Altholz und die damit verbundenen ökologischen Vorteile sind allerdings begrenzt, wie HÖGLMEIER ET AL. (2016) zeigten. Da die energetische Verwendung von Altholz nur in großen Biomasseheiz(kraft)werken finanziell attraktiv ist, um die Kosten der immissionsschutzrechtlich notwendigen Maßnahmen zu rechtfertigen, besteht zudem das Problem, dass die Wärme derzeit nicht immer optimal genutzt werden kann. Die Forderung einer konsequenten Kaskadennutzung stößt zudem an ihre Grenzen, wenn man bedenkt, dass etwa die Hälfte des in Bayern energetisch genutzten Holzes in häuslichen Feuerstätten eingesetzt wird. Schon aus emissionsschutzrechtlicher Sicht ist es nicht erlaubt, Altholz der Klassen II bis IV in Kleinfeuerungsanlagen zu verbrennen. Selbiges gilt für einen Großteil der häufig kommunalen Biomasseheizwerke. Ein wesentlicher Anteil der Feuerstätten wird

somit weiterhin an den naturbelassenen Holzbrennstoff direkt aus Wald und Flur oder aus den Sägenebenprodukten gebunden sein und kaum an einer Kaskadennutzung teilnehmen können.

### **Anlage von Kurzumtriebsplantagen fördern**

Die Anlage von Kurzumtriebsplantagen sollte vorangetrieben werden. Ein höherer Anrechnungsfaktor beim Greening und eine breitere Sortenauswahl bei den wuchskräftigen Sorten könnte die Motivation für KUP bei den Landwirten verbessern. Die breitere Sortenauswahl würde zudem die Betriebssicherheit fördern. Die derzeit enge genetische Basis im KUP-Anbau vergrößert die Risiken durch biotische Schadorganismen. Hürden beim Anbau von KUP als Gewässerschutzstreifen bestehen derzeit auch noch im Wasserrecht (BÄRWOLFF ET AL. 2013). Eine finanzielle Förderung würde die Neuanlage von KUP ebenfalls attraktiver machen.

## **5.8 Weiterer Forschungsbedarf**

Es besteht weiterhin Forschungsbedarf, um die Effizienz bei der Bereitstellung und Verwendung von Energieholz zu verbessern. Aktuelle Forschungsprojekte befassen sich z. B. damit, wie Lagerverluste bei der Zwischenlagerung von Hackschnitzeln vermieden werden können. Außerdem soll durch die Verwendung von Waldrestholz nicht die Produktivität der Waldböden beeinträchtigt werden. Mit Verfahren zur nährstoffschonenden Nutzung von Waldrestholz befasst sich ebenfalls schon ein Forschungsprojekt in Bayern. Letztlich müssen die Forstbetriebe ein Nährstoffmanagement betreiben. Die dafür erforderlichen Hilfsmittel muss die Wissenschaft entwickeln.

Die Attraktivität von Kurzumtriebsplantagen für Betreiber könnte erhöht werden, wenn auch Optionen für eine stoffliche Nutzung des erzeugten Holzes bestehen würden. Im Hinblick auf die Bioökonomie dürften auch darin Potenziale liegen. Es ist Aufgabe der Holzforschung, diese Potenziale auszuloten.

Die auf den Energieholzmarktbericht 2014 folgende Studie sollte sich in den folgenden Bereichen noch weiter entwickeln:

- Bei der Erfassung des Rindenaufkommens gibt es bisher eine deutliche Diskrepanz zwischen den Angaben der Sägewerke und den aus ertragskundlicher Sicht theoretisch vorhandenen Mengen. Hier sollte die Erfassung bei den Sägewerken verbessert und eine klare Abgrenzung zu den Sägenebenprodukten gezogen werden.
- Das Aufkommen von Industrierestholz lässt sich aufgrund der großen Zahl von weiterverarbeitenden Betrieben nicht mit einem vertretbaren Aufwand direkt bei den Betrieben erheben. Stattdessen können Studien herangezogen werden, die für nach der Menge bedeutende Holzprodukte, meist für Zwecke einer Ökobilanzierung, den Verschnitt erhoben haben. Zusätzlich kann in bedeutenden Branchen über Befragungen der Anfall von Industrierestholz ermittelt werden. Derzeit laufen bei der Hochschule Weihenstephan/Triesdorf in Kooperation mit der LWF schon Studienarbeiten über Zimmereien. Erhebungen bei Schreinereien sollen noch folgen.
- Die Erhebungen zum Flur- und Siedlungsholz sollten künftig auch die Straßenmeistereien mit einbeziehen. Der GIS-basierte Ansatz für die Bestimmung der Nutzungspotenziale bei Flur- und Siedlungsholz sollte weiter entwickelt werden.
- Die bisherigen Befragungen bei den privaten Haushalten haben gezeigt, dass es vielen Nutzern schwer fällt, den eigenen Holzverbrauch zu quantifizieren. Die LWF hat deshalb einige Mitarbeiter der Forstverwaltung und anderer Organisationen mit Expertise gebeten, im Winter 2015/16

ihren Energieholzverbrauch nach einem vorgegebenen Verfahren zu erheben und zu melden. Dies soll dazu dienen, die Ergebnisse aus den Haushaltsbefragungen zu verifizieren. Wenn es gelingt, denselben Personenkreis wiederholt für diese Erhebung zu gewinnen, kann dies ein zusätzlicher Barometer für die Überprüfung der Verbrauchsentwicklung werden.

