



**Umsatzentwicklung
energetischer Holzverwendung
in Deutschland
2000 bis 2012**

Abschlussbericht

Auftraggeber:



Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)
Industriestraße 6
70565 Stuttgart

Durchführung

Prof. Dr. Udo Mantau



Informationssysteme für Rohstoffe

Dezember 2013

Danksagung:

Besonderer Dank gilt C.A.R.M.E.N. e.V. (Centrales Agrar- Rohstoff- Marketing- und Energie-Netzwerk) für die großzügige Überlassung der Nutzungsrechte der Preismeldungen ihrer Homepage (<http://www.carmen-ev.de/>)

Herrn Dr. Peter Bickel und Herrn Thorsten Rüter vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) Fachgebiet Systemanalyse danke ich für zahlreiche, fachliche Anregungen und die außerordentlich konstruktive, interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Udo Mantau

Zitierweise:

MANTAU, U.: Umsatzentwicklung energetischer Holzverwendung in Deutschland 2000 bis 2012. Im Auftrag des Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung. Abschlussbericht. Celle 2013. 47 S.

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung und Aufgabenstellung	5
2	Zusammenfassung der Ergebnisse	6
2.1	Umsatzentwicklung der Energieholzverwendung	6
2.2	Umsatzentwicklung der Energieholzverwendung nach Verbrauchergruppen	8
2.3	Umsatzentwicklung der Energieholzverwendung nach Sortimenten	10
3	Energieholzverwendung als Teil des Holzmarktes	13
3.1	Struktur des Holzmarktes	13
3.2	Maße des Holzmarktes und Umrechnungsfaktoren	14
4	Scheitholz in privaten Haushalten	18
4.1	Mengenentwicklung.....	18
4.2	Preisentwicklung	20
4.3	Umsatzentwicklung	22
5	Industrieholz in gewerblichen Anlagen	23
5.1	Mengenentwicklung.....	23
5.2	Preisentwicklung	24
5.3	Umsatzentwicklung	26
5.4	Waldhackschnitzel.....	26
6	Rinde	28
7	Landschaftspflegeholz	29
8	Sägenebenprodukte	31
8.1	Mengenentwicklung.....	31
8.2	Preisentwicklung	32
8.3	Umsatzentwicklung	33
9	Schwarzlauge	34
10	Energieholzprodukte (Pellets und Holzbriketts)	35
10.1	Mengenentwicklung.....	35
10.2	Preisentwicklung	36
10.3	Umsatzentwicklung	37
11	Altholz	38
11.1	Mengenentwicklung.....	38
11.2	Preisentwicklung	41
11.3	Umsatzentwicklung	42
12	Sonstiges Industrierestholz	43

13	Anhang	44
13.1	Abkürzungen	44
13.2	Glossar	44
13.3	Quellenverzeichnis	45
13.4	Tabellenverzeichnis.....	46
13.5	Abbildungsverzeichnis.....	47

1 Zielsetzung und Aufgabenstellung

Zielsetzung	Es ist das Ziel dieser Arbeit die Umsätze zu ermitteln, die durch die Bereitstellung von Holz bzw. Holzprodukten zur energetischen Verwendung entstehen. Dies soll in Form eines konsistenten Datensatzes für die Zeit von 2000 bis 2012 erfolgen und so angelegt sein, dass die Daten (Mengen und Preise) jährlich fortgeschrieben werden können.
Segmentierung Verwender	Bei der Erstellung des Datensatzes für gehandeltes Energieholz wird nach folgenden Verwendern unterschieden: <ul style="list-style-type: none">• Private Haushalte• Biomasseanlagen unter 1 MW (BMA < 1 MW)• Biomasseanlagen über 1 MW (BMA > 1 MW)• Anlagen zur Kraftstoffherstellung
Segmentierung Sortimente	Bei der Erstellung des Datensatzes für gehandeltes Energieholz wird nach folgenden Sortimenten unterschieden: <ul style="list-style-type: none">• Scheitholz (aufbereitet für Haushalte)• Industrieholz und Waldrestholz (sonstiges Rohholz zur gewerblichen Verwendung)• Rinde• Landschaftspflegeholz• Kurzumtriebsholz• Sägenebenprodukte• Schwarzlauge (nur interne Verwendung)• Energieholzprodukte (Pellets, Briketts)• Altholz• sonstiges Industrierestholz
Aufbau der Berichte Ergebnisbericht	Die Ergebnisse werden für den gesamten Energieholzmarkt nach Verbrauchergruppen und nach Sortimenten zusammengefasst (Ergebnisbericht).
Methodenbericht	Anschließend werden für die betrachteten Sortimente die Mengenentwicklung und die Preisentwicklung dargestellt und die Annahmen der Berechnung erläutert (Methodenbericht). Angesichts der unbefriedigenden Datenverfügbarkeit mussten in vielen Bereichen Annahmen getroffen werden, die empirisch nicht belegt werden konnten, sondern im Rahmen der verfügbaren Daten und des Erfahrungswissens des Verfassers gebildet wurden. Der Methodenbericht legt diese Annahmen offen und öffnet damit „Tür und Tor“ für konstruktive Kritik.

2 Zusammenfassung der Ergebnisse

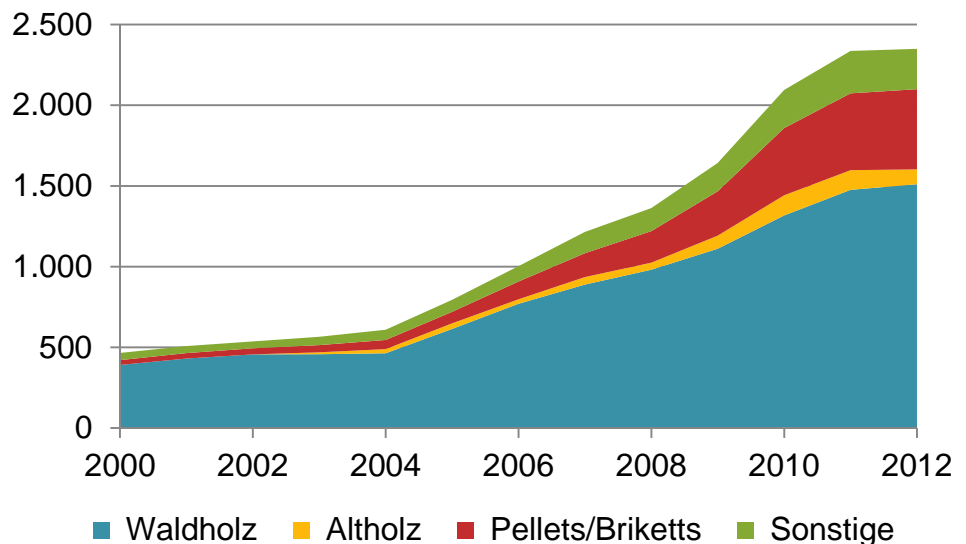
2.1 Umsatzentwicklung der Energieholzverwendung

2,4 Mrd. € Energieholzumsatz

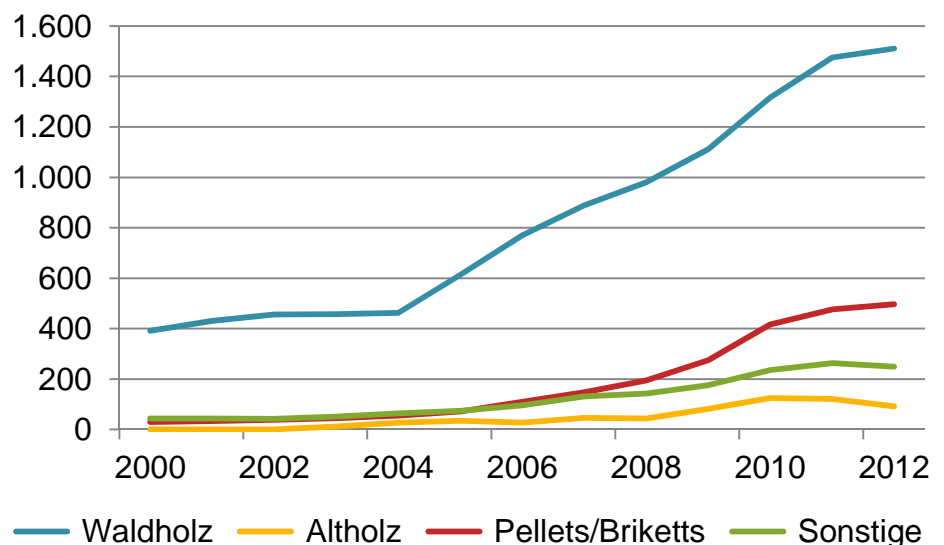
Der Energieholzumsatz in Deutschland betrug im Jahr 2012 2,355 Mrd. €. Das Bruttoinlandsprodukt belief sich im gleichen Jahr auf 2.664 Mrd. €. Der Energieholzumsatz machte somit ein knappes Promille (0,9 ‰) der gesamten Wirtschaftsleistung aus. Fast zwei Drittel des Rohstoffs (64,2%) kommen von Waldsortimenten. Ein Fünftel (21,1%) entfallen auf Energieholzprodukte (Pellets/Briketts). Altholz (3,9%) und sonstige Holzrohstoffe (10,8%) machen zusammen fast 15% des Aufkommens (14,7%) aus.

Abbildung 2-1: Energieholzumsatz nach Sortimenten in Mio. Euro

kumulativ



vergleichend



1/3 wird nicht gehandelt Von dem insgesamt verbrauchten Energieholz (68,4 Mio. m³) werden nur zwei Drittel (45,2 Mio. m³) gehandelt. Der größte Anteil (46,4%) des nicht gehandelten Holzes (17,0 Mio. m³) entfällt auf die privaten Haushalte. Dies ist nicht überraschend, da der Anteil der Selbstversorgung bei privaten Haushalten am größten ist. Der Anteil der Eigennutzung von Biomasseanlagen entsteht vor allem durch die Nutzung von Schwarzlaube, Sägenebenprodukten und Industrierestholz in den produzierenden Betrieben.

Tabelle 2-1: Zusammenfassung der Verbrauchs- und Handelsmengen (2012)

Segmente der Energieholznutzung	Verbrauch in Mio. m ³	Handel in Mio. m ³	Anteil in %
Energieholz, insgesamt	68,402	45,200	66,1
Verbraucher			
Haushalte	36,768	19,715	53,6
BMA > 1MW	24,134	19,146	79,3
BMA < 1 MW	7,500	6,339	84,5
Brennstoffe			
Waldscheitholz (>7 cm)	20,582	13,740	66,8
Waldrestholz (<7 cm)	8,287	7,059	85,2
Rinde	3,161	0,948	30,0
Landschaftspflegeholz	4,939	2,208	44,7
Kurzumtriebsholz	0,120	0,120	100,0
Sägenebenprodukte	2,578	1,694	65,7
Pellets	2,971	2,971	100,0
Holzbricketts	1,463	1,463	100,0
Altholz	12,933	10,936	84,6
sonst. Industrierestholz	6,537	2,951	45,1

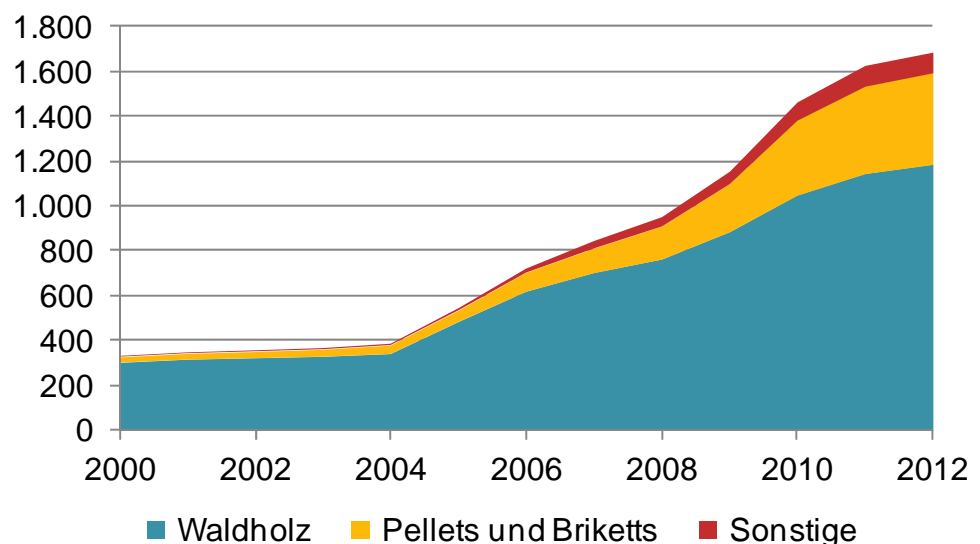
Umrechnungsfaktoren Die Umrechnung der Handelsmengen von (m³) in Energieeinheiten ist sehr von der Beschaffenheit des Materials und der Effizienz der Energieanlage abhängig. Unterstellt man pauschal pro Mio. m³ einen Energiegehalt von 8,813 PJ, so entspricht der Energieholzverbrauch 603 Petajoule (PJ), wovon 398 PJ in den Handel kommen. Unterstellt man einheitlich 2,4 Megawattstunden pro Kubikmeter so entspricht der Energieholzverbrauch 167.447 MWh, wovon 110.648 MWh gehandelt werden.

2.2 Umsatzentwicklung der Energieholzverwendung nach Verbrauchergruppen

Private Haushalte

In privaten Haushalten wird mit Abstand der größte Energieholzumsatz erzielt. Damit ist der Umsatz in privaten Haushalten etwa viermal so hoch wie in Biomasseanlagen über 1 MW und fast sechsmal so hoch wie in Biomasseanlagen unter 1 MW. Von den 1,686 Mrd. Euro Umsatz entfällt der größte Anteil auf Waldholzsortimente (Scheitholz, Waldrestholz) (70,1%). Energieholzprodukte weisen die größten Zuwachsraten auf und erreichen im Jahr 2012 einen Umsatzanteil von 24,4%. Die sonstigen Sortimente kommen auf einen Umsatzanteil von 5,5%.

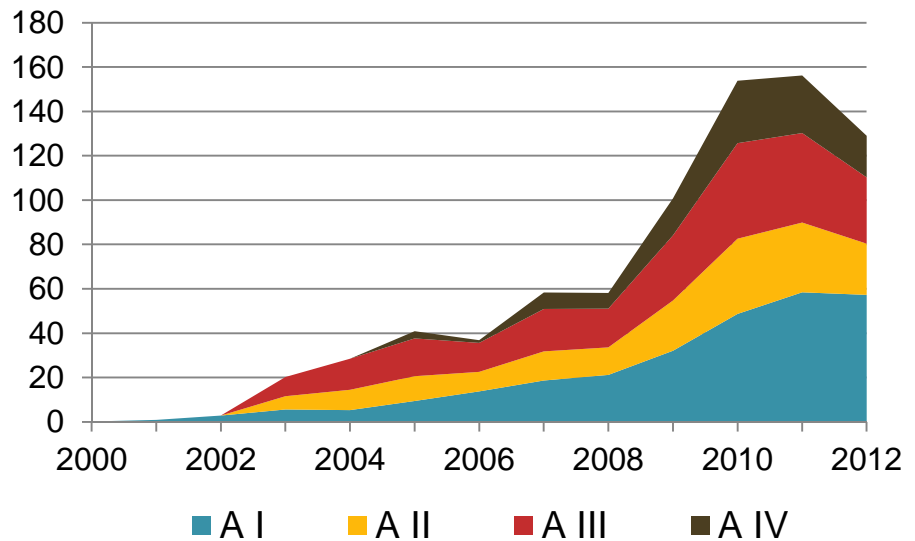
Abbildung 2-2: Entwicklung des Energieholzumsatzes in privaten Haushalten in Mio. €



Biomasseanlagen über 1 MW

Der Umsatz in Biomasseanlagen über 1 MW ist zunächst sehr stark von der Altholznutzung geprägt. Vor dem Jahr 2002 wurden Biomasseanlagen dafür bezahlt, dass sie Altholz entgegennahmen und verbrannten. Seit 2002 ergibt sich ein positiver Preis, der bis 2011 kontinuierlich ansteigt. Der Umsatzrückgang in 2011 ist vor allem auf die gesunkenen Altholzpreise zurückzuführen. Im Jahr 2011 lagen die Energieholzanteile noch etwa bei 40% Waldholz, 30% Altholz und 30% sonstige Energieholzprodukte. Im Jahr 2012 kam es durch die gesunkenen Altholzpreise bei gleichbleibender Menge zu einer Anteilsverschiebung. Die Umsatzanteile lagen bei 43% Waldholz, 25% Altholz und 32% sonstige Energieholzprodukte.

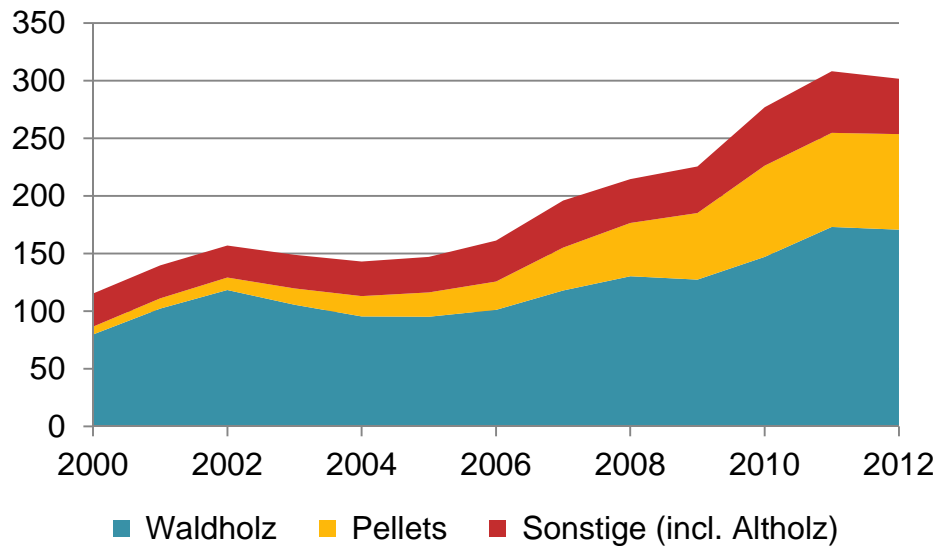
Abbildung 2-3: Entwicklung des Energieholzumsatzes in BMA über 1 MW in Mio. €



Biomasseanlagen unter 1 MW

In Biomasseanlagen unter 1 MW spielt der Einsatz von Altholz nur eine geringe Rolle. In diesen Anlagen werden zum großen Teil Waldholzsortimente verbraucht (56,6%). 27,5% des Umsatzes entfallen auf Pellets. Sonstige Sortimente haben insgesamt einen Umsatzanteil von 15,9%.

Abbildung 2-4: Entwicklung des Energieholzumsatzes in BMA unter 1 MW in Mio. €



Anlagen der Kraftstoffproduktion

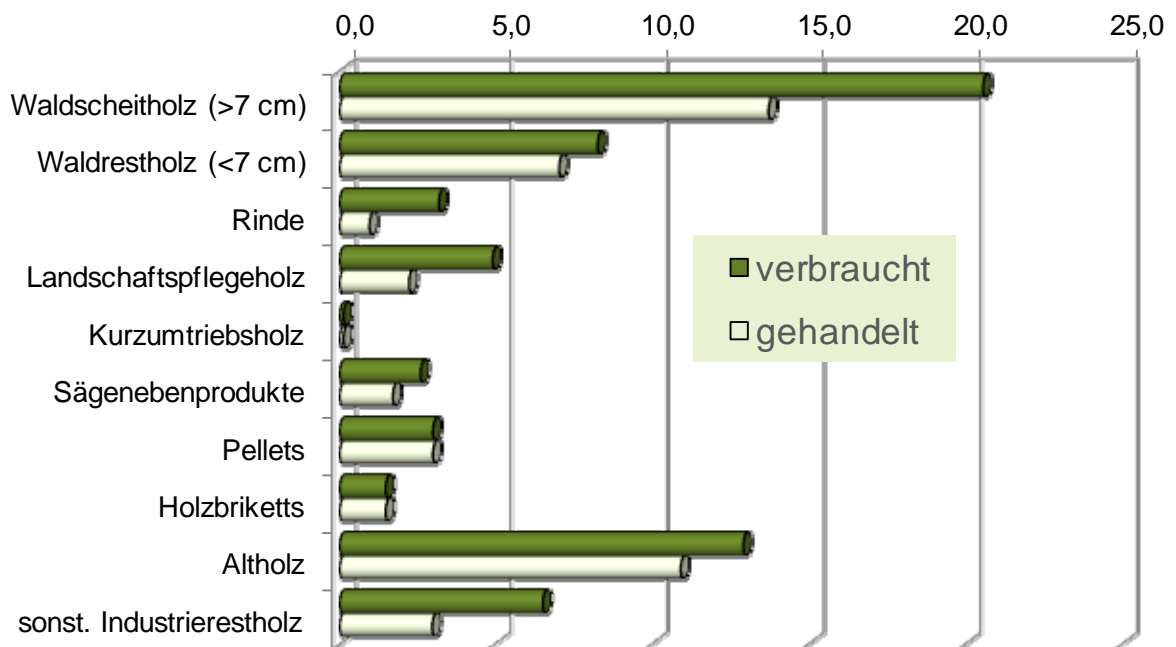
Zur Kraftstoffproduktion wurde in den Jahren zwischen 2008 und 2011 auch Energieholz verbraucht. In der Summe blieb der Umsatz jedoch unter 2 Mio. € pro Jahr. Da derzeit keine Anlagen mehr in Betrieb sind und die Umsätze insgesamt sehr gering sind, erfolgt keine Darstellung der Umsatzentwicklung.

2.3 Umsatzentwicklung der Energieholzverwendung nach Sortimenten

Relevante Mengen

Zur Berechnung des Umsatzes mit Energieholz wurden nur die gehandelten Holzmenen berücksichtigt. Der Markt für Holzbrennstoffe ist davon gekennzeichnet, dass größere Mengen in Eigennutzung erfolgen oder sich besondere Transfergewohnheiten, wie „Lesescheine“, herausgebildet haben. Zum Landschaftspflegeholz zählt z.B. auch das selbst genutzte Gartenholz, das nicht in den Handel kommt. Bei kleineren Industriebetrieben wird ein großer Teil der anfallenden Resthölzer (sonstiges Industrierestholz) in eigenen Anlagen zur Wärmeerzeugung verwendet.

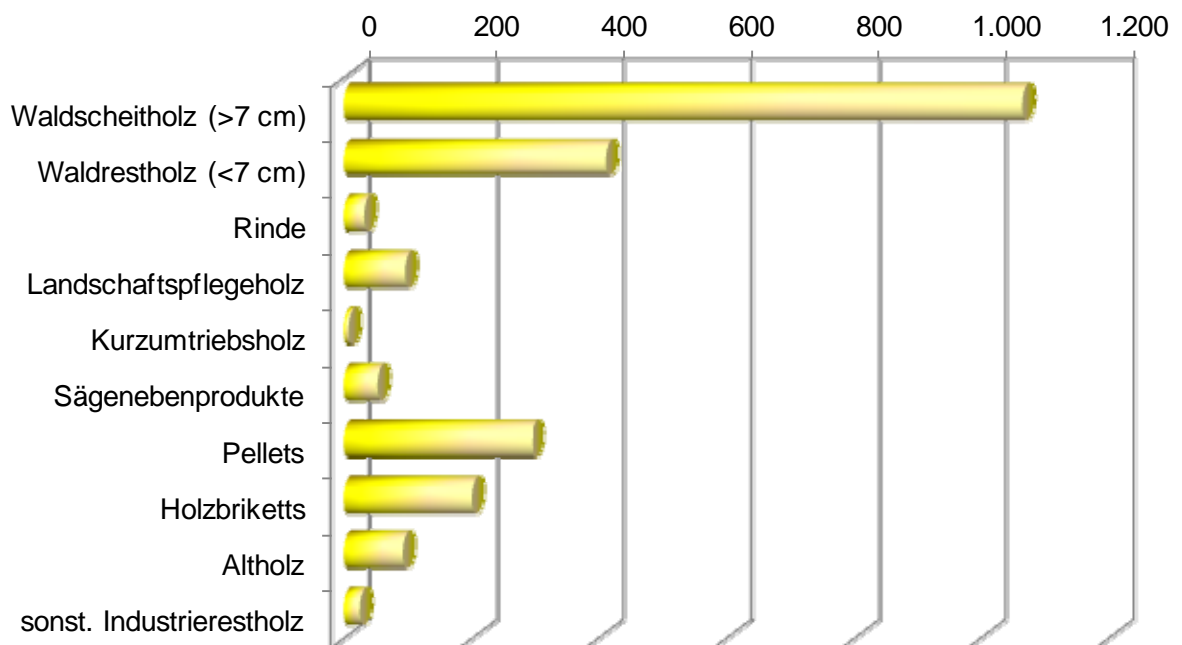
Abbildung 2-5: Verbrauchte und gehandelte Energieholzbrennstoffe in Mio. m³



Umsatz

Die Holzpreise unterscheiden sich erheblich. So wies Altholz zu Beginn der Betrachtungsperiode noch einen negativen Preis auf, d.h. man zahlte eine Entsorgungsgebühr und Holzbriketts kosteten im Jahr 2012 mehr als 250 €/t. Dieses Beispiel zeigt zudem, dass Preise für völlig unterschiedliche Zustände des Holzes berechnet werden. Altholz wird in Lutro-Tonne berechnet und hat eine andere Holzfeuchte als die Tonne Pellets. Hackschnitzel werden in Schüttraummeter und Scheitholz in Raummeter berechnet. Alle Preise wurden auf Festmeteräquivalent umgerechnet. D.h. auf einen Kubikmeter massives Holz.

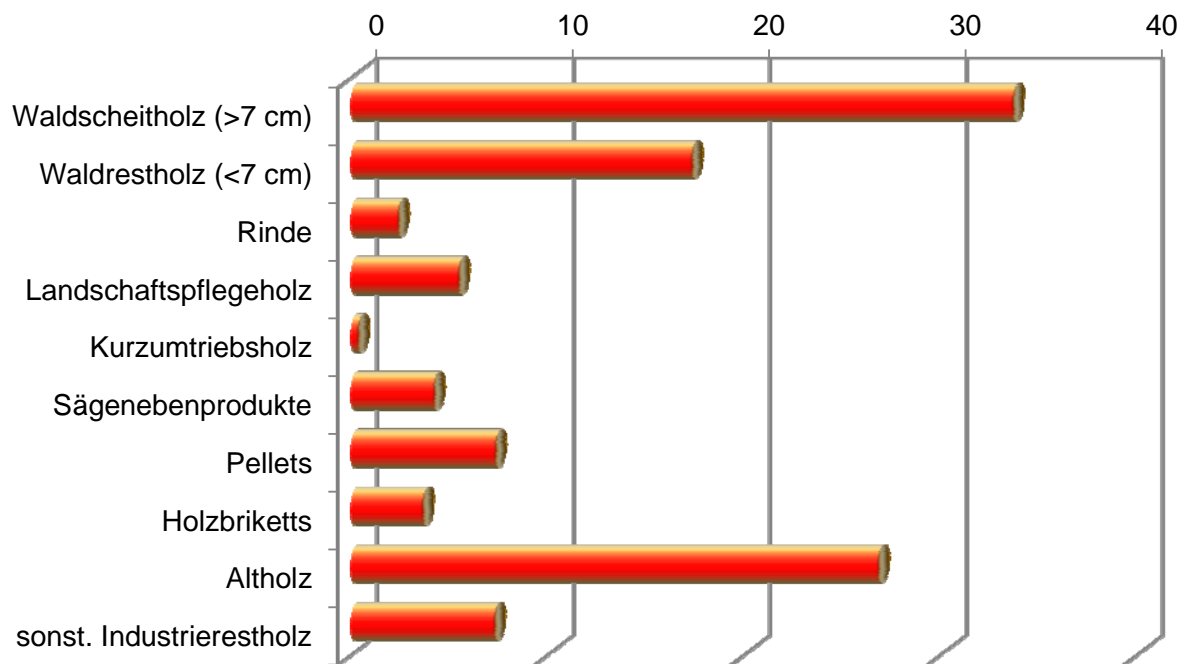
Abbildung 2-6: Umsatz der Energieholzsortimente in Mio. €



Energie

Die Umrechnung von Kubikmeter in Energiegehalt erfolgt über einen Durchschnittswert von 408.497 m³ pro Terawattstunde (TWh). Damit ist nicht gesagt, wie viel Energie letztlich aus dem jeweiligen Sortiment produziert werden kann, da dies sehr von der Beschaffenheit des Holzes und der Technologie abhängt.

Abbildung 2-7: Energieleistung der gehandelten Holzsortimente in Terawattstunde (TWh)



3 Energieholzverwendung als Teil des Holzmarktes

3.1 Struktur des Holzmarktes

Holzrohstoffbilanz Die Tabelle 3-1 zeigt die Aufkommens- und Verwendungssektoren des Holzmarktes im Vergleich der Jahre 2005 und 2010. Dabei wird die Darstellung der Holzrohstoffbilanz verwendet.

Der Holzverbrauch im Jahr 2005 lag um etwa 20 Mio. m³ unter dem Holzverbrauch des Jahres 2010. Der Anteil der stofflichen Nutzung lag im Jahr 2005 noch bei 61,1% und die energetische Nutzung lag bei 38,9%. Bis zum Jahr 2010 erreichte die energetische Nutzung einen Verbrauchsanteil von 50,5% und die stoffliche Nutzung fiel auf einen Verbrauchsanteil von 49,5% zurück. Damit wurde im Jahr 2010 in Deutschland erstmals mehr Holz energetisch als stofflich genutzt. Die energetische Nutzung von Holz ist in der Bilanz im unteren rechten Quadranten (rosa) dargestellt.

Tabelle 3-1: Holzrohstoffbilanz – Vergleich 2005 mit 2010

Aufkommen	Holzrohstoffbilanz in Mio. Fm			Holzrohstoffbilanz in Mio. m ³			Verwendung
	2005	2010	Δ	2005	2010	Δ	
Sägestammholz	37,2	37,3	0,0	37,2	37,3	0,0	Sägeindustrie
sonstiges Derbholz	29,0	36,5	7,5	19,6	16,9	-2,7	Holzwerkstoffe
Waldrestholz	5,5	8,0	2,5	10,0	10,6	0,6	Holzschliff und Zellstoff
Rinde	4,6	4,7	0,0	3,4	2,3	-1,1	sonst. stoffliche Nutzung
Landschaftspflegemat.	3,2	4,5	1,3				
Kurzumtriebsplantagen	0,0	0,0	0,0	1,2	4,6	3,5	Energieprodukthersteller
Sägenebenprodukte	14,6	15,0	0,4				
Sonst. Ind.-Restholz	5,5	5,8	0,3	16,6	22,6	6,1	Energetisch > 1 MW
Schwarzlaube	3,3	3,6	0,3	4,9	7,2	2,2	Energetisch < 1 MW
Altholz	10,8	14,0	3,2	22,0	33,9	12,0	Hausbrand
Holzenergieprodukte	1,2	4,6	3,5	0,0	0,1	0,1	sonst. energet. Verw.
Bilanzausgleich	0,0	1,5		0,3	0,0		Bilanzausgleich
Insgesamt	115,0	135,4	20,4	115,0	135,4	20,4	Insgesamt

Energetisch > 1 MW bzw. < 1MW sind Biomasseanlagen zur Gewinnung von Energie und/oder Wärme mit einer Feuerwärmeleistung oberhalb bzw. unterhalb von 1 MW

Quelle: MANTAU, U. (2012g): Holzrohstoffbilanz Deutschland, Szenarien 2012.

Mengenentwicklung

Der Umsatz einer Ware ergibt sich bekanntlich aus dem Produkt von Menge und Preis. Die in diesem Bericht unterstellten Mengenentwicklungen sind den Berechnungen der Holzrohstoffbilanzierung entnommen. Detailliertere Darstellungen und nähere Erläuterungen zu den

Mengenentwicklungen findet der Leser in dem Bericht: „MANTAU, U. (2012): Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015, Hamburg, 2012, 65 S.“

3.2 Maße des Holzmarktes und Umrechnungsfaktoren

Vielfältige Maßeinheiten Der Holzmarkt ist im Gegensatz zu Energiemärkten wie Öl und Gas ein sehr heterogener Markt mit vielen Sortimenten und Traditionen bei den Berechnungsformen. Um die Marktsegmente überhaupt miteinander vergleichen zu können, werden alle Maßeinheiten in „Festmeteräquivalente“ umgerechnet. Ein Festmeteräquivalent entspricht dem Volumen eines Kubikmeters Holz ohne Lufteinschlüsse, wie sie üblicherweise beim Stapeln von Holz entstehen würden. Bildlich gesprochen: würde man aus einem „dicken“ Baum ein Volumen von einem Meter Länge, Höhe und Breite schneiden, entspräche dies einem Festmeteräquivalent. Da Holz i.d.R. in Volumen gewonnen und gehandelt wird, ist das Festmeteräquivalent ein Maß, das den Marktteilnehmern eingängig ist. Der Nachteil ist, dass die Holzarten unterschiedliche Massen haben und der Wassergehalt von Holz je nach Zustand sehr stark schwanken kann. Zudem verändert sich auch noch das Volumen selbst mit dem Wassergehalt des Holzes. Damit die Marktteilnehmer sich in den Mengenangaben auch wiederfinden, verwendet die Holzrohstoffbilanz die handelsüblichen Durchschnittswerte und hält diese möglichst konstant, um Marktveränderungen nicht mit Zustandsveränderungen zu vermischen.