## 6 Zusammenfassung

Im Entwicklungs- und Forschungsvorhaben „Energieholzmarkt Bayern 2014“ werden aktuelle Daten und Informationen zum Aufkommen und zum Verbrauch von Energieholzsortimenten in aggregierter Form bereitgestellt. Der Bericht baut auf die Marktberichterstattung aus den Jahren 2000 (WAGNER UND WITTKOPF 2000), 2005 (BAUER ET AL. 2005) 2010 (FRIEDRICH ET AL. 2010) und 2012 (GAGGERMEIER ET AL. 2012) auf. Die Daten wurden auf der Basis bestehender Statistiken, durch eigene schriftliche und telefonische Befragungen der Marktteilnehmer (industrielle Holzverbraucher, Gewerbebetriebe und Privathaushalte), in Gesprächen mit Experten und durch ergänzende Literaturrecherchen von der LWF zusammen mit C.A.R.M.E.N. e.V. erhoben. Daneben werden die Auswirkungen aufgrund der Veränderungen der aktuellen Förderprogramme (EEG 2014, MAP, BioKlima) auf den Energieholzmarkt dargestellt.

### Aufkommen

Das Waldholzaufkommen in Bayern betrug im Jahr 2014 ca. 18 Mio. Festmeter mit Rinde. Im Vergleich zu 2012 stieg das Aufkommen damit um 1,5 Mio. Festmeter m. R. oder ca. 9 %. Dabei stieg das Aufkommen von Stammholz mit einem Plus von 940.000 Festmetern m. R. im Vergleich zu 2012 besonders stark. Insgesamt wurden 6,3 Mio. Festmeter mit Rinde Waldenergieholz bereitgestellt. Die Waldbesitzer haben 2014 ca. 35 % des eingeschlagenen Holzes zu Energieholz aufgearbeitet. Allerdings gibt es noch eine beachtliche, von der Holzeinschlagsstatistik bisher nicht erfasste Holzmenge, worauf ein Vergleich der Ergebnisse der Bundeswaldinventur mit den Holzeinschlagsstatistiken hinweist. Danach kann der tatsächliche Holzeinschlag 2014 um 20 % größer gewesen sein als die Statistik ausweist. Das langfristige Nutzungspotenzial in Höhe von 22,6 Mio. Fm m. R. wurde dann 2014 nahezu ausgeschöpft.

Die bayerische Sägeindustrie stellte Sägenebenprodukte als Koppelprodukt bei der Schnittholzproduktion sowie Rinde und Hobelspäne im Umfang von 5,25 Mio. m<sup>3</sup> bereit. Das entspricht einem Plus von 0,84 Mio. m<sup>3</sup> im Vergleich zum Jahr 2012. Das Aufkommen an Industrierestholz aus der Weiterverarbeitung des Schnittholzes wird auf 0,88 Mio. m<sup>3</sup> geschätzt. Das Aufkommen an Holz aus der Landschafts- und Verkehrswegepflege, dem Gartenbau und der Gewässerbewirtschaftung wird unter dem Posten Flur- und Siedlungsholz zusammengefasst und für 2014 auf 0,91 Mio. m<sup>3</sup> geschätzt. Altholz ist ebenfalls ein bedeutendes Energieholzsortimente. Das Altholzaufkommen war 2014 mit 2,74 Mio. m<sup>3</sup> nur wenig größer als 2012. Aus der Ernte von Kurzumtriebsplantagen sind 2014 ca. 40.000 Festmeter Energieholz angefallen.

### Verbrauch

Die Nachfrage nach Holzsortimenten zur Produktion von Wärme und Strom hat erstmals im Zeitraum seit Beginn der Marktberichterstattung abgenommen. Vor allem sank der Verbrauch der Privathaushalte in der Heizperiode 2014/2015 von rund 8 Mio. m<sup>3</sup> im Jahr 2012 auf knapp 7 Mio. in 2014. Ursächlich für diesen Rückgang waren die milde Witterung und vermutlich auch der Einbruch der Heizölpreise. Biomasseheizwerke und Biomasseheizkraftwerke verbrauchten 2014 Energieholz im Umfang von 5,59 Mio. m<sup>3</sup>, wobei je ein Drittel der Menge auf Waldhackschnitzel und auf Altholz entfällt. Die übrige Menge umfasst Reste aus der Be- und Verarbeitung des Stammholzes, Pellets und Landschaftspflegeholz. Der Bestand an Biomasseheiz(kraft)werken musste auf 3.400 Anlagen deutlich nach oben korrigiert werden. Erstmals standen aus der Feuerstättenzählung der Kaminkehrer fundierte Zahlen zum Anlagenbestand zur Verfügung. Der Zuwachs beim Holzverbrauch der Biomasseheiz(kraft)werke von 17 % im Vergleich zu 2012 ist auf den größeren Erfassungsgrad zurückzuführen.



Der Verbrauch der mittleren Feuerstätten in Industrie und Dienstleistung lag 2014 bei 0,87 Mio.m<sup>3</sup> und damit um 14 % niedriger als zwei Jahre zuvor.