Umrechnungsfaktoren Die Umrechnung der Werte vom Volumenmaß m^3 in die Masseinheit t und zurück erfolgt in den Berechnungen der Holzrohstoffbilanz nach folgenden Faktoren.

Tabelle 3-2: Umrechnungsfaktoren nach Sortimenten und Maßeinheiten

Sortiment	erf. Einheit	in t atro	in m^3	t_{atro} in m^3	m^3 in t_{atro}
Stammholz	Fm	0,48	1,00	2,083	0,480
Industrieholz (sonst.)	Fm	0,52	1,00	1,923	0,520
Waldresth./Schwachholz	Fm	0,52	1,00	1,923	0,520
Sägenebenprodukte	Fm	0,47	1,00	2,128	0,470
Rinde	SRm	0,18	0,33	1,833	0,545
Sonst. Ind. Restholz	m^3	0,47	1,00	2,128	0,470
Altholz	t lutro	0,80	1,73	2,163	0,462
Landschaftspflegemat.	t atro	1,00	1,98	1,980	0,505
Mittelwert				2,020	0,497

Quelle: MANTAU/SÖRGEL/WEIMAR, H. (2007)

Volumen und Masse

Neben den Volumeneinheiten Festmeter (Fm), Raummeter (Rm) und Schüttraummeter (Srm) werden auf dem Holzmarkt die Masseinheiten t_{atro} und t_{lutro} verwendet. Die Trockenmasse (TM) eines Sortimentes ergibt sich aus dem darrtrockenen Gewicht eines m^3 Holzvolumens (t_{atro}). Die lufttrockene Masse enthält neben der Trockenmasse auch noch Wasseranteile (t_{lutro}).

Umrechnungsfaktoren

Verarbeitet ein Biomassekraftwerk verschiedene Sortimente und erfasst diese in angelieferter Form (lufttrocken), so stellt sich die Frage nach dem Wassergehalt (WG) der Sortimente zur Umrechnung des Atro-Gewichtes. Hierzu hat WEIMAR (2008) aus Befragungsergebnissen verschiedene Umrechnungswerte ermittelt.

Tabelle 3-3: Einfluss des Wassergehaltes auf die Umrechnungsfaktoren

Sortiment	WG [%]	t_{lutro} in t_{atro}	t_{atro} in t_{lutro}
Wald-Industrieholz	36,4	0,64	1,57
Waldrestholz	43,6	0,56	1,77
Sägenebenprodukte	38,5	0,61	1,63
Rinde	48,1	0,52	1,93
Industrierestholz	17,2	0,83	1,21
Altholz	19,6	0,80	1,24
Grünschnitt	45,9	0,54	1,85
Energieholz	12,0	0,88	1,14
sonst. Biomasse Holz	43,1	0,57	1,76
andere Biomasse	33,8	0,66	1,51

Quelle: Weimar/Mantau (2006)

Energiegehalt

Für die Umrechnung von Energiemaßen und Holzvolumen und umgekehrt gehen wir davon aus, dass aus einem Kilogramm absolut trockenem Holz (Wassergehalt 0%) durchschnittlich 5,1 kWh Energie gewonnen werden können (LWF 2006; Nadelholz 5,20, Laubholz 5,00 kWh/kg). Folglich entsprechen 1,961 kg Holz Trockenmasse 10 kWh. Bezogen auf die einzelne Einheit von 1 kWh entspricht das einem Zehntel des Wertes (0,1961 kg Holz.). Ferner entspricht 1 kWh 3,6 Mio. Joule, bzw. 1 Mrd. Joule entsprechen 278 kWh. Über die Trockenmasse von Holz können die Verhältniszahlen zwischen Watt, Joule und m^3 berechnet werden. Dies wird in Tabelle 3-4 näher ausgeführt.

Bezüglich der Umrechnung von Volumen in Masse wurde der durchschnittliche Wert der Holzrohstoffbilanz (0,48 t atro/ m^3 oder 480 kg TM pro m^3) gewählt. Dieser Wert ergibt sich aus der durchschnittlichen Verwendung der Holzarten in Deutschland auf der Grundlage der Holzrohstoffbilanz.

Festmeteräquivalent

Sofern nichts anderes gesagt ist, beziehen sich alle Angaben in Kubikmeter auf Festmeteräquivalent m³(s). Die Umrechnung von Bruttopreisen (incl. 7% MWSt.) erfolgt durch Division durch 1,07.

Watt und Joule zu m³

Die Tabelle 3-4 zeigt die zugrunde liegenden Annahmen der folgenden Umrechnungsfaktoren auf. Ausgangspunkt der Berechnungen ist der Heizwert von 5,1 kWh pro kg Holz Trockenmasse. Damit benötigt man 196 Gramm Holz um einen Heizwert von einer Kilowattstunde zu erzeugen. Bei 480 kg/m³ Trockenmasse im Durchschnitt des Holzverbrauchs entspricht dies 0,000408 m³ (0,196/480). Ferner entspricht eine kWh 3,6 Megajoule. Die restlichen Werte ergeben sich aus 10er-Potenzen dieser Zusammenhänge. In der dritten Zeile geht die Tabelle von runden Watt-Zahlen auf rund Joule-Zahlen über. Eine Milliarde Joule, bzw. 1 GJ entsprechen 278 kWh oder 54 kg Holzmasse, die 0,113 m³ (54/480) Holzvolumen entsprechen.

Tabelle 3-4: Grundlagen zur Ableitung von Umrechnungsfaktoren für Energie- und Holzmaßeinheiten

Energieeinheiten			Holzeinheiten	
kWh	Joule	Abkürzung Joule	TM kg atro	Volumen im m ³
1	3.600.000	3,6 MJ	0,196	0,0004085
10	36.000.000	36,0 MJ	1,961	0,0040850
278	1.000.000.000	1 GJ	54	0,113
277.778	1.000.000.000.000	1 TJ	54.466	113
277.777.778	1.000.000.000.000.000	1 PJ	54.466.222	113.471

Watt und m³

Die Tabelle 3-5 stellt ein Verhältnis zwischen den Energiewerten und den entsprechenden Holzvolumen her. Im zweiten Teil der Tabelle werden Holzvolumen in Energiewerte umgewandelt. Dabei wurden die am häufigsten verwendeten Einheiten Terawattstunde und Petajoule verwendet.

Tabelle 3-5: Berechnete Umrechnungsfaktoren von Energie- und Holzmaßeinheiten

Einheit	Umrechnung von Energiewert in Holz				Umrechnung von Holz und Energiewerte		
	Wattstunde	Holz	Joule	Holz	Holz Terawattstunde	Petajoule	
	Wh	m ³	J	m ³	m ³	TWh	PJ
Einheit	1 Wh	0,000000408	1 J	0,000000000113	1	0,000002	0,000009
Kilo 10 ³	1 kWh	0,000408	1 kJ	0,000000113	10	0,000024	0,000088
Mega 10 ⁶	1 MWh	0,408	1 MJ	0,000113	100	0,000245	0,000881
Giga 10 ⁹	1 GWh	408	1 GJ	0,113	1.000	0,002448	0,008813
Tera 10 ¹²	1 TWh	408.497	1 TJ	113	10.000	0,024480	0,088128
Peta 10 ¹⁵	1 PWh	408.496.667	1 PJ	113.471	100.000	0,244800	0,881280
Exa 10 ¹⁸	1 EWh	408.496.666.667	1 EJ	113.471.296	1.000.000	2,448000	8,812801

Faustzahlen

Die exakt berechneten Werte lassen sich nicht gut merken. Tabelle 3-6 stellt die Ergebnisse in gerundeten Werten dar, aus denen sich Faustzahlen ableiten lassen. Eine Terawattstunde entspricht ca. 410.000 m³ Holz und ein Petajoule entspricht ca. 115.000 m³ Holz. Das entspricht dem Verhältnis einer Terawattstunde zu einem Petajoule (3,6). 100.000 m³ entsprechen 0,25 TWh oder 0,9 PJ. Einhundert Millionen Kubikmeter Holz, also etwa die in Deutschland jährlich nachwachsende, nutzbare Holzmenge (Derbholz und Waldrestholz), entsprechen etwa 250 TWh oder 900 PJ.

Tabelle 3-6: Gerundete Umrechnungsfaktoren von Energie- und Holzmaßeinheiten (Faustzahlen)

Umrechnung von Energiewert in Holz				Umrechnung von Holz und Energiewerte			
	Wattstunde	Holz	Joule	Holz	Holz Terawattstunde	Petajoule	
	Wh	m ³	J	m ³	m ³	TWh	
						PJ	
Einheit	1 Wh		1 J		1	0,000003	0,000009
Kilo 10 ³	1 kWh		1 kJ		10	0,000025	0,000090
Mega 10 ⁶	1 MWh		1 MJ		100	0,000250	0,000900
Giga 10 ⁹	1 GWh	410	1 GJ	0,115	1.000	0,002500	0,009000
Tera 10 ¹²	1 TWh	410.000	1 TJ	115	10.000	0,025000	0,090000
Peta 10 ¹⁵	1 PWh	410 Mio.	1 PJ	115.000	100.000	0,250000	0,900000
Exa 10 ¹⁸	1 EWh	410 Mrd.	1 EJ	115 Mio.	1.000.000	2,500000	9,000000

Kritische Würdigung

Da das spezifische Gewicht von Holzverwendungen stark schwankt, müsste man theoretisch für jede Volumensberechnung eine andere Umrechnungszahl verwenden. Das wäre nicht nur sehr aufwändig, es wäre sogar unmöglich, weil für viele Rohstoffmengen (z.B. Altholz) die Holzartenverteilung nicht bekannt ist, bzw. innerhalb einer Verwendung auch schwanken kann. Außerdem würden die Übersichtlichkeit und die Nachvollziehbarkeit schwinden. Somit wird es als sinnvoll angesehen, mit durchschnittlichen Umrechnungszahlen zu arbeiten. Letztlich aber handelt es sich um einen Zielkonflikt zwischen Exaktheit und Praktikabilität.

4 Scheitholz in privaten Haushalten

4.1 Mengenentwicklung

Definition

Scheitholz wird aus Teilen des Baumes (Stamm, Äste) gewonnen. Je nach Größe der Teile werden Stamm oder Äste gespalten oder als ganze Teile verwendet. Scheitholz wird üblicherweise aufgesetzt, kann aber auch als geschüttete Ware geliefert bzw. gelagert werden. Das Handelsmaß ist somit Festmeter, Raummeter oder Schüttraummeter. I.d.R. wird Scheitholz als Raummeter in Rinde verkauft.

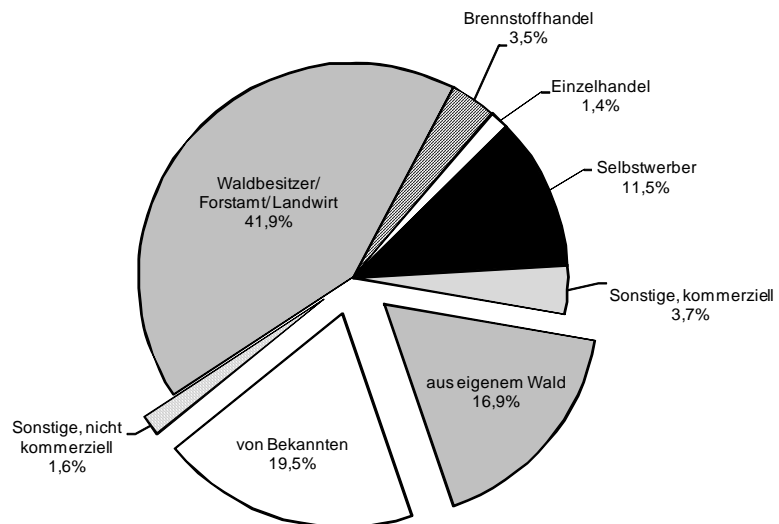
Bedeutung

Die privaten Haushalte sind die größten Energieholzverbraucher. Auf sie entfielen im Jahr 2010 33,9 Mio. m³ Energieholzverbrauch. Das war die Hälfte mehr als in Biomasseanlagen über 1 MW (22,6 Mio. m³) und fast das Fünffache des Brennstoffverbrauchs der Anlagen unter 1 MW (7,2 Mio. m³).

Nur ein Teil des Brennstoffeinsatzes in privaten Haushalten ist Scheitholz aus dem Wald. 21,9 Mio. m³ Scheitholz aus Waldholz (Derbholz (> 7cm Ø) und Waldrestholz (< 7cm Ø)) entsprechen etwa zwei Drittel des verbrauchten Brennstoffs. Weitere Brennstoffe sind Gartenholz, Pellets und Briketts, Altholz, Sägenebenprodukte u.a.m.

Der Scheitholzverbrauch teilt sich zudem in verschiedene Beschaffungssegmente auf.

Abbildung 4-1: Beschaffungswege der privaten Haushalte für Scheitholz (2007)



Quelle: Hick/Mantau (2008)

Entwicklung der Segmente

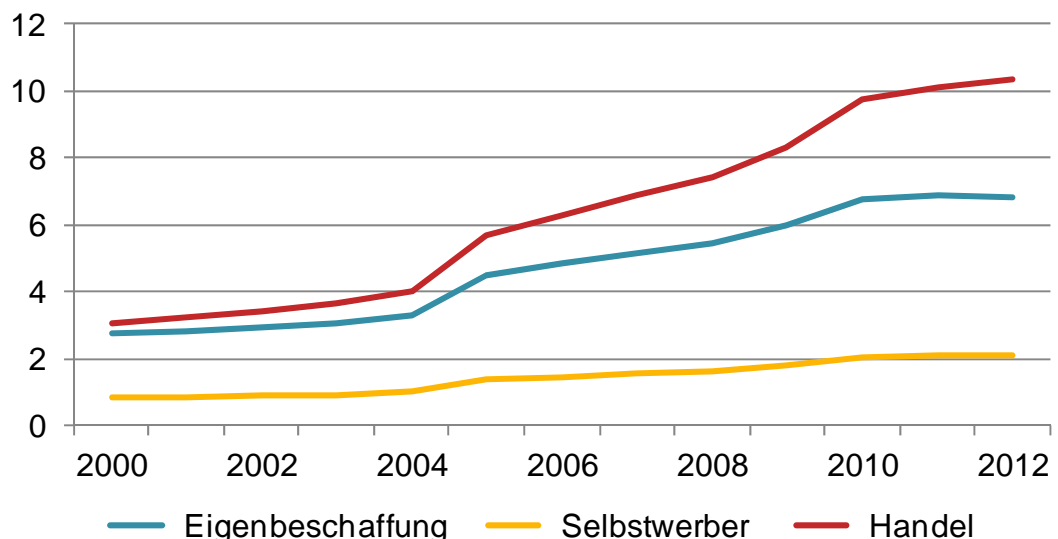
Die vorangegangene Abbildung 4-1 ist für die Berechnung des Umsatzes von großer Bedeutung, da bei der Selbstversorgung kein Umsatz entsteht und die Preise für Selbstwerber deutlich geringer sind als im Handel. Für das Jahr 2007 kann aus der vorangehenden Abbildung entnommen werden, dass das Scheitholz zu

- 38,0% durch Selbstversorger,
- 11,5% durch Selbstwerber und zu
- 50,5% durch Kauf beschafft wird.

Die verschiedenen Haushaltsbefragungen (Mantau u.a. 2000, 2005, 2007 2010) zeigen, dass der Anteil der traditionellen Scheitholznutzer sinkt, weil die neu hinzukommenden Scheitholznutzer eher im Brennstoffhandel kaufen. Somit wurden die Anteile aus dem Jahr 2007 dahingehend verändert, dass der Anteil der Selbstversorger im Jahr 2000 noch bei 41,5% lag und bis 2012 auf 35,5% sank, wenngleich der Verbrauch in absoluten Werten von knapp 3 Mio. m³ auf knapp 7 Mio. m³ anstieg. Entsprechend sank der Anteil der Selbstwerber zwischen 2000 und 2012 von 12,6% auf 10,7%. Demgegenüber stieg der Anteil des Scheitholzes, das über den Brennstoffhandel und andere Handelsformen verkauft wurde von 45,9% auf 53,8%.

Daraus ergibt sich folgende Mengenentwicklung für die Segmente des Scheitholzverbrauchs.