Erstmals wurde in der Holzbilanz auch der Verbrauch der im Altpapier und Zellstoff enthaltenden Holzfasern berücksichtigt. Im Jahr 2014 wurden 46 % des eingesetzten Holzes energetisch verwendet. In den Jahren 2010 und 2012 lag dieser Anteil bei 45 bzw. 48 %, wenn diese Holzrohstoffe auch dort berücksichtigt werden. Der Anteil der energetischen Nutzung von Holz ist somit wieder etwas gesunken.

Insgesamt wurde für das Jahr 2014 ein Holzaufkommen von rund 36 Mio. m<sup>3</sup> ermittelt. Frischfaser mit Ursprung aus dem Wald hat daran einen Anteil von 60 %. Der Rest entfällt zu einem kleinen Teil auf Frischholz von außerhalb des Waldes und zu größeren Teilen auf Altholz und Altpapier.

Ein zusätzliches zentrales Ziel des Forschungsvorhabens war die Ermittlung und die Darstellung der durch die Holzverbrennung produzierten Wärme- und Strommenge und der eingespeisten Strommengen sowie die Auswirkungen der Novelle zum Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) 2014, der Aussetzung des Förderprogramms BioKlima und die in Kraft tretende 2. Stufe der 1.BImSchV. Nach derzeitigem Kenntnisstand waren Ende 2014 in Bayern 276 Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung in Summe von 248 MW<sub>el</sub> in Betrieb, die aus holziger Biomasse 1,42 Terawattstunden Strom produzierten. Die installierte Nennwärmeleistung in Summe über den gesamten Anlagenbestand an Holzheizwerken in Bayern wird auf rund 1.720 MW<sub>th</sub> geschätzt. Alle KWK-Anlagen zusammen weisen eine thermische Leistung von 910 MW<sub>th</sub> auf, so dass in Bayern von einer installierten thermischen Gesamtleistung bei Holzfeuerungen größer 150 kW in Höhe von rund 2,6 GW<sub>th</sub> ausgegangen werden kann. Die genutzte Wärmemenge wird mit 6,4 TWh abgeschätzt. Der Bestand an Holzfeuerstätten im Leistungsbereich von 50 bis 150 kW<sub>th</sub> in Wohnanlagen, Gewerbebetrieben und öffentlichen Gebäuden wurde erstmals auf einer neuen Datengrundlage mit rund 12.500 Anlagen und einer thermischen Leistung von rund 1 GW<sub>th</sub> abgeschätzt. Mit Hilfe dieser Anlagen sind auf Basis des nachwachsenden Rohstoffs Holz ca. 1,5 TWh<sub>th</sub> Wärme bereitgestellt worden.

Die Novelle des EEG mit einer Reduzierung der Einspeisevergütung für Strom hatte bei Neuinvestitionen von KWK-Anlagen einschneidende Konsequenzen. Wie das EEG-Anlagenregister der Bundesnetzagentur (BNETZA 2015) und auch die bei den Herstellern von Holzvergäsern durchgeführte Umfrage zu deren Verkaufszahlen bestätigte, ging 2015 kein Biomasseheizkraftwerk nach dem neuen EEG 2014 in Betrieb. Die Fördersätze für Holzheizungen bis 100 kW wurden im Marktanzreizprogramm (MAP) erhöht und auch die Förderquoten des bayerischen Heizwerksförderprogramms BioKlima wurden deutlich aufgestockt. Allerdings herrscht große Verunsicherung bei Verbrauchern hinsichtlich der Notwendigkeit zum Einsatz von Feinstaubfiltern. Insbesondere bei mit Hackschnitzeln befeuerten Anlagen scheint der Einbau eines effektiven Staubabscheiders häufig unumgänglich zu sein, um wiederkehrend die Anforderungen der 2. Stufe der 1. BImSchV erfüllen zu können. Der Zubau an Holzheizwerken fiel neben diesen Ursachen auch in Folge des geringen Gas- und Ölpreises im Jahr 2015 wesentlich schwächer aus als die Jahre zuvor.

Holz als Energieträger hat eine wichtige Bedeutung im Wärme- und Energiemarkt Bayerns. Der leicht rückläufige Verbrauch von Energieholz 2014 kann durch den milden Winter ohne lange Frostperioden sowie die niedrigen Heizölpreise erklärt werden. Langfristig ist bei den privaten Haushalten aus verschiedenen Gründen mit einem sinkenden Energieholzverbrauch zu rechnen.



## 7 Literaturverzeichnis

- CARUS, M, RASCHKA, A., Fehrenbach, H., Rettenmaier, N., Dammer, L., KÖPPEN, S., THÖNE, M., DOBROSCHKE, S., DIEKMANN, L., HERMANN, A., HENNENBERG, K., ESSEL, R., PIOTROWSKI, S., DETZEL, A., KELLER, H., KAUERTZ, B., GÄRTNER, S., REINHARDT, J. (2014): *Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse*. Hürth: nova-Institut GmbH.
- AEBIOM (2015): *STATISTICAL REPORT 2015*. Brüssel: European Biomass Association.
- AMPRION GMBH (2015): *Dateien zu Stammdaten mit Stand 31.12.2014 der im Jahr 2014 in Betrieb befindlichen EEG-Anlagen der gesamten Regelzone der Amprion GmbH und deren Bewegungsdaten für das Jahr 2014*. Abgerufen am 16. September 2015 von <http://www.amprion.net/eeg-jahresabrechnungsdaten-2014>
- BAUER, J., ZORMEIER, F., BORCHERT, H., BURGER, F. (2006): *Energieholzmarkt Bayern. Analyse der Holzpotenziale und der Nachfragestruktur*. Freising: LWF Wissen Nr. 53.
- BAV, BUNDESVERBAND DER ALTHOLZERWERTER UND AUFBEREITER (2014): *Mitglieder im Altholzverband*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von <http://www.altholzverband.de/mitglieder-mitglieder-von-a-bis-z.php>
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENERHEBUNG (2013): *Produktion des Verarbeitenden Gewerbes in Bayern 2012 (sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden)*. München: Bayerisches Landesamt für Statistik.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (2015a): *Statistische Berichte. Verarbeitendes Gewerbe in Bayern 2014 (sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden)*. München: Bayerisches Landesamt für Statistik.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (2015b): *Baugenehmigungen in Bayern 2014*. München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (2015c): *Bevölkerung: Gemeinden, Stichtage*. Abgerufen am 21. 02 2016 von <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online?language=de&sequenz=TabelleErgebnis&selectionname=12411-001>
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (2015d): *Strukturdaten der Bevölkerung und der Haushalte in Bayern 2014 - Teil I der Ergebnisse der 1% Mikrozensushebung (zusammengefasste Ergebnisse)*. München: Bayerisches Landesamt für Statistik.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG. (2015e): *Haushalte und Familien in Bayern 2014*. München: Bayerisches Landesamt für Statistik.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG. (2015f): *Statistische Berichte: Ausfuhr und Einfuhr Bayerns im Dezember 2014*. München: Bayerisches Landesamt für Statistik.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG (2016): *Bayern Daten 2015*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von [www.statistik.bayern.de](http://www.statistik.bayern.de)
- BAYPAPIER, BAYERISCHE PAPIERVERBÄNDE (2015): *Rohstoffe*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von <http://www.baypapier.com/standpunkte/rohstoffe>
- BAYSF, UNTERNEHMEN BAYERISCHE STAATSFORSTEN (2015a): *Holzeinschlagswerte 2014* (unveröffentlicht).
- BBE e.V., BUNDESVERBAND BIOENERGIE E.V. ( 2015): *Kurzumtriebsplantagen haben hohes Wachstumspotential und bieten enorme Chancen für Klima, Umwelt und Landwirtschaft*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von <http://www.bioenergie.de/images/stories/2015/text/hintergrundpapier.pdf>
- BDH, BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN HEIZUNGSINDUSTRIE (2015): *Deutsches Wärmejournal – Fakten und Hintergründe zum Wärmemarkt. Nr. 1. September 2015*. Abgerufen am 18.

- November 2015 von [http://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/BDH\\_Zeitschrift\\_1-2015\\_Final\\_Web.pdf](http://www.bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/BDH_Zeitschrift_1-2015_Final_Web.pdf)
- BIOMASSEATLAS (2015): *Vertriebskompass für die Biomassebranche*. Von <http://www.biomasseatlas.de/> abgerufen
- BMELV - BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2016): Abgerufen am 20. Februar 2016 von [http://www.bmelv-statistik.de/fileadmin/user\\_upload/monatsberichte/FHB-0120006-2014.pdf](http://www.bmelv-statistik.de/fileadmin/user_upload/monatsberichte/FHB-0120006-2014.pdf)
- BMELV, BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2014B): *Neue Wege für die Nutzung von Biomasse*. Abgerufen am 9. März 2016 von [http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/BiobasiertesWirtschaften/\\_texte/NeueWegeBiomassenutzungweb16.html;jsessionid=8C11FE3D15CFA3D314D67B7BDD73A15B.2\\_cid367](http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/BiobasiertesWirtschaften/_texte/NeueWegeBiomassenutzungweb16.html;jsessionid=8C11FE3D15CFA3D314D67B7BDD73A15B.2_cid367)
- BMELV, BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2014): *Der Wald in Deutschland. Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von [https://www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/SITE\\_MASTER/content/Dokumente/Downloads/BMEL\\_Wald\\_Broschuere.pdf](https://www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/BMEL_Wald_Broschuere.pdf)
- BMWi - BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2016): *Marktanalyse Biomasse*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von [www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/M-O/marktanalyse-freiflaeche-photovoltaik-biomasse,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/M-O/marktanalyse-freiflaeche-photovoltaik-biomasse,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf)
- BMWi, BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2015): *Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt*. Berlin: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz.
- BNETZA, BUNDESNETZAGENTUR (2015): *EEG-Anlagenregister – August 2014 bis September 2015*. Abgerufen am 17. November 2015 von [http://www.bundesnetzagentur.de/cln\\_1432/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Anlagenregister/Anlagenregister\\_Veroeffentlichung/Anlagenregister\\_Veroeffentlichungen\\_node.html](http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1432/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Anlagenregister/Anlagenregister_Veroeffentlichung/Anlagenregister_Veroeffentlichungen_node.html)
- BROSIUS, F. (2013): *SPSS 21 Mitp*. Heidelberg u.a.
- BUKHARDT GMBH (2015): *Zubau an Holzvergäsern in Bayern*. Stand 31.12.2014. Schriftliche Auskunft durch Herrn C. Burkhardt.
- BVSE e.V., BUNDESVERBAND SEKUNDÄRROHSTOFFE UND ENTSORGUNG e.V. (2014): *Mitgliederdatenbank*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von <http://www.bvse.de/43/Mitglieder>
- BVSE, FACHVERBAND ERSATZBRENNSTOFFE, ABFÄLLE, ALTHOLZ UND BIOGENE ROHSTOFFE (2015): *Markt für Altholz: Erfassungsmengen steigen - Materialabfluss belastet Aufbereiter*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von [http://www.bvse.de/333/8311/Markt\\_fuer\\_Altholz\\_\\_Erfassungsmengen\\_steigen\\_\\_Materialabfluss\\_belastet\\_Aufbereiter;](http://www.bvse.de/333/8311/Markt_fuer_Altholz__Erfassungsmengen_steigen__Materialabfluss_belastet_Aufbereiter;)
- C.A.R.M.E.N. e.V. (2014): *Preisentwicklung bei Holzpellets - Der Holzpellet-Preis-Index*. Abgerufen am 21. 2 2016 von <http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/holzpellets>
- C.A.R.M.E.N. e.V. (2014): *Umfrage bei Herstellern und Entwicklern von Holzvergäsern*. Unveröffentlichter Marktüberblick. Straubing.
- C.A.R.M.E.N. e.V. (2015): *Preisindex bei Waldhackschnitzeln - der Energieholzindex*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von <http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/hackschnitzel/jahresmittelwerte>
- CASPARY, W. (2013): *Fehlertolerante Auswertung von Messdaten. Daten- und Modellanalyse, robuste Schätzung*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- CLEARINGSTELLE (2010): *NawaRo-Bonusfähigkeit von „Sägewerks-Rinde“*. . Abgerufen am 7. Dezember 2015 von <https://www.clearingstelle-eeg.de/votv/2009/10>