Abbildung 4-2: Entwicklung der Beschaffungskanäle für Scheitholz in Mio. m³(s)



Quelle: MANTAU, U. (2012g) Szenarien

4.2 Preisentwicklung

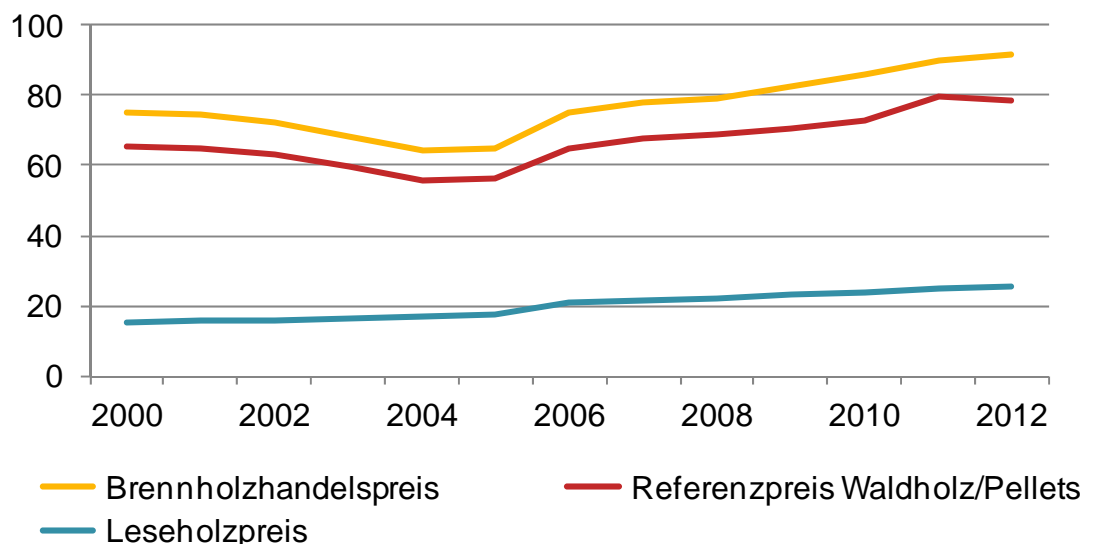
Definition

Scheitholzpreis

Obwohl Scheitholz ein Holzsortiment mit sehr großer Mengenrelevanz ist, gibt es keine Preiserhebung und keinen Preisindex für Scheitholz. Seit drei Jahren werden auf der Seite eines großen Brennholz-anbieters (Brenntix) Scheitholzpreise für Raummeter von ca. 25 Händlern erfasst und die Durchschnittspreise publiziert. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit wurde auf eine regionale Gewichtung der Preise verzichtet, was nach unserer Einschätzung nur geringe Auswirkungen auf das Gesamtergebnis hat. Auf diese Angaben von Brenntix stützen sich die Preise für die Jahre 2010 bis 2012. So beträgt der Raummeterpreis im Jahr 2012 78,73 € Umgerechnet in Festmeter (0,80) beträgt der Preis 98,41 € und abzüglich der Mehrwertsteuer (7%) lautet der für die Berechnung relevante Preis 91,97 €.

Die Rückverfolgung des Preises stellt ein fast unlösbares Problem dar, da ältere Preisangaben i.d.R. aus dem Netz gelöscht werden und es keine offiziellen Aufzeichnungen gibt. Auch Datenbanken, die ältere Internetseiten speichern, brachten keinen Erfolg, da sich die Speicherung meist nur auf wenige Daten des Anbieters konzentriert. Somit ist man auf Einzelangaben angewiesen bzw. hat für einzelne Jahre keine Angaben.

Abbildung 4-3: Preisentwicklung der Scheitholzbeschaffung [€/m³(s) ohne MWSt.]



Preise auf Festmeteräquivalente umgerechnet und ohne Mehrwertsteuer

Quelle: Berechnet nach Waldholzpreisen (diverse Ausgaben ZMP Forst- und Holz und B+L Forst und Holz 2012, sowie den Pelletpreisen von DEPV und CARMEN)

Referenzpreis

Aufgrund dieser Problematik wurde ein Referenzpreis

gebildet. Dieser besteht zu 70% aus den Preisangaben aus Niedersachsen, Hessen, Bayern und Thüringen für die Sortimente Stammholz (Fi B-C, Bu A-C) und Industrieholz (Fi IND lang, Bu IND lang) [ZMP, diverse Jahrgänge; B+L 2012] und zu 30% aus dem Pelletpreis (CARMEN). Die ausgewählten Bundesländer repräsentieren die Regionen (Nord, Mitte, Süd, Ost) und weisen kontinuierliche Preismeldungen auf. Durch die Verbindung der beiden Sortimente sollen die Preisentwicklungen der Waldholzpreise und die des Brennholzmarktes in den Referenzpreis eingebunden werden. Der Scheitholzpreis des Brennholzhandels liegt höher als der Referenzpreis. Dies ist durchaus plausibel, da die Aufbereitung von Brennholz aufwändiger ist und dieses in kleineren Losen verkauft wird. Der Abstand des Brennholzhandelspreises zum Referenzpreis bleibt in den Berechnungen bestehen. Der Referenzpreis dient der Simulation der Preisentwicklung. Die Preisentwicklung vor 2008 wurde vollständig über den Referenzpreis zurückgerechnet.

**Definition
Leseschein**

Die Preise für Lesescheine weisen große Unterschiede auf. Das liegt an den unterschiedlichen Ausgangssituationen in Bezug auf den Bestand, den Arbeitsaufwand und die Region. Es wurden mehrere Telefongespräche mit Forstämtern durchgeführt. Danach ergab sich für 2012 ein Preis für Lesescheine in Höhe von 25 € pro Kubikmeter.

Es wird angenommen, dass im Zuge der allgemeinen Energiepreissteigerungen die Preise für Lesescheine auch stärker den Marktbedingungen unterliegen (Scheitholzpreis). Zwischen 2000 und 2005 wird eine vom Markt abgekoppelte Preisentwicklung angenommen.

Selbstwerber füllen bei der Holzernte eine Lücke. Kleine Flächen können mit Waldarbeitern und Harvestern kaum kostendeckend geerntet werden. Diese Flächen lassen Forstbetriebe durch Selbstwerber bearbeiten. Es gibt Selbstwerber, die große Mengen von 100 bis 300 Rm bearbeiten und diese dann weiter verkaufen.

Für die Umsatzberechnung bilden sie eine Handelskette (Leseschein - Brennholzhandel - Verbraucher), die in dieser Art der Kalkulation auch erfasst ist.

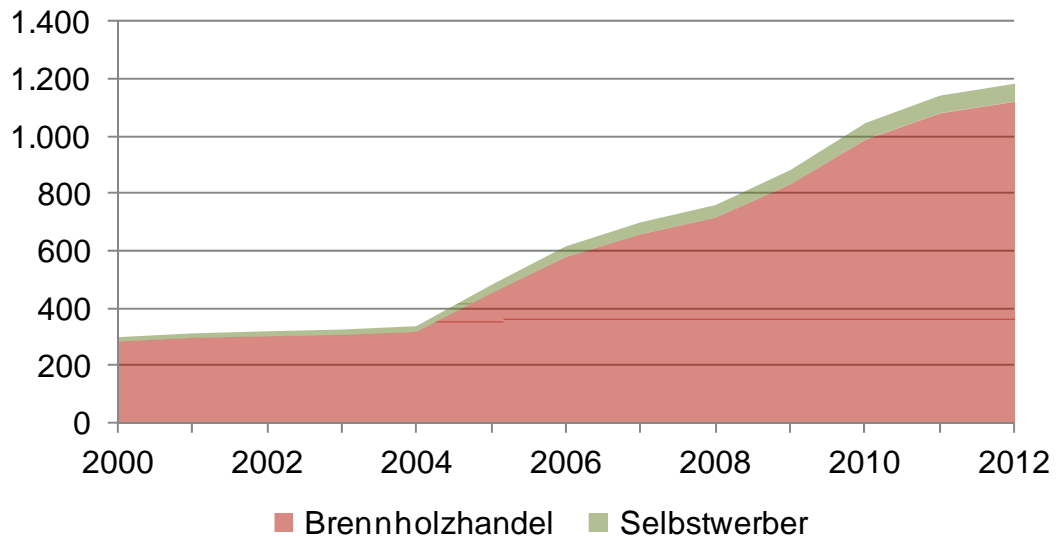
Es ist sehr plausibel, dass das Verhältnis zwischen Lesepreis und Handelspreis früher viel größer war, da die Waldpflege aus Sicht des Waldbesitzers früher eine größere Bedeutung für die Vergabe von Leselizenzen war. Es ist immer noch ein wichtiger Grund, aber die wirtschaftliche Bedeutung der Brennholzvermarktung ist gestiegen und damit auch für die Preissetzung der Lesescheine.

4.3 Umsatzentwicklung

Entwicklung

Mit dem Jahr 2004 beginnt ein rasanter Aufschwung, in dem der Scheitholzumsatz der privaten Haushalte um jährlich ca. 100 Mio. € steigt. Im Jahr 2012 erreicht der Umsatz fast 1,2 Mrd. Euro und ist damit das bedeutendste Umsatzsegment der Energieholznutzung.

Abbildung 4-4: Umsatzentwicklung in Mio. €



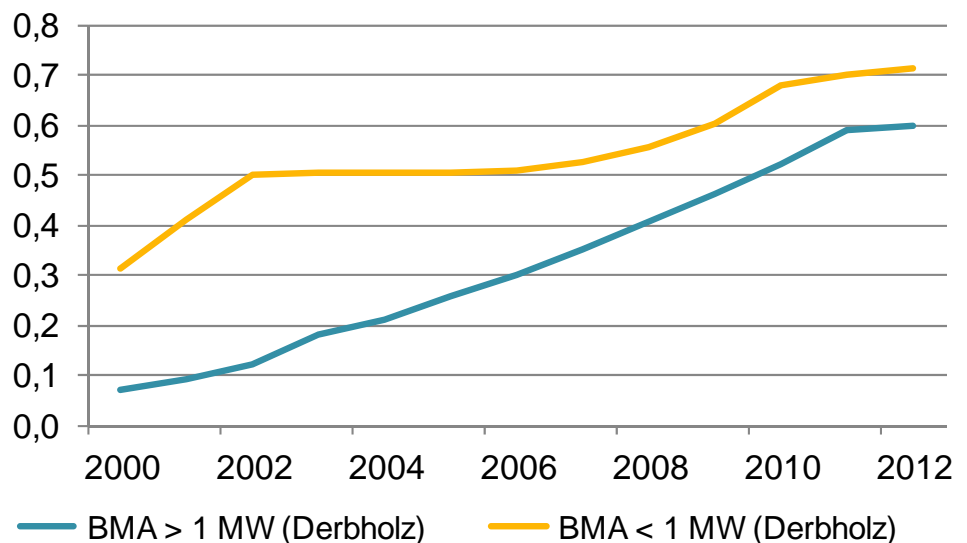
5 Industrieholz in gewerblichen Anlagen

5.1 Mengenentwicklung

Definition Im Holzmarkt sind viele Begriffe traditionell geprägt. „Stammholz“ ist das Sortiment für die Sägeindustrie und „Industrieholz“ für Zellstoff und Plattenindustrie. Letztlich wird die Zuordnung am Durchmesser bzw. an der Sägefähigkeit festgemacht. Wirklich trennscharf war die Abgrenzung nie. Besonders in jüngster Zeit geht „Industrieholz“ auch in die energetische Nutzung. Der Oberbegriff für Stammholz und Industrieholz ist Rundholz. Letzteres wird gleichgesetzt mit Rundholz über 7 cm Durchmesser und entspricht somit dem Derbholz. Die Verteilung auf die Abnehmer erfolgt letztlich auf der Grundlage von Dimension, Qualität und Preis.

Entwicklung Die Entwicklung der Derbholzverwendung basiert auf den Befragungen des Projektes Rohstoffmonitoring. Die Befragungen erfolgten getrennt nach BMA > 1MW (Vollerhebung) und BMA < 1MW (Stichprobe).

Abbildung 5-1: Derbholzverwendung in Biomasseanlagen in Mio. m³



Quelle: MANTAU, U. (2012g): Holzrohstoffbilanz Deutschland, Szenarien 2012.

Siehe auch Mantau, U.; Möller, B.; Jochem, D. (2012e) und Weimar, H.; Döring, P.; Mantau, U. (2012).

5.2 Preisentwicklung

Definition des Ausgangswertes

Die Preisentwicklung basiert auf dem Referenzpreis für ausgewählte Sortimente des Waldholzes. Die Sortimente wurden danach ausgewählt, ob sie sich preislich als Brennholz grundsätzlich eignen. Wie schon bei der Bestimmung des Referenzpreises für Scheitholz, wurde auch der Preis für Waldholz aus Preisangaben in Niedersachsen, Hessen, Bayern und Thüringen für die Sortimente Stammholz (Fi B-C, Bu A-C) und Industrieholz (Fi IND lang Bu IND lang) gebildet.

Einfluss der Abnahmemenge

Preise für unterschiedliche Abnehmer liegen so gut wie nicht vor. Dennoch ist ein Unterschied zwischen Groß- und Kleinabnehmern zu erwarten. Die Abbildung 5-1 weist die Ergebnisse einer Studie der LWF aus, die unterschiedliche Abnahmepreise für Waldhackschnitze nach Anlagengröße zeigt.

Der Preis von 99 €/t für BMA < 500 kW wird als Ausgangswert genommen. Die ausgewiesenen Daten werden als Grundlage gewählt. Es werden die Mittelwerte für Anlagen unter 1 MW und über 1 MW gebildet. Aus deren Verhältnis zueinander lassen sich Reduktionsfaktoren für die Abnahme größerer Mengen bilden.

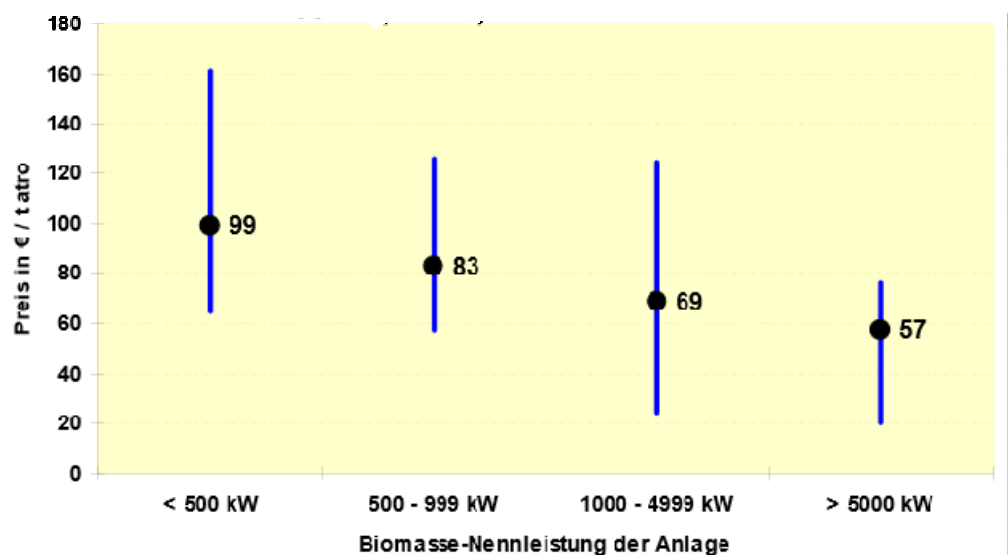
99 €/t 1,000 Ausgangswert Endabnehmer Kleinverbraucher

91 €/t 0,919 Reduktionsfaktor BMA < 1 MW

63 €/t 0,636 Reduktionsfaktor BMA > 1 MW

Die Faktoren wurden für die Berechnungen aller Sortimente unterstellt und nicht nur für Waldhackschnitzel.

Abbildung 5-2: Waldhackschnitzelpreise für Heiz(kraft)werke nach Anlagengröße im Jahr 2006

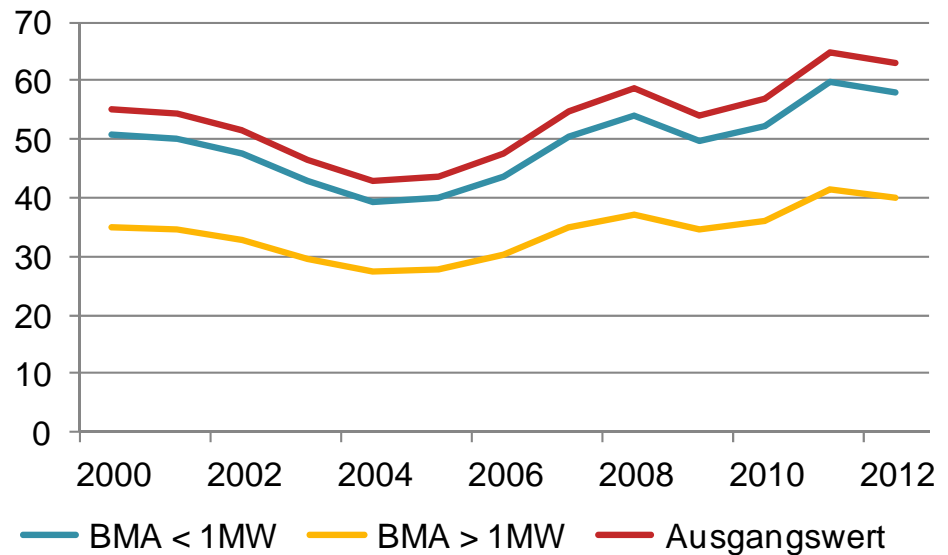


Quelle: LWF Heizwerkumfrage 2006

Entwicklung

Die Reduktionsfaktoren wurden auf den gebildeten durchschnittlichen Waldholzpreis angewendet. Es kann als Glücksfall gesehen werden, dass überhaupt Hinweise über den Preiseinfluss der Anlagengröße bekannt sind. Somit wurden die relativen Abstände für den gesamten Zeitraum angewendet.