- DBFZ – DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (2015a): *Stromerzeugung aus Biomasse (Vorhaben Ila Biomasse) - ZWISCHENBERICHT MAI 2015. Projektnummer 03MAP250*. Leipzig: DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM.
- DBFZ – DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (2015b): *Biomasse zur Wärmeerzeugung – Methoden zur Quantifizierung des Brennstoffeinsatzes*. Leipzig, S. 24: DBFZ Report Nr. 24.
- DBFZ, DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (2015): *STROMERZEUGUNG AUS BIOMASSE (Vorhaben Ila Biomasse) Zwischenbericht Mai 2015*. Leipzig: DBFZ.
- DEPI, DEUTSCHES PELLETTINSTITUT (2015a): *Infothek - Grafiken*. Abgerufen am 21. 2 2016 von <http://depi.de/de/infothek/grafiken/#pelletproduktion>
- DEPI, DEUTSCHES PELLETTINSTITUT (2015b): *Verteilung der Pelletheizungen in Deutschland - Gesamtbestand und Zubau 2014*. Abgerufen am 21. 2 2016 von [http://depi.de/media/filebase/files/infothek/images/DEPI\\_Verteilung\\_Pelletheizungen\\_inklZubau\\_2014.jpg](http://depi.de/media/filebase/files/infothek/images/DEPI_Verteilung_Pelletheizungen_inklZubau_2014.jpg)
- DeSH, DEUTSCHE SÄGE- UND HOLZINDUSTRIE (22. 1 2016a): *Nachhaltiges Bauen mit Holz angeregt Cajus Caesar: „Möglichkeiten des modernen Holzbaus weitgehend unbekannt“*. Abgerufen am 21. 2 2016 von <http://www.saegeindustrie.de/sites/news.php?kat=142&id=923&headline=Informationsoffensive%20f%C3%BCr%20Nachhaltiges%20Bauen%20mit%20Holz%20angeregt%20Cajus%20Caesar:%20%E2%80%9EM%C3%B6glichkeiten%20des%20modernen%20Holzbaus%20weitgehend%20unbekannt%E2%80>
- DeSH, DEUTSCHE SÄGE- UND HOLZINDUSTRIE (21. 1 2016b): *Aktuelle Nachrichten*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von Ausblick Sägewerkskongress: Feuerversicherung in Zukunft nur mit Sprinkleranlage? - Faktencheck des AK Brandschutz : <http://www.saegeindustrie.de/sites/news.php?kat=&id=921&headline=Ausblick%20S%C3%A4gewerkskongress:%20Feuerversicherung%20in%20Zukunft%20nur%20mit%20Sprinkleranlage?%20-%20Faktencheck%20des%20AK%20Brandschutz>
- DISPAN, J. (2013): *Papierindustrie in Deutschland Branchenreport 2013 Heft 2/13*. Stuttgart: IMU Institut.
- DÖRING, P., MANTAU, U. (2012): *Holzrohstoffmonitoring: Sägeindustrie - Einschnitt und Sägenebenprodukte 2010*. Hamburg: Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft.
- EFRON, B. (1979): *Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife*. *The Annals of Statistics*. 7, No. 1, 1979, S. 1-26.
- ERDGAS SCHWABEN (2014): *Gasmotor statt Holzfeuerung*. Abgerufen am 17. November 2015 von <http://www.energas-gmbh.de/de/assets/contentfiles/aktuelles/2014/bayern-innovativ-14mai2014.pdf>
- EUWID, E. W. (2015b): Globale Pelletproduktion erhöht sich 2014 um 10,6 Prozent auf rund 27,1 Mio. Tonnen. *EUWID, Neue Energien Ausgabe 45/2015*.
- EUWID, EUROPÄISCHER WIRTSCHAFTSDIENST GMBH (2015a): *Holz und Holzwerkstoffe*. Abgerufen am 25. Januar 2016 von EUWID-Preisspiegel: Sägerestholz Deutschland: [WWW.euwid-holz.de/maerkte/d-saegerestholz/sortiert-nach-datum.html](http://www.euwid-holz.de/maerkte/d-saegerestholz/sortiert-nach-datum.html)
- EUWID, EUROPÄISCHER WIRTSCHAFTSDIENST (18. Dezember 2014): *EUWID Holz und Holzwerkstoffe - Jahresrückblick 51/52, S. 52*.
- EUWID, EUROPÄISCHER WIRTSCHAFTSDIENST (2015): *EUWID-Marktbericht für Sägerestholz. Neue Energien. Ausgabe 50/2015*.
- EUWID, EUROPÄISCHER WIRTSCHAFTSDIENST (2015c): Altholzpreisentwicklung von 2004 bis 2014. *unveröffentlicht*.
- FRIEDRICH, S., KNAUF, M. (2015): *Holzbilanzen als Instrument zur regionalen Kohlenstoffbilanzierung. Teil 1: Weiterentwicklung der bayerischen Holzbilanz*. Freising.
- FRIEDRICH, S., SCHUMANN, C., ZORMEIER, F., SCHULMAYER, F., DIETZ, E., BURGER, F., Hammerl, R., Borchert, H., Egner, J.-P. (2012): *Energieholzmarkt Bayern 2010*. Freising: LWF Wissen Nr. 70.