Abbildung 5-3: Derbholzpreisentwicklung unter Berücksichtigung der Anlagengröße in € / m³



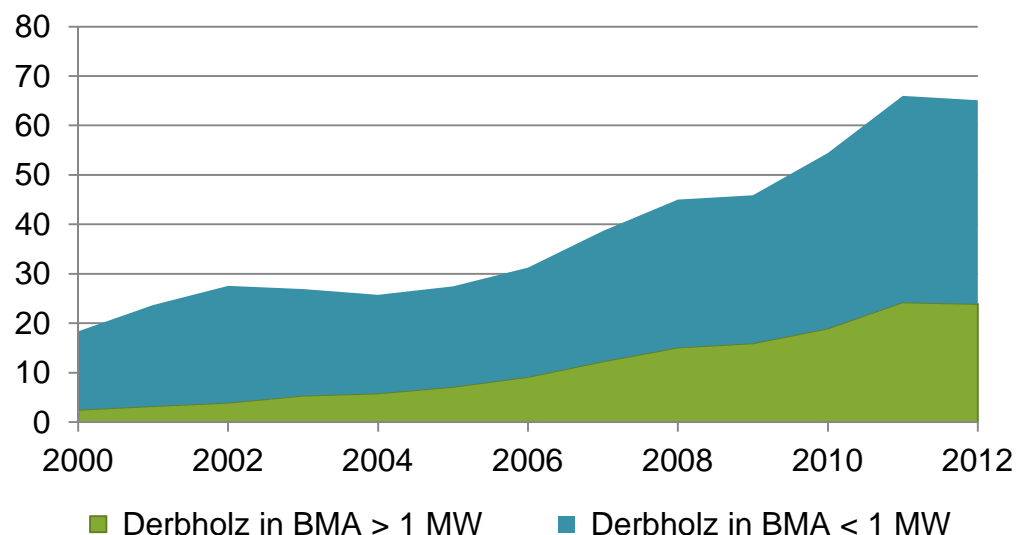
Quelle: Ausgangswert berechnet nach Waldholzpreisen (diverse Ausgaben ZMP Forst- und Holz und B+L Forst und Holz 2012, Differenzierung nach LWF Heizwerkumfrage 2006)

5.3 Umsatzentwicklung

Entwicklung

Derbholz wird vor allem in Biomasseanlagen unter 1 MW verwendet. Es kann vermutet werden, dass die Preise für größere Biomasseanlagen zu hoch sind, während kleinere Biomasseanlagen von kommunalen oder privaten Waldbesitzern betrieben werden, die einen kostengünstigeren Zugang zum Rohstoff haben, bzw. einen höheren Preis zahlen können. Mit zunehmender Verknappung ist jedoch auch die Bedeutung des Derbholzes als Rohstoff der Biomasseanlagen über 1 MW gewachsen. Die Treibstoffproduktion aus Holzbiomasse ist nur für die Betriebszeit der Versuchsanlage in Choren von Bedeutung.

Abbildung 5-4: Derbholzumsatz in Biomasseanlagen in Mio. € ohne MWSt.



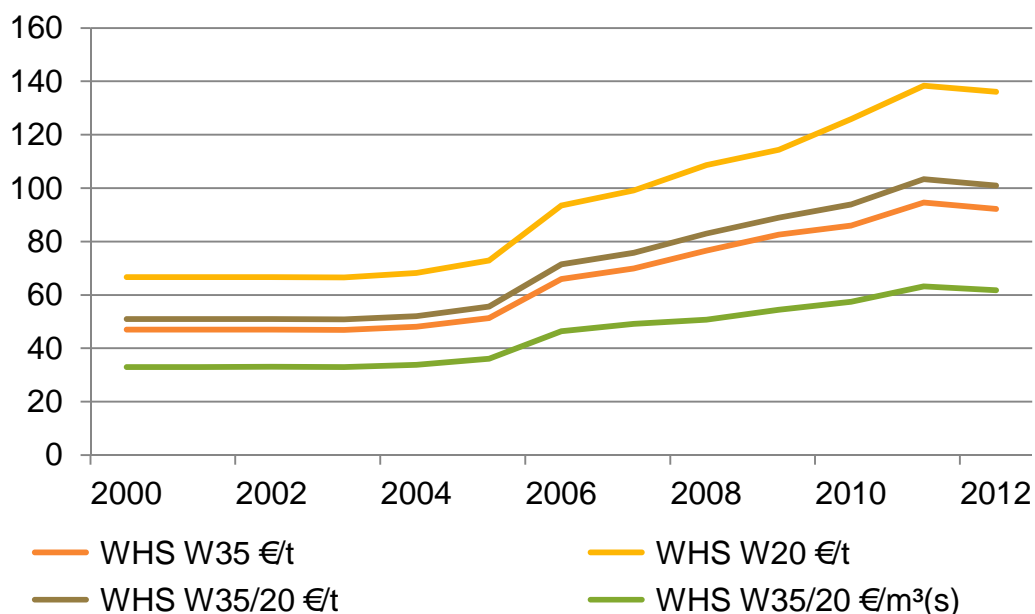
5.4 Waldhackschnitzel

Definition

Hackschnitzel (wood chips) sind maschinell zerkleinerte Holzstücke, die mit schneidenden Werkzeugen produziert werden. Zur Herstellung der Wald-Hackschnitzel werden vor allem die schwachen Sortimente, das Kronen- und Astmaterial sowie qualitativ schlechte Holzstücke (z.B. mit Fäule oder starker Krümmung) herangezogen. (LWF 2013). Waldhackschnitzel sind somit kein neuer Rohstoff, sondern eine Verarbeitungsform von Waldrestholz.

Bearbeitung	Die Bedeutung der Waldhackschnitzel ist in den letzten Jahren stark angestiegen. Die eigenständige Erfassung dieses Sortiments erfolgte jedoch nicht. So wurden im Rohstoffmonitoring Waldhackschnitzel als Waldrestholz erfasst. Bei privaten Haushalten kann man aufgrund des starken Anstiegs der Brennstoffgruppe „Sonstige“ schließen, dass dieses Sortiment bei privaten Haushalten inzwischen etwa eine Million Kubikmeter (m ³ (s)) erreicht hat. Eine getrennte Erfassung dieses Sortiments ist somit künftig dringend geboten.
Definition	Das Centrale- Agrar- Rohstoff- Marketing- Energie-Netzwerk (C.A.R.M.E.N. e.V.) berichtet über die Preisentwicklung von Waldhackschnitzeln seit dem Jahr 2003 für das Sortiment (W35 – 35% Wassergehalt) und ab 2008 auch für das Sortiment (W20 – 20% Wassergehalt). Für die Darstellung einer kontinuierlichen Preisentwicklung wurde eine Mengenrelation von 80% W35 und 20% W20 angenommen. Für die Schätzung der Jahre 2000 bis 2002 wurde die Preisentwicklung an die Veränderungsrate der Pelletpreise gebunden.
Umrechnung in Preis / m³ (s)	Bei einem Wassergehalt (WG) von 35% beträgt die Trockenmasse (TM) einer Tonne frischer Waldhackschnitzel 0,74 t TM. Nimmt man eine Holzartenverteilung mit einer durchschnittlichen Trockenmasse von 0,48 t / m ³ an, so beträgt der Umrechnungsfaktor (Divisor €/t in €/m ³) der WG35 Waldhackschnitzel in m ³ (s) 1,54. Der gewogene Durchschnitt der Sortimente ab 2008 (80/20) hat einen Wassergehalt von 33% und einen Umrechnungsfaktor von 1,64.
Verwendung	Auch wenn die Preise für Waldhackschnitzel kaum eine direkte Verwendung finden, bilden sie doch eine sehr wichtige Referenzgröße für andere Sortimente.

Abbildung 5-5: Preisentwicklung von Waldhackschnitzeln in Tonne und Kubikmeter



Quelle: nach Carmen (<http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes>) (2003-2012) und eigenen Berechnungen

Entwicklung

Die Waldhackschnitzelpreise zeigen die für Energieholzpreise typische Entwicklung. Nach längerem Verharren auf einem Preisniveau folgen ein starker Anstieg mit dem Ölpreisanstieg und anschließend eine kontinuierliche Aufwärtsentwicklung, die sich 2012 abschwächt.

6 Rinde

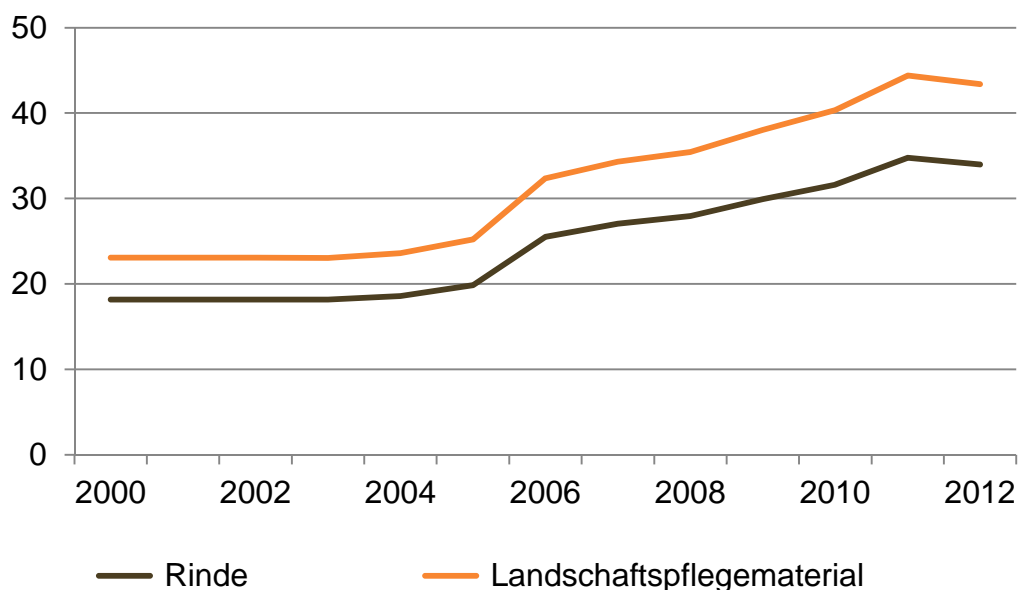
Definition

Rinde macht etwa 10-12% des Stammholzvolumens aus. Sie fällt üblicherweise als Schüttraummeter an und wird mit dem Umrechnungsfaktor 0,33 in Festmeteräquivalente umgerechnet. Die Stämme werden nicht im Wald, sondern bei den Verwendern, überwiegend in der Holzindustrie, entrindet.

Preisentwicklung

Preise waren für Rinde so gut wie nicht verfügbar. Für das Jahr 2012 konnte ein Preis von 12,00 € pro Schüttraummeter (incl. MWSt.) festgestellt werden. In Festmeteräquivalent umgerechnet entspricht dies 33,98 € pro Kubikmeter (ohne MWSt.). Die Preisentwicklung zwischen 2000 und 2011 wurde entsprechend der Veränderung der Preisentwicklung von Waldhackschnitzel (WHS W35/20 €/m³(s)) gebildet. Dies entspricht einem Preis für Rinde im Jahr 2000 von 18,17 €/m³ oder 6,00 €/Srm.

Abbildung 6-1: Preisentwicklung von Rinde und Landschaftspflegematerial in €/m³ (s) ohne Mehrwertsteuer



Quelle: nach CARMEN (2003-2012 W35/W20) und eigenen Berechnungen

7 Landschaftspflegeholz

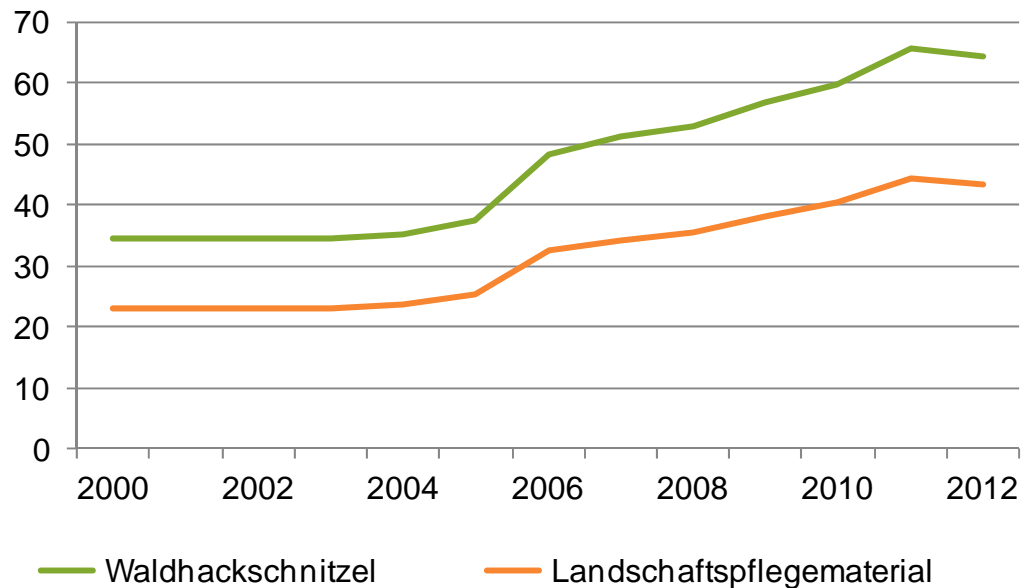
Definition

Als Landschaftspflegematerial bezeichnet werden: gras-, kraut- und holzartige organische Rückstände aus der Pflege von Verkehrswegebegleitflächen, Gewässerbegleitflächen, Naturschutzflächen sowie öffentlichen Erholungsflächen und Friedhöfen. Es kann in Grünschnitt (gras- und krautartiger Anteil) und Landschaftspflegeholz (holzartiger Anteil) eingeteilt werden. Landschaftspflegematerial fällt vor allem in Kommunen an. Wählt man den im angelsächsischen häufig verwendeten Begriff „wood outside forests“ oder „urban wood“, so wird Gartenholz hinzugerechnet (Mantau 2012). Für die Umsatzberechnung spielt das keine Rolle, da Gartenholz als nicht gehandelte Selbstversorgung zählt.

Preisentwicklung

Der Ausgabe „Neue Energien“ des Wirtschaftsverlages EUWID können Preisangaben für Waldhackschnitzel in geschredderter Form bzw. Hackschnitzel in €/t atro ohne Mehrwertsteuer für die Jahre 2012 und 2013 entnommen werden. Das Mengenverhältnis zwischen geschreddertem Landschaftspflegematerial und Hackschnitzel ist unbekannt. Die Zusammenführung der Preise erfolgt über ungewichtete Mittelbildung.

Abbildung 7-1: Preisentwicklung von Waldhackschnitzeln und Landschaftspflegematerial in €/m³ ohne Mehrwertsteuer



Quelle: nach CARMEN (<http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes> (2003-2012), EUWID und eigenen Berechnungen

Preisentwicklung

Aus einer Studie des Verfassers zu einer Anlage mit Landschaftspflegematerial liegen Preise für die Jahre 2008 und 2009 vor. Die Preise für das Jahr 2008 sind jedoch unverhältnismäßig hoch, was vermutlich daran liegt, dass die Anlage hochgefahren wurde. Somit wurde nur der Preis des Jahres 2009 berücksichtigt. Fehlende Preise werden über die Entwicklung des Waldhackschnitzelpreises errechnet, der sich überwiegend an den Preisangaben von CARMEN orientiert.

8 Sägenebenprodukte

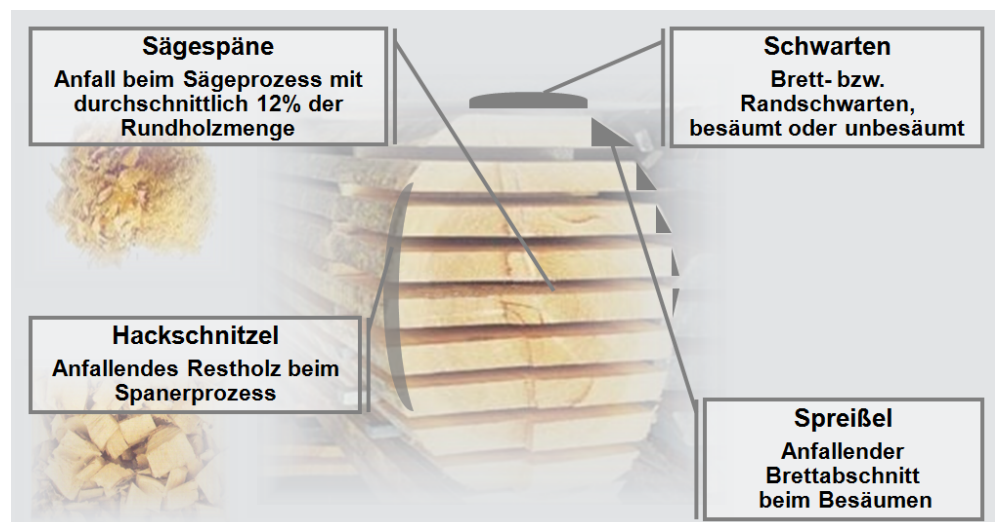
8.1 Mengenerwicklung

Definition

Sägenebenprodukte fallen als Kuppelprodukt der Schnittholzproduktion an. Der Zusammenhang wird mit dem Ausbeutegrad beschrieben. Je nach Holzart und Technologie fallen ca. 40% des eingesetzten Stammholzes in der Sägeindustrie wieder als Rohstoff für die stoffliche und energetische Nutzung in Form von Sägenebenprodukten an.