- FVH, FACHVERBAND FÜR HOLZENERGIE (2. Oktober 2015): *Holzenergiebranche befürchtet Versorgungsengpässe durch Novellierung der Österreichischen Recyclingholzverordnung*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von <http://www.fachverband-holzenergie.de/presse/pressemitteilungen/holzenergiebranche-befurchtet-versorgungsengpasse-durch-nove>
- GAGGERMEIER, A., FRIEDRICH, S., HIENDLMEIER, S., ZETTIG, C. (2014): *Energieholzmarktbericht Bayern 2012. Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern bezüglich Aufkommen und Verbrauch*. Freising, Straubing: LWF, C.A.R.M.E.N. e.V.
- Heizungsindustrie, B. d. (2016): *Heizungsindustrie: Wärmewende bleibt bislang aus*. Abgerufen am 30. März 2016 von <http://www.presseportal.de/pm/63532/3134417>
- HIENDLMEIER, S. (2014): *Betriebsdaten geförderter bayerischer Biomasseheizwerke – Auswertung Jahresberichte 2013*. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V.
- HOLZENERGIE WEGSCHEID (6. Juli 2015): Zubau an Holzvergasern in Bayern. Stand 31.12.2014. Schriftliche Auskunft durch Frau J. Federhofer .
- HOLZKURIER (23.10.2014 43/2014): Pelletproduktion in Österreich, Deutschland und in der Schweiz. *Holzkurier*.
- HUBER, P.-J. (1964): *Robust Estimation of a Location Parameter. The Annals of Mathematical Statistics. Vol. 35, No. 1. S. 73-101*.
- IBM, I. C. (2011): *IBM SPSS BOOTSTRAPPING 20*. Abgerufen am 22. Februar 2016 von <http://www.math.uni-leipzig.de/pool/tuts/SPSS/IBM%20SPSS%20Bootstrapping.pdf>
- IHB, INTERNATIONALE HOLZBÖRSE (22. 11 2013): *Feuerversicherer verabschieden sich von der Sägebranche*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von [http://www.ihb.de/fordaq/news/Feuerversicherer\\_verabschieden\\_sich\\_von\\_der\\_34930.htm](http://www.ihb.de/fordaq/news/Feuerversicherer_verabschieden_sich_von_der_34930.htm)
- IHK, INDUSTRIE UND HANDELSKAMMER (2014): *Umweltfirmen Datenbank der Industrie- und Handelskammern*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von <http://www.umfis.de/index.html>
- IWU, INSTITUT FÜR WOHNEN UND UMWELT (2013): *Gradtagszahlen in Deutschland - EXCEL Kalkulationstool zu den Klimadaten deutscher Stationen mit den Daten des Deutschen Wetterdienstes*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von [www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/energie/werkzeuge/Gradtagszahlen\\_Deutschland.xls](http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/Gradtagszahlen_Deutschland.xls)
- JOA, B. (2014): *Analyse der Bestandesstruktur und der Emissionen von Holzfeuerungsanlagen zur Erzeugung von Wärme und Strom in Bayern (Schriften zur Nationalökonomie)*: . Verlag P.C.O.
- JOCHEM, D., WEIMAR, H., BÖSCH, M., MANTAU, U., Dieter, M. (2015): *Estimation of wood removals and fellings in Germany: a calculation approach based on the amount of used roundwood*. Berlin, Heidelberg 2015: Springer Verlag.
- KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H.; HOFBAUER, H. (2009): *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Technologie, Verfahren*. Heidelberg u.a.: Springer Verlag.
- KARL, J. (2012): *Dezentrale Energiesysteme: Neue Technologien im liberalisierten Energiemarkt*. München. S. 186: Oldenburg-Verlag.
- KOLLMANN, F. (1982): *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe: Anatomie und Pathologie, Chemie, Physik, Elastizität und Festigkeit. Bd. 1*. Berlin: Springer Verlag.
- LIV, Landesinnungsverband des bayerischen Kaminkehrerhandwerks (2015): Datenauskunft (unveröffentlicht)
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2014a): *Verwerterdatenbank*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von <http://www.lfu.bayern.de/abfall/verwerterdatenbank/recherche/index.htm>
- LWF, B. L. (2015): *Energie aus Holz - Scheitholzpreise*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von <http://www.lwf.bayern.de/forsttechnik-holz/holzverwendung/128604/index.php>
- LWF, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2014): *Nachhaltig und naturnah - Wald und Forstwirtschaft in Bayern. Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur*.

- Abgerufen am 20. Februar 2016 von  
[http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/lwfspezial\\_240914\\_lay.pdf](http://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/lwfspezial_240914_lay.pdf)
- LWF, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2015):  
*Kurzumtriebsplantagen*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von  
<http://www.lwf.bayern.de/forsttechnik-holz/biomassenutzung/050535/index.php>
- MANTAU, U. (2012): *Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015*. Hamburg, 65 Seiten.
- MANTAU, U. (2012): *Holzrohstoffmonitoring - Holzwerkstoffindustrie Kapazität und Holzrohstoffnutzung im Jahr 2010*. Hamburg: Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft.
- MANTAU, U., WEIMAR, H.; KLOOCK, T. (2012): *Holzrohstoffmonitoring: Altholz im Entsorgungsmarkt (Aufkommens- und Vertriebsstruktur 2010, Abschlussbericht*. Hamburg: Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft.
- POLLMEIER MASSIVHOLZ (26. 01 2016): *Firmenwebsite*. Abgerufen am 21. 2 2016 von  
<https://www.pollmeier.com/de/produkte.html>
- RÖNSCH, C. (2015 (unveröffentlicht)): *Auswertung zur Verteilung der Größenklassen bei Holzheizkesseln > 50 kW in Bayern auf Datengrundlage des Forschungsprojekts "Kleinf Feuerungsanlagen in Deutschland - Kehrbucherhebung mit dem Kaminkehrerhandwerk" am Deutschen Biomasseforschungszentrum - DBFZ*. Leipzig.
- SAPPI (2015): *Papier, Zellstoff & Service - Sappi Stockstadt GmbH*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von  
<http://www.sappi.com/regions/eu/SappiEurope/Mills/Stockstadt%20Mill/Stockstadt%20Fabrik%20brosch%C3%BCre.pdf>
- Schlichter, M. (2015): Anforderungen der 1. BlmschV ab 2015 - Auslegung der Überwachungspraxis, Vortrag beim 15. Internationalen Fachkongress für Holzenergie am 2.10.2015. Augsburg: Landesinnungsverband der Kaminkehrer.
- SCHUSTER, S., SCHULMEYER, F. (2016): *Energiefie aus Holz, Scheitholzpreise*. Abgerufen am 16. März 2016 von <http://www.lwf.bayern.de/forsttechnik-holz/holzverwendung/128604/index.php>
- SEINTSCH, B. (2011): *Holzbilanzen 2009 und 2010 für die Bundesrepublik Deutschland - Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft 2011/4*. Hamburg: Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft.
- SPANNER (2015): Zubau an Holzvergasern in Bayer mit Stand zum 31.12.2014. Schriftliche Auskunft durch Frau A. Kneidinger .
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2013): *Erhebung der öffentlich-rechtl. Abfallentsorgung*. Abgerufen am 18. 09 2015 von <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/logon?sequenz=tabelleErgebnis&selectionname=32121-0001&zeitscheiben=2>
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2014): *Preise und Preisindizes für gewerbliche Produkte (Erzeugerpreise) Fachserie 17 Reihe 2*. Abgerufen am 21. 2 2016 von  
[https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft\\_derivate\\_00009587/2170200131024.pdf;jsessionid=E1DADEB6468BB34D9FDA2182F7C5F424](https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00009587/2170200131024.pdf;jsessionid=E1DADEB6468BB34D9FDA2182F7C5F424)
- STATISTISCHES BUNDESAMT (18. Mai 2015): *Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Forstwirtschaftliche Bodennutzung - Holzeinschlagsstatistik - Fachserie 3 Reihe 3.3.1*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von  
[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/WaldundHolz/Holzeinschlag2030331147004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/WaldundHolz/Holzeinschlag2030331147004.pdf?__blob=publicationFile)
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2015b): *Preisindizes für die Land- und Forstwirtschaft, Fachserie 17, Reihe 1*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von  
[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Landwirtschaftspreise/ErzeugerpreiseLandForstwirtschaft2170100141124.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Landwirtschaftspreise/ErzeugerpreiseLandForstwirtschaft2170100141124.pdf?__blob=publicationFile)