Sägenebenprodukte werden weiter unterschieden in Hackschnitzel, Sägespäne sowie Schwarten und Spreißel. Hackschnitzel sind schräg zur Faserrichtung geschnittene, stückige Vollholzteile. Sägespäne fallen als Kuppelprodukt beim Schneiden von Holz an und sind von würfelförmiger, stift- bzw. faserförmiger Gestalt. Schwarten sind die beiderseits des Stammes abgetrennten Stücke, die beim Rundholzeinschnitt anfallen. Spreißel (Säumlinge) fallen beim Besäumen von Brettern an.

Abbildung 8-1: Sortiment der Sägenebenprodukte

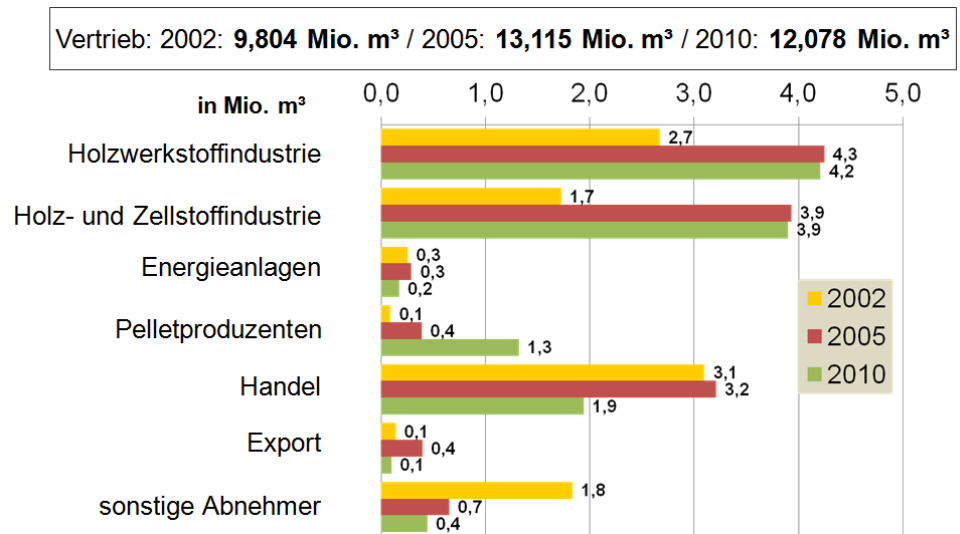


Quelle: Mantau (2012h): Grundlagen der Holz- und Forstwirtschaft (Vorlesung)

Entwicklung

Das Aufkommen an Sägenebenprodukten hängt von der Entwicklung der Sägeindustrie ab. Es lag im Jahr 2010 bei etwa 12 Mio. m³ (s). Da es sich um einen reinen, bereits aufbereiteten Rohstoff handelt, ist es in der Holzwerkstoffindustrie und in der Holz- und Zellstoffindustrie sehr beliebt. Mit dem Wachstum des Pelletmarktes gingen verstärkt auch Sägenebenprodukte in die Pelletindustrie.

Abbildung 8-2: Marktvolumen und Vertrieb von Sägenebenprodukten



Quelle: Mantau/Sörgel 2002; Mantau/Hick 2006; Döring/Mantau 2010 Sägeindustriestudie. Zentrum Holzwirtschaft. Hamburg, 2012

8.2 Preisentwicklung

Definition

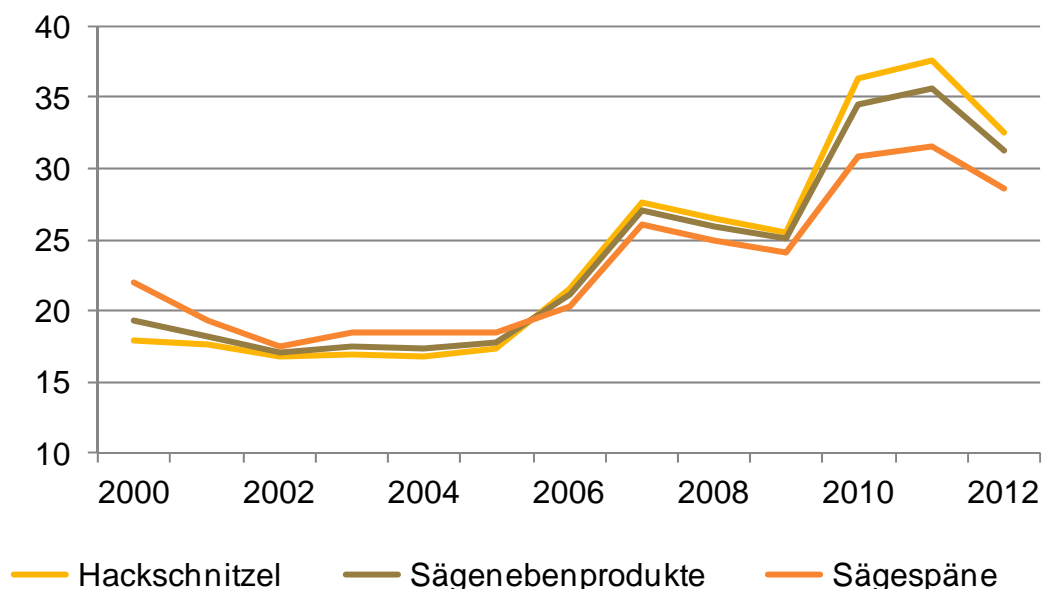
Im Wirtschaftsdienst EUWID werden Preise für Hackschnitzel und Sägespäne, jeweils ohne Rinde (o.R.), für die Regionen Süddeutschland, Nord-/Westdeutschland und Ostdeutschland in ein- bis zweimonatigen Abständen erhoben. Alle Preisangaben eines Jahres werden gemittelt und als Jahrespreis für die Berechnungen des Umsatzes verwendet. Aus dem Preis für Sägespäne (1/3) und dem Preis für Hackschnitzel (2/3) wird entsprechend ihrer mengenmäßigen Bedeutung ein Durchschnittspreis für Sägenebenprodukte gebildet. Mit dem Umrechnungsfaktor 2,5 werden die Preise für Schüttraummeter in Preise für Festmeteräquivalente umgerechnet.

Entwicklung

Man erkennt sehr gut, dass die Preisentwicklung für Sägenebenprodukte auch von der Energiepreisentwicklung abhängt, da sie ab dem Jahr 2005 kräftig steigt. Die Finanzkrise macht sich insbesondere durch eine geringere Nachfrage der Holzindustrie bemerkbar. Auf die Finanzkrise folgte ein lang anhaltender Winter. Die Forstbetriebe hatten angesichts der schwachen Nachfrage im Jahr 2009 wenig Holz eingeschlagen und konnten wegen des langen Winters bei anziehender Nachfrage nicht entsprechend liefern. Die Lager waren geräumt. Es kam zu einer erheblichen Verknappung von Rundholz und in der Folge des geringen Einschnitts in der Sägeindustrie auch zu einem geringen

Angebot von Sägenebenprodukten. Der Preisaufschwung ab 2010 ist von der Knappheit auf den holzwirtschaftlichen Märkten geprägt. Dafür spricht auch der deutlich stärkere Preisanstieg der Hackschnitzel, die ein wichtiger Rohstoff der Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie sind.

Abbildung 8-3: Preisentwicklung von Sägenebenprodukten in €/m³ ohne Mehrwertsteuer



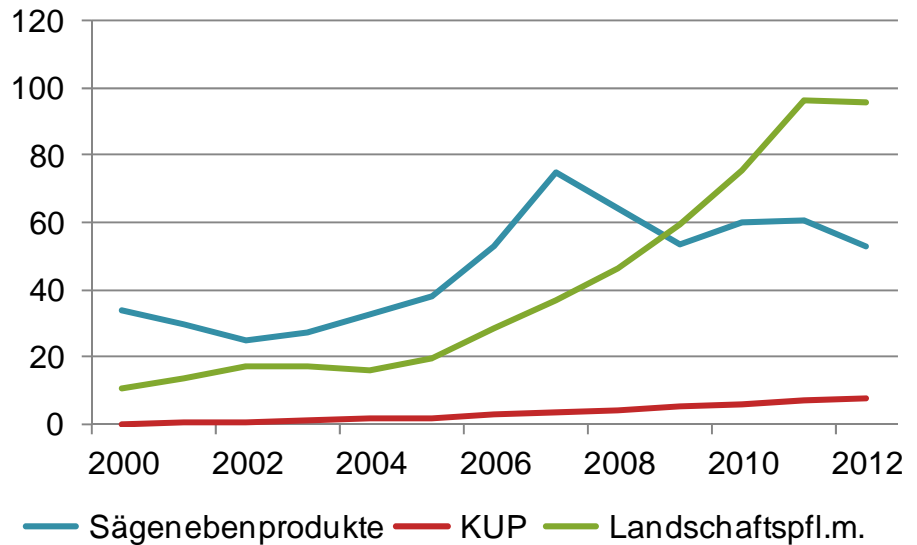
Quelle: Durchschnittswerte der EUWID-Preismeldungen

8.3 Umsatzentwicklung

Zusammenfassung

Die folgende Grafik fasst die Umsatzentwicklungen für die energetische Nutzung von Sägenebenprodukten, Kurzumtriebsplantagen und Landschaftspflegematerial zusammen. Sägenebenprodukte in Form von Schwarten und Spreißeln, aber auch von Kappstücken sind ein traditionelles Brennmaterial für private Haushalte, das früher häufig kostenlos abgegeben wurde, aber zunehmend auch gehandelt wird. Der Umsatzeinbruch in Folge der Wirtschaftskrise ist eine Folge des geringen Aufkommens und der starken Nachfrage stofflicher Verwender. Landschaftspflegematerial ist ein Umsatzbereich, der sich kontinuierlich entwickelt, während Kurzumtriebsplantagen noch eine sehr geringe Bedeutung haben.

Abbildung 8-4: Umsatzentwicklung von Sägenebenprodukten, Kurzumtriebsplantagen und Landschaftspflegematerial in Mio. € ohne Mehrwertsteuer



Quelle: Berechnungen auf Grundlagen von Mantau (2012g); EUWID; CARMEN

9 Schwarzlauge

Definition

Schwarzlauge ist ein Nebenprodukt der Zellstoffherstellung. Sie entsteht bei der Trennung von Lignin und Zellulose und ist ein Gemisch aus Lignin, Wasser und den Chemikalien, die für die Extraktion benutzt werden. Schwarzlauge kommt so gut wie nicht auf den Markt, sondern wird in der Zellstoff- und Papierindustrie direkt zur Gewinnung von Wärme und Strom verwendet. So steht die größte Biomasseanlage Deutschlands (100 MW) am Standort eines Zellstoffwerkes.

Es ist durchaus denkbar, dass Schwarzlauge künftig verstärkt auch stofflich für die Gewinnung von Chemierohstoffen genutzt wird (Biorefinery). Gegenwärtig befindet sich diese Entwicklung jedoch im Versuchsstadium. Für die Berechnungen wird folglich davon ausgegangen, dass die Schwarzlauge vollständig energetisch und intern in der Zellstoffindustrie genutzt wird.

10 Energieholzprodukte (Pellets und Holzbriketts)

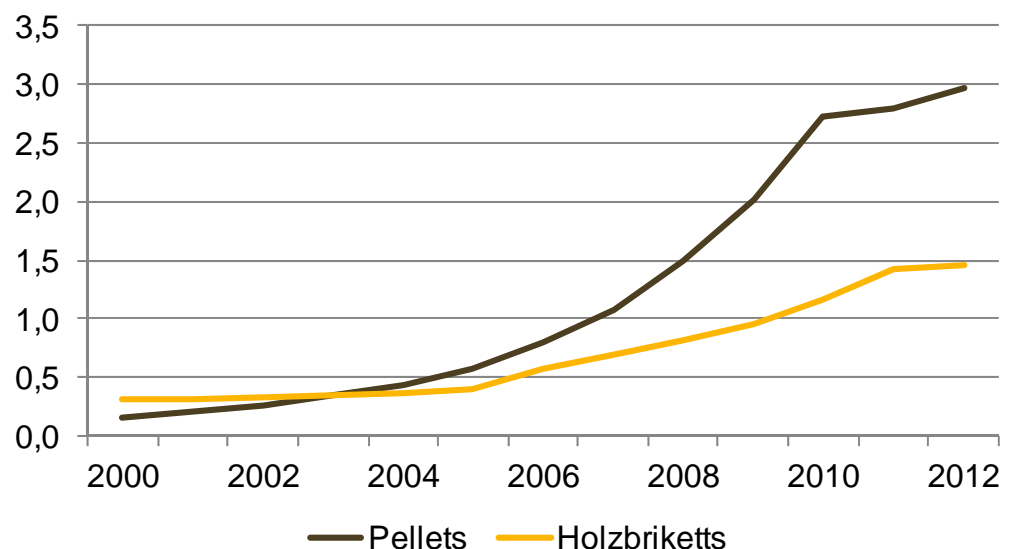
10.1 Mengenentwicklung

Definition Pellets Holzpellets werden aus getrocknetem, naturbelassenem Restholz (Sägemehl, Hobelspäne, Waldrestholz) mit einem Durchmesser von ca. 6-8 mm und einer Länge von 15-40 mm hergestellt. Sie werden ohne Zugabe von chemischen Bindemitteln unter hohem Druck gepresst und haben einen Heizwert von ca. 5 kWh/kg (DEPV 2013).

Definition Briketts Holzbriketts werden aus getrocknetem, naturbelassenem Restholz (Sägemehl, Hobelspäne, Waldrestholz) hergestellt. Ohne Zugabe von chemischen Bindemitteln werden sie unter hohem Druck gepresst. Durch die verschiedenen Pressarten können Holzbriketts unterschiedliche Formen und Eigenschaften haben. Holzbriketts haben einen Heizwert von ca. 5 kWh/kg (DEPV 2013).

Verwender Die wichtigsten Verwender von Pellets sind Haushalte (74%) und kleinere Biomasseanlagen (26%). Holzbriketts werden so gut wie ausschließlich in privaten Haushalten verwendet. Bei BMA über 1 MW konnte bisher noch kein Pelletverbrauch festgestellt werden. Allerdings informierte der Pelletverband (DEPV) darüber, dass es solche gibt.

Abbildung 10-1: Entwicklung der Verbrauchsmengen von Pellets und Briketts in Mio. m³ (s)



Quelle: Mantau 2012 (Szenarien)

10.2 Preisentwicklung

Definition

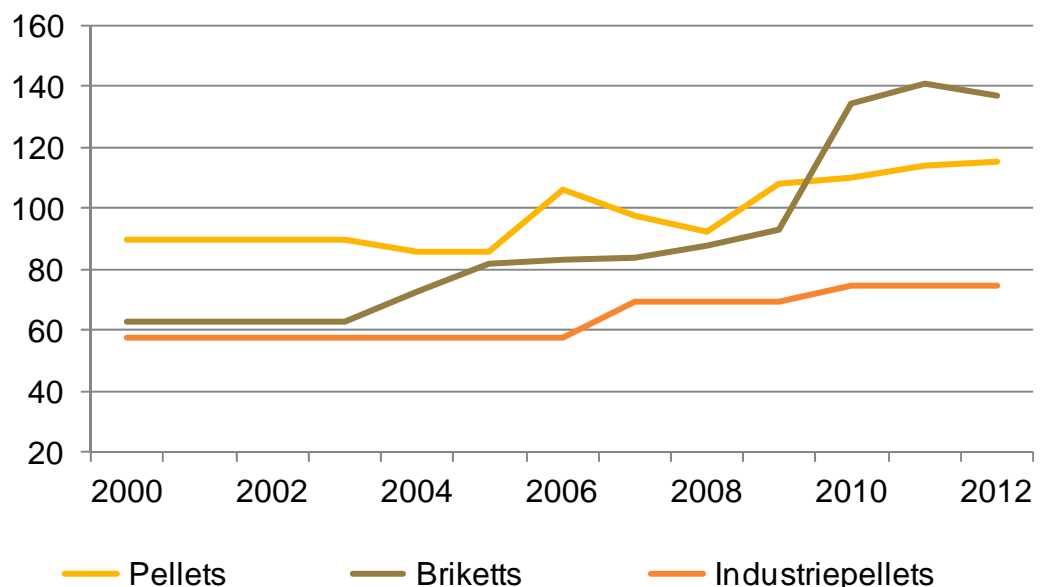
Preismeldungen für Pellets liegen vom DEPV (2004-2012) und von CARMEN (2002-2012) vor. Für die Berechnungen wurden aufgrund des längeren Zeitraums und aufgrund der Verfügbarkeit von Preisen für Holzbriketts die Preisangaben von CARMEN unterstellt.