- STATISTISCHES BUNDESAMT (2016a): *Land- & Forstwirtschaft, Fischerei*. Abgerufen am 21. Februar 2016 von Wald und Holz:  
<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/WaldundHolz/WaldundHolz.html>
- STMELF, BAYERISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1990) *Hilfstafeln für die Forsteinrichtung*. 334 S.
- STMELF, BAYERISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2014a): *Holzmarktbericht zum ersten Quartal in Bayern*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von [http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/holz/dateien/holzmarkt\\_quartalsbericht\\_bayern\\_i\\_2014.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/holz/dateien/holzmarkt_quartalsbericht_bayern_i_2014.pdf)
- STMELF, BAYERISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2014b): *Holzmarktbericht zum II. Quartal in Bayern*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von [http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/holz/dateien/holzmarkt\\_quartalsbericht\\_bayern\\_ii\\_2014.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/holz/dateien/holzmarkt_quartalsbericht_bayern_ii_2014.pdf)
- STMELF, BAYERISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2014c): *Holzmarktbericht zum III. Quartal*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von [http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/holz/dateien/holzmarkt\\_quartalsbericht\\_bayern\\_iii2014.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/holz/dateien/holzmarkt_quartalsbericht_bayern_iii2014.pdf)
- STMELF, BAYERISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2015a): *Holzmarktbericht zum IV. Quartal in Bayern*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von [http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/holz/dateien/holzmarkt\\_quartalsbericht\\_bayern\\_iv\\_2014.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/holz/dateien/holzmarkt_quartalsbericht_bayern_iv_2014.pdf)
- STMELF, STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1990): *Hilfstafeln für die Forsteinrichtung. Zusammengestellt für den Gebrauch in der Bayerischen Staatsforstverwaltung*. München.
- STMWI, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE (2015): *Energieatlas Bayern*. Abgerufen am 20. Juli 2015 von <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?jsessionid=4A4B0F619C381ACA4D543451A4D91BC0?wicket-crypt=68UhtaWrZrM>
- STROHMEYER, A. (2016): Altholzbranche vor wegweisenden Entscheidungen. Durch Getrennthaltung oder Sortierung können weitere Altholzpoteziale gehoben werden. *Holz Zentralblatt Nr. 51-52 vom 18.12.2015*, S. 1274.
- STUIBLE, A., & AL., E. (2015): *Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2012 bis 2014 - Evaluierung des Förderjahres 2013*. Abgerufen am 23. OKTOBER 2015 von [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/evaluierung-marktanreizprogramm.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/evaluierung-marktanreizprogramm.pdf?__blob=publicationFile&v=4)
- TANSNET BW (2015): *Dateien zu Stammdaten mit Stand 31.12.2014 der im Jahr 2014 in Betrieb befindlichen EEG-Anlagen der gesamten Regelzone der Tansnet BW und deren Bewegungsdaten für das Jahr 2014*. Von <https://www.transnetbw.de/de/eeg> abgerufen
- TENNET (2015): *Dateien zu Stammdaten mit Stand 31.12.2014 der im Jahr 2014 in Betrieb befindlichen EEG-Anlagen der gesamten Regelzone der TenneT und deren Bewegungsdaten für das Jahr 2014*. Von : <http://www.tennet.eu/de/kunden/eegkwkg/erneuerbare-energien-gesetz/eeg-daten-nach-77.html> (Datum: 16.09.2015) abgerufen
- TFZ, TECHNOLOGIE UND FORSCHUNGSZENTRUM (2014): *Aktuelle Scheitholzpreise*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von <http://www.tfz.bayern.de/festbrennstoffe/energetischenutzung/035134/index.php>
- UBA, UMWELTBUNDESAMT (2010): *Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz, Klima- und Ressourcenschutz*. Dessau-Röslau: Umweltbundesamt.

- VBS e.V., VERBAND DER BAYERISCHEN ENTSORGUNGSUNTERNEHMEN e.V. (2014): *Mitgliederliste*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von <http://www.vbs-ev.bayern/vbs-mitglieder.html>
- VDI, V. D. (2013): *VDI 3807 Blatt 1 Verbrauchskennwerte für Gebäude - Grundlagen*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von [https://www.vdi.de/richtlinie/vdi\\_3807\\_blatt\\_1-verbrauchskennwerte\\_fuer\\_gebaeude\\_grundlagen/](https://www.vdi.de/richtlinie/vdi_3807_blatt_1-verbrauchskennwerte_fuer_gebaeude_grundlagen/)
- VDP, VERBAND DEUTSCHER PAPIERFABRIKEN (2015): *VDP Statistiken*. Abgerufen am 20. Februar 2016 von <http://www.vdp-online.de/de/papierindustrie/statistik.html>
- WAGNER, P., WITTKOPF, S. (2000): *Energieholzmarktbericht in Bayern*. Freising: LWF Wissen Nr. 26.
- WIRKNER, R. (15. Januar 2015 Anwenderseminar/Fachgespräche feste Biomasse): Schnellwachsende Baumarten in Deutschland und deren Einsatz zur Wärmebereitstellung. Köllitsch: DBFZ, DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM E.V.
- WÜLBECK, H.-F. (2015): Entwicklung der Antragszahlen im Marktanreizprogramm (KfW-Teil). Vortrag anlässlich der Arbeitskreissitzung Holzfeuerungen . Straubing.