Für die Preise von Industriepellets wurde eine Kurzstudie des DBFZ (2012) über Preisentwicklungen von Industriepellets in Europa herangezogen. Die Aufzeichnungen beziehen sich für 2003 und 2004 nur auf Dänemark und Schweden. Ab 2005 liegen Aufzeichnungen von Industriepelletpreisen auf breiterer Basis vor. Der Verlauf ist sehr stabil. Somit wurden rückwirkend die Preise konstant gehalten, was ohnehin keinen Einfluss hat, da zu der Zeit keine Verwendung in Deutschland vorkam.

Entwicklung

Während die Pelletpreise relativ stabil verlaufen und die Preise für Industriepellets etwa um 35% darunter liegen, weisen die Preise für Briketts strukturelle Veränderung auf. Von einem niedrigen Preisniveau ausgehend, nähern sie sich zwischen 2004 und 2009 den Pelletpreisen an.

Abbildung 10-2: Preisentwicklung von Energieholzprodukten in €/m³ ohne Mehrwertsteuer



Quelle: CARMEN, DBFZ und ergänzende Berechnungen

Preissprung

Im Jahr 2010 kommt es zu einem erheblichen Preissprung der zwar empirisch belegt, aber nicht so leicht zu erklären ist. Einerseits handelt es sich um ein Jahr mit einem extrem kalten und langen Winter. Andererseits könnte auch der Anstieg des

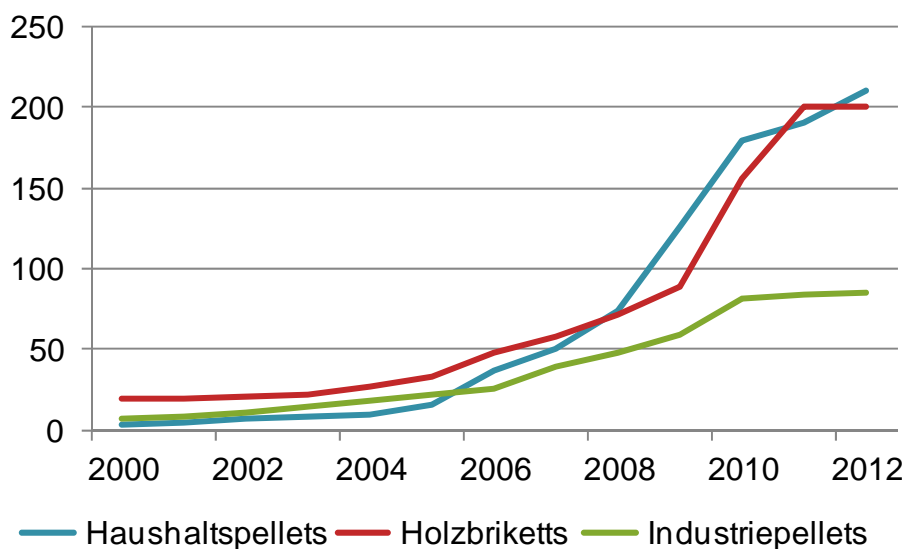
Scheitholzverbrauchs ein Grund dafür sein. Holzbriketts sind bei Scheitholzverbrauchern beliebt, weil sie die Glut bis in die Morgenstunden halten. Sie wären somit ein Komplementärprodukt, das andererseits nicht so schnell nachproduziert werden kann, was zu Knappheiten führt. Schließlich besteht ihr Ausgangsmaterial in erheblichem Umfang aus Sägenebenprodukten, die aus den oben erwähnten Gründen im Jahr 2010 ebenfalls erhebliche Preissprünge aufwiesen.

10.3 Umsatzentwicklung

Entwicklung

Haushaltspellets und Holzbriketts erreichen etwa das gleiche Umsatzniveau. In den ersten Jahren wurden in Haushalten noch mehr Holzbriketts als Pellets verbraucht, aber die Preise für Holzbriketts waren gering. In späteren Jahren stieg das Verbrauchsvolumen der Pellets stärker an, aber das wurde durch steigende Preise der Holzbriketts im Umsatzvolumen aufgefangen.

Abbildung 10-3: Umsatzentwicklung von Energieholzprodukten in Mio. € ohne Mehrwertsteuer



Quelle: Mantau (2012g) Szenarienbericht, CARMEN, DBFZ und ergänzende Berechnungen

11 Altholz

11.1 Mengenentwicklung

Definition

Altholz ist Industrierestholz und Gebrauchtholz, soweit diese als Abfall anfallen. Abfall sind bewegliche Sachen, derer man sich entledigt, entledigen will oder entledigen muss (KrWG 2012).

A I: Naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde.

A II: Verleimtes, gestrichenes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung (z.B. PVC) und ohne Holzschutzmittel.

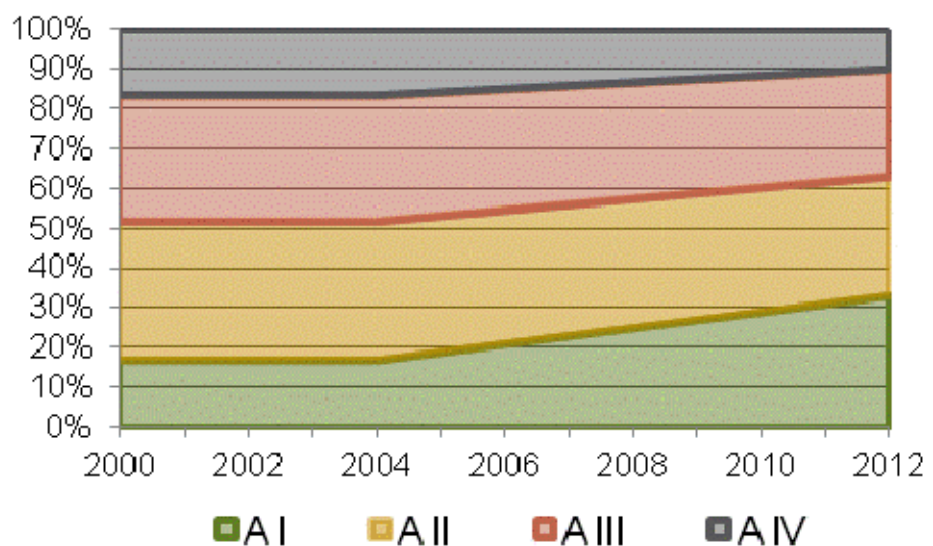
A III: Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel.

A IV: Mit Holzschutzmitteln behandeltes sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht in den Altholzkategorien A I, A II oder A III zugeordnet werden kann.

Altholzkategorien insgesamt

Leider gibt es kaum empirische Studien, die eine quantitative Aufteilung der Altholzkategorien ermöglichen. Der einzige empirisch belegte Wert stammt aus der Altholzstudie von MANTAU/WEIMAR aus dem Jahr 2005. Danach entfielen auf die Kategorien A I 16,9%, A II 34,8%, A III 31,5% und A IV 16,8%. Für den zurückliegenden Zeitraum bis zum Jahr 2000 wurden die Werte konstant gehalten.

Abbildung 11-1: Aufkommensanteile der Altholzkategorien, insgesamt



Quelle: MANTAU/WEIMAR 2005 und Abschätzung für 2012 in Abstimmung mit dem BAV (Bundesverband der AltholzentSORger und -verarbeiter e.V.)

Wertsteigernde Sortierung

Altholz ist zunehmend ein wertvoller Rohstoff, was auch aus den folgenden Altholzpreisen hervorgeht. Somit ist es nur plausibel, dass die Sortierung von Altholz erhebliche Fortschritte gemacht hat und der Anteil der unbelasteten Sortimente gestiegen ist. Ein weiterer Grund hierfür ist die zunehmende Berücksichtigung der Gesetzgebung in der Produktion, m.a.W. das anfallende Material ist weniger belastet. In Abstimmung mit dem Altholzverband (BAV) wurden die Anteile für das Jahr 2012 neu geschätzt. Danach entfielen auf die Kategorien A I 33,0%, A II 30,0%, A III 27,0% und A IV 10,0%. Für den Zeitraum zwischen dem Jahr 2005 und 2012 wurden die Anteile linear interpoliert.

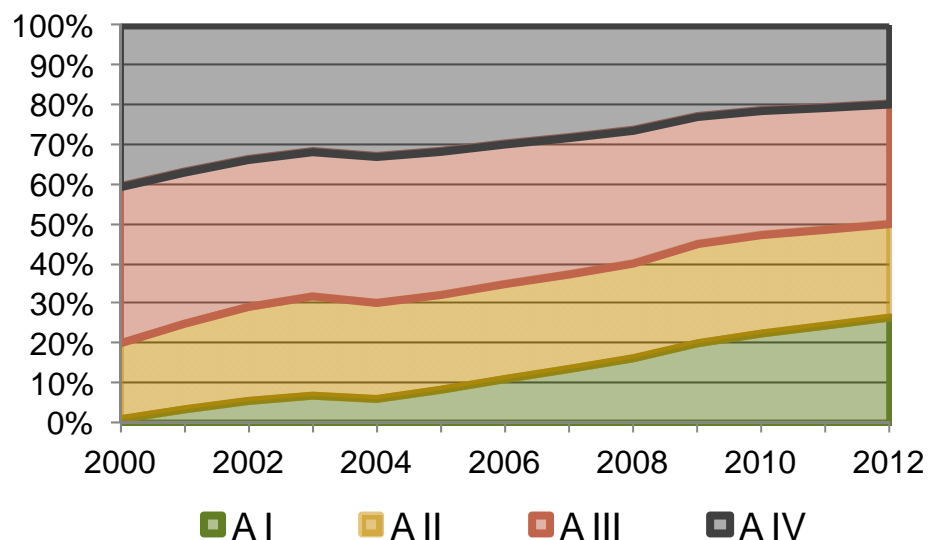
Altholzkategorien energetisch

Eine Bewertung der energetischen Altholznutzung nach Altholzkategorien würde das Umsatzvolumen jedoch überschätzen, weil die teureren Altholzkategorien A I und A II eher von den stofflichen Nutzern gekauft werden. Die Anteile Altholzkategorien in der energetischen Nutzung sind empirisch nicht belegt und wurden nach folgendem Modell simuliert:

Der Aufkommensanteil der stofflichen Nutzung wird jeweils zu 50% von den Kategorien A I und A II abgezogen und zu 25% der Kategorie A III und zu 75% der Kategorie A IV zugeschlagen. Unterstellt man diese Annahme, so ergibt sich folgende Anteilsentwicklung der Altholzkategorien für energetische Nutzung.

Der Anteil der energetischen Nutzung des Altholzes stieg von 70% auf 87%. Somit ist es auch plausibel, dass trotz des Abzugs der stofflichen Nutzung, der Anteil der wachsenden Kategorie A I auch in der energetischen Nutzung steigt.

Abbildung 11-2: Aufkommensanteile der Altholzkategorien, energetische Nutzung

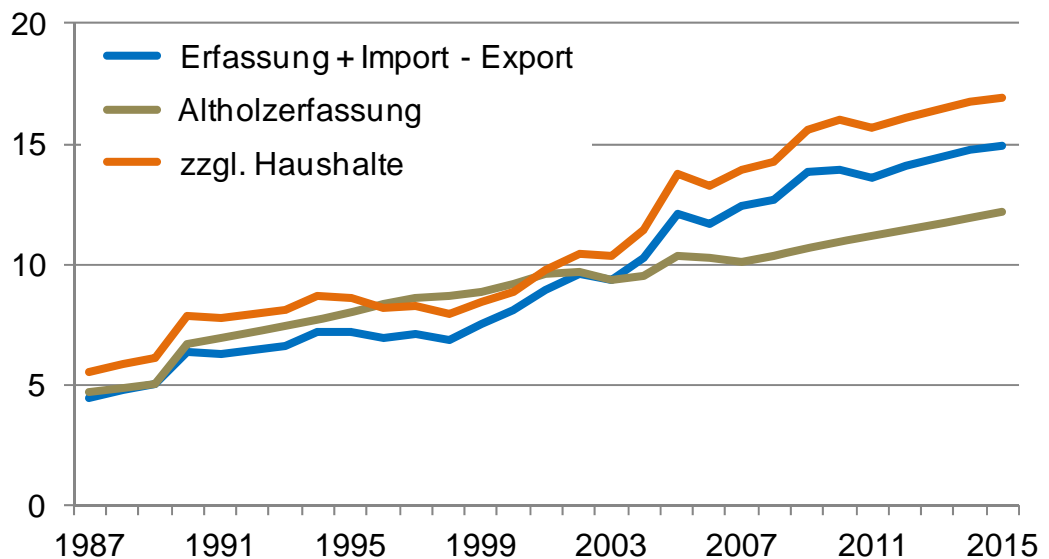


Marktvolumen

Die Mengenentwicklung für Altholz wurde über die Altholzstudien des Verfassers (MANTAU/WEIMAR 2005; WEIMAR/MANTAU 2008; MANTAU/WEIMAR 2010) ermittelt und dann entsprechend der Anteile (s.o.) aufgeteilt.

Der Verbrauch von Altholz in privaten Haushalten erfolgt intern und erzeugt keinen Umsatz. Ebenso wird der interne Verbrauch der Altholzbetriebe nicht berücksichtigt. Dieser ist in der Betrachtungsperiode von ca. 350.000 m³ (s) auf 1.350 Mio. m³ (s) angestiegen. Da die Altholzbranche selber nicht gewachsen ist, deutet der Anstieg darauf hin, dass zunehmend eigene, angeschlossene Kraftwerke beliefert werden. Dieser Effekt wird für die Umsatzberechnung nicht berücksichtigt. Zur Inlandsverfügbarkeit wird der Außenhandelsaldo hinzugezählt, da deutlich mehr Altholz importiert als exportiert wird. Mit diesen Berechnungen sind die Voraussetzungen für eine Umsatzberechnung nach Altholzkategorien gelegt.

Abbildung 11-3: Entwicklung der Inlandsverfügbarkeit von Altholz in Mio. m³ (s)



Quelle: Statistisches Bundesamt; Umweltbundesamt; (Warennummern: Holzabfälle und Holzausschuss, auch zu Pellets, Briketts, Scheiten oder ähnlichen Formen gepresst, bis 1987: 4401 909, bis 1992: 4401 30 909, ab 1993: 4401 30 90, aktualisiert ab 2008 (2007 hierzu identisch als Holzabfälle (ex 440130; 450190); grenzüberschreitende Abfallverbringung Holzabfälle (ex 440130; 450190) und eigene Berechnungen nach Mantau 2012 (Szenarien)

11.2 Preisentwicklung

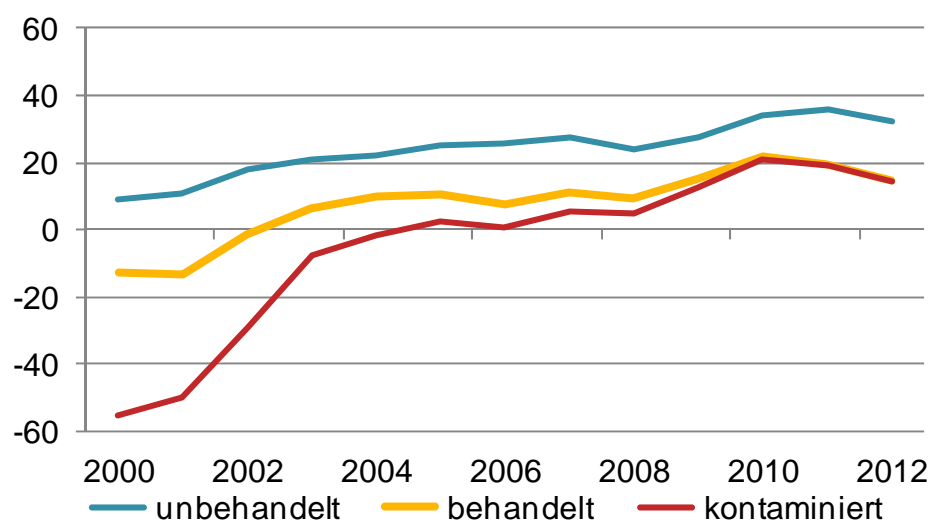
Definition

Für die Bestimmung der Preisentwicklung der Altholzkategorien wurden die Preismeldungen des EUWID (Recycling und Entsorgung) verwendet. Danach wird in die Kategorien unbehandelt, behandelt und kontaminiert unterschieden. Die Meldungen erfolgen für die Regionen Süddeutschland, Nord-/Westdeutschland und Ostdeutschland. Die Preismeldungen des EUWID erfolgen etwa alle zwei- bis drei Monate. Für die Jahrespreise wurde ein einfacher Durchschnitt über alle Preismeldungen (oberer und unterer Preisbereich) eines Jahres gebildet. Die Kategorien unbehandelt, behandelt und kontaminiert werden weiter nach Hackschnitzel (0-150 mm) und nach vorgebrochenem Altholz (0-300 mm) unterschieden. Nach Auskunft des BAV beträgt der Anteil des zu Hackschnitzel verarbeiteten Holzes etwa 80% und der Anteil des nur vorgebrochenen Holzes 20%. Entsprechend dieser Anteile wurde ein gewogener Durchschnittspreis für diese Altholzsortimente gebildet.

Entwicklung

Die folgende Preisentwicklung zeigt negative Preise zu Beginn des Betrachtungszeitraums. Während dieser Zeit musste für die Entsorgung von behandeltem Altholz bezahlt werden. Etwa ab dem Jahr 2005 bewegen sich alle Preise im positiven Bereich. Altholz wandelte sich vom Entsorgungsgut zum Brennstoff. Interessant ist auch, dass sich die Preise für behandeltes und kontaminiertes Holz angleichen. Angesichts zahlreicher Anlagen mit vorhandenem Emissionsschutz richtet sich der Preis möglicherweise zunehmend ausschließlich nach dem Energiegehalt.

Abbildung 11-4: Preisentwicklung von Altholz in € / t lutro ohne Mehrwertsteuer



Quelle: eigenen Berechnungen auf Basis der EUWID-Preismeldungen

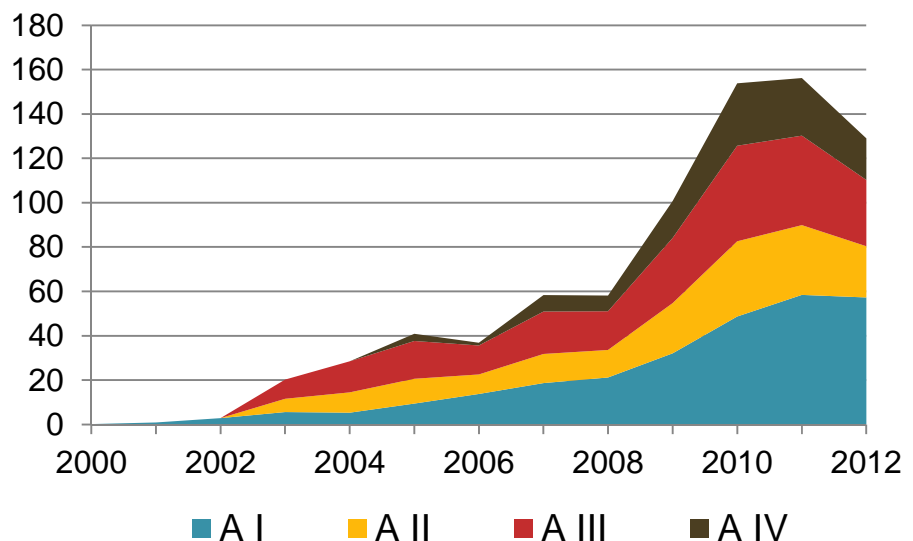
11.3 Umsatzentwicklung

Strukturwandel

Die Umsatzentwicklung von Altholz zur energetischen Nutzung kann in drei Phasen eingeteilt werden. Bis 2003 war es im Wesentlichen ein reines Entsorgungsgeschäft mit negativen Preisen. Die Umsätze der Altholzentsorger durch Annahmepreise werden in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt. Ebenso werden keine Umsätze ausgewiesen, die im negativen Bereich liegen. Somit folgt die erste Periode der Nulllinie.

Mit zunehmendem Ausbau der Biomasseanlagen kommt es zur EEG-Phase (2003 – 2008). Der Markt wird vom Überhang der Nachfrage der geförderten Biomasseanlagen getrieben und steigt kontinuierlich an. Die Einleitung der 3. Phase ist in den Anfängen bereits im Jahr 2006 erkennbar und kann als Energiepreisphase gekennzeichnet werden. Diese wird vom Ölpreis als auch von den Jahren mit kaltem Winter (2010 und 2011) bestimmt.

Abbildung 11-5: Umsatzentwicklung von Altholz zur energetischen Nutzung in Mio. € ohne Mehrwertsteuer (frei Verwerter)



12 Sonstiges Industrierestholz

Definition

Zusätzlich zur Sägeindustrie fallen in einer Vielzahl weiterer Branchen im Zuge der Be- und Verarbeitung von Holz Reste an (sonstiges Industrierestholz). Für einzelne Branchen standen hierfür Primärdatenerhebungen aus dem Jahr 2002 zur Verfügung:

- Holz- und Zellstoffindustrie
- Holzwerkstoffindustrie
- Brettschichtholzindustrie
- Verpackungsindustrie
- Zimmererhandwerk
- Möbelindustrie und Möbelhandwerk.

Industrierestholz unterscheidet sich in seiner physikalischen Struktur kaum von behandeltem Altholz.

Umsatzberechnung

Entsprechend wurde der Altholzpreis für behandeltes Holz verwendet. Ferner wurde davon ausgegangen, dass in Biomasseanlagen über 1 MW 80% des verbrannten Industrierestholzes zugekauft werden und 20% aus internen Quellen stammen, während bei kleinen Biomasseanlagen nur 50% des Industrierestholzes über den Handel bezogen werden, bzw. 50% aus internen Quellen stammen. Da kleine Biomasseanlagen in Zimmereien oder kleineren Betrieben stehen, ist es plausibel, dass diese einen größeren Anteil aus eigener Verarbeitung nutzen. Empirisch belastbare Daten zu den Eigenanteilen in diesen Branchen gibt es bisher jedoch nicht.

13 Anhang

13.1 Abkürzungen

BMA > 1 MW	Biomasseanlage über 1 Megawatt Feuerwärmeleistung
BMA < 1 MW	Biomasseanlage unter 1 Megawatt Feuerwärmeleistung
Fm	Festmeter.
Rm	Raummeter
m³(s)	Festmeteräquivalent (s = solid wood equivalent)
Srm	Schüttraummeter
t_{atro}	Tonne absolut trocken (atro)
t_{lutro}	Tonne lufttrocken (lutro)
TM	Trockenmasse

13.2 Glossar

Rundholz	Holz, das seine runde Stamm- oder Astform unverändert behalten hat.
Rohholz	Sämtliche verholzte Biomasse unabhängig davon, ob sie rund, gespalten oder gehackt ist.
Derbholz	Rundholz mit einem Durchmesser von mehr als 7 cm.
Waldrestholz	Holz mit einem Durchmesser von weniger als 7 cm unabhängig davon, ob es rund, gespalten oder gehackt ist und Holz mit einem Durchmesser von mehr als 7 cm falls es als unverwertetes Derbholz einer Nutzung zugeführt wird (z.B. faules, stark astiges oder krummes Holz über 7 cm).
Scheitholz	Scheitholz wird aus Teilen des Baumes (Stamm, Äste) gewonnen. Je nach Größe der Teile werden Stamm oder Äste gespalten oder als ganze Teile verwendet. Scheitholz wird üblicherweise aufgesetzt, kann aber auch als geschüttete Ware geliefert, bzw. gelagert werden. Das Handelsmaß ist somit Festmeter, Raummeter oder Schüttraummeter. I.d.R. wird Scheitholz als Raummeter in Rinde verkauft.
Stammholz	Rundholz mit einem Durchmesser ab ca. 15 cm, das überwiegend in die Sägeindustrie geht.
Industrieholz	Rundholz mit einem Durchmesser bis ca. 15 cm, aber auch mehr, das früher überwiegend in die Zellstoff- und Plattenindustrie ging, heute aber auch zunehmend energetisch genutzt wird.

13.3 Quellenverzeichnis

BICKEL, P. (2013): Zusammenstellung von Umsatzsteuersätzen für Energieholz und –produkte. unveröffentlichtes Arbeitspapier

CARMEN (2013): (<http://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes>; (Zugriff. diverse Juni/Juli 2013)

DEPV (2013): <http://www.depv.de/holzpellets/pellets/beschreibung/> Zugriff 26.07.2013

DBFZ (2012) SCHAUBACH, K.; WITT, J.: Kurzstudie Preisentwicklung von Industriepellets in Europa, DBFZ 11-164; Leipzig 2012, 4 S.

DÖRING, P.; MANTAU, U. (2012): Standorte der Holzwirtschaft - Sägeindustrie - Einschnitt und Sägenebenprodukte 2010. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich: Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2012.

EUWID – Datenbankzugriff auf Preismeldungen aus den Branchenberichten Holz und Holzwerkstoffe, Neue Energien, Recycling und Entsorgung. <http://www.euwid.de/>

HICK, A., MANTAU, U. (2008): Energieholzverwendung in privaten Haushalten. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente - Abschlussbericht. Hamburg 2008

LWF 2006: Heizwerkumfrage 2006 (<http://www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/holz-logistik/energie-aus-holz/hackschnitzel/>) (Zugriff 23.07.2013)

LWF (2003): LWF-Merkblatt: Der Energieinhalt von Holz und seine Bewertung

MANTAU, U. (2012a): Standorte der Holzwirtschaft, Holzrohstoffmonitoring, Holzwerkstoffindustrie – Kapazitätsentwicklung und Holzrohstoffnutzung im Jahr 2010. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2012.

MANTAU, U.; WEIMAR, H.; KLOCK, T. (2012b): Standorte der Holzwirtschaft - Holzrohstoffmonitoring. Altholz im Entsorgungsmarkt – Aufkommens- und Vertriebsstruktur 2010. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2012.

MANTAU, U. (2012c): Energieholzverwendung in privaten Haushalten. Marktvolumen und verwendete Holzsortimente - Abschlussbericht. Hamburg, 2012.

MANTAU, U.; MÖLLER, B.; JOCHEM, D. (2012e): Standorte der Holzwirtschaft - Holzrohstoffmonitoring. Die energetische Nutzung von Holz in kommunalen und gewerblichen Kleinanlagen (GHD) - Biomasseheizkraftwerke unter 1 MW im Jahr 2010 -. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2012.

MANTAU, U.; JOCHEM, D. (2012f): Standorte der Holzwirtschaft - Holzrohstoffmonitoring. Holzverwendung in Müllverbrennungsanlagen, Kohlekraftwerken und Zementwerken im Jahr 2010. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2012.

MANTAU, U. (2012g): Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015, Hamburg, 2012, 65 S.

Mantau (2012h): Grundlagen der Holz- und Forstwirtschaft (Vorlesung)

MANTAU, U.; SÖRGEL, C., WEIMAR, H. (2007): Holzrohstoffbilanz Deutschland. Bestandsaufnahme 1987 bis 2007. Ergebnisbericht. Hamburg, 2007, 66 S.

WEIMAR, H.; MANTAU, U. (2006): Standorte der Holzwirtschaft. Einsatz von Holz in Biomasse und Holzfeuerungsanlagen. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2006, 25 S.

Weimar, H. (2008): Empirische Erhebungen im Holzrohstoffmarkt am Beispiel der neuen Sektoren Altholz und Großfeuerungsanlagen. Frankfurt a M; Berlin; Bern: Lang, 252 Seiten, Hamburg, Univ, Diss, Sozialwissenschaftliche Schriften zur Forst- und Holzwirtschaft 9, deutsch

WEIMAR, H.; MANTAU, U. (2008): Standorte der Holzwirtschaft. Altholz im Entsorgungsmarkt - Aufkommens- und Vermarktungsstruktur. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft. Hamburg, 2008, 22 S.

WEIMAR/DÖRING/MANTAU (2012): Standorte der Holzwirtschaft. Die energetische Nutzung von Holz in Biomasseanlagen über 1 MW im Jahr 2010. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft. Hamburg, 2010, vorläufige Ergebnisse.

Statistisches Bundesamt; Umweltbundesamt; (Warennummern: Holzabfälle und Holzausschuss, auch zu Pellets, Briketts, Scheiten oder ähnlichen Formen gepresst, bis 1987: 4401 909, bis 1992: 4401 30 909, ab 1993: 4401 30 90, aktualisiert ab 2008 (2007 hierzu identisch als Holzabfälle (ex 440130; 450190); grenzüberschreitende Abfallverbringung Holzabfälle (ex 440130; 450190

SCHADE, V. (2013): Forst und Holz 2012 Deutschland. B+L Marktbilanz. Hrsg. Zukunft Holz GmbH, Berlin.

ZMP-Marktbilanz, Hrsg. ZMP Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH. Diverse Ausgaben zwischen 2000 und 2007

13.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Zusammenfassung der Verbrauchs- und Handelsmengen (2012)	7
Tabelle 3-1: Holzrohstoffbilanz – Vergleich 2005 mit 2010	13
Tabelle 3-2: Umrechnungsfaktoren nach Sortimenten und Maßeinheiten	14
Tabelle 3-3: Einfluss des Wassergehaltes auf die Umrechnungsfaktoren	15
Tabelle 3-4: Grundlagen zur Ableitung von Umrechnungsfaktoren für Energie- und Holzmaßeinheiten	16
Tabelle 3-5: Berechnete Umrechnungsfaktoren von Energie- und Holzmaßeinheiten	16
Tabelle 3-6: Gerundete Umrechnungsfaktoren von Energie- und Holzmaßeinheiten (Faustzahlen)	17

13.5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Energieholzumsatz nach Sortimenten in Mio. Euro	6
Abbildung 2-2: Entwicklung des Energieholzumsatzes in privaten Haushalten in Mio. €	8
Abbildung 2-3: Entwicklung des Energieholzumsatzes in BMA über 1 MW in Mio. €	9
Abbildung 2-4: Entwicklung des Energieholzumsatzes in BMA unter 1 MW in Mio. €	9
Abbildung 2-5: Verbrauchte und gehandelte Energieholzbrennstoffe in Mio. m ³	10
Abbildung 2-6: Umsatz der Energieholzsortimente in Mio. €	11
Abbildung 2-7: Energieleistung der gehandelten Holzsortimente in Terawattstunde (TWh)	12
Abbildung 4-1: Beschaffungswege der privaten Haushalte für Scheitholz (2007)	18
Abbildung 4-2: Entwicklung der Beschaffungskanäle für Scheitholz in Mio. m ³ (s)	19
Abbildung 4-3: Preisentwicklung der Scheitholzbeschaffung [€/m ³ (s) ohne MWSt.]	20
Abbildung 4-4: Umsatzentwicklung in Mio. €	22
Abbildung 5-1: Derbholzverwendung in Biomasseanlagen in Mio. m ³	23
Abbildung 5-2: Waldhackschnitzelpreise für Heiz(kraft)werke nach Anlagengröße im Jahr 2006	24
Abbildung 5-3: Derbholzpreisentwicklung unter Berücksichtigung der Anlagengröße in €/ m ³	25
Abbildung 5-4: Derbholzumsatz in Biomasseanlagen in Mio. € ohne MWSt.	26
Abbildung 5-5: Preisentwicklung von Waldhackschnitzeln in Tonne und Kubikmeter	28
Abbildung 6-1: Preisentwicklung von Rinde und Landschaftspflegematerial in €/m ³ (s) ohne Mehrwertsteuer	29
Abbildung 7-1: Preisentwicklung von Waldhackschnitzeln und Landschaftspflege-material in €/m ³ ohne Mehrwertsteuer	30
Abbildung 8-1: Sortimente der Sägenebenprodukte	31
Abbildung 8-2: Marktvolumen und Vertrieb von Sägenebenprodukten	32
Abbildung 8-3: Preisentwicklung von Sägenebenprodukten in €/m ³ ohne Mehrwertsteuer	33
Abbildung 8-4: Umsatzentwicklung von Sägenebenprodukten, Kurzumtriebsplantagen und Landschaftspflegematerial in Mio. € ohne Mehrwertsteuer	34
Abbildung 10-1: Entwicklung der Verbrauchsmengen von Pellets und Briketts in Mio. m ³ (s)	35
Abbildung 10-2: Preisentwicklung von Energieholzprodukten in €/m ³ ohne Mehrwertsteuer	36
Abbildung 10-3: Umsatzentwicklung von Energieholzprodukten in Mio. € ohne Mehrwertsteuer	37
Abbildung 11-1: Aufkommensanteile der Altholzkategorien, insgesamt	38
Abbildung 11-2: Aufkommensanteile der Altholzkategorien, energetische Nutzung	39
Abbildung 11-3: Entwicklung der Inlandsverfügbarkeit von Altholz in Mio. m ³ (s)	40
Abbildung 11-4: Preisentwicklung von Altholz in €/ t lutro ohne Mehrwertsteuer	41
Abbildung 11-5: Umsatzentwicklung von Altholz zur energetischen Nutzung in Mio. € ohne Mehrwertsteuer (frei Verwerter)	42