



Herausgeber:  
Dieter Murach, Lisa Knur und Mareike Schultze

Alle Rechte vorbehalten, Verlag Kessel, November 2008

Verlag  
Dr. Norbert Kessel  
Eifelweg 37  
53424 Remagen-Oberwinter  
E-Mail: [nkessel@web.de](mailto:nkessel@web.de)  
Homepage: [www.verlagkessel.de](http://www.verlagkessel.de)

Druckerei  
Druckerei Sieber  
Rübenacher Str. 52  
56220 Kaltenengers  
Homepage: [www.business-copy.com](http://www.business-copy.com)

**ISBN: 978-3-941300-05-7**

# DENDROM – Zukunftsrohstoff Dendromasse

Systemische Analyse, Leitbilder und Szenarien für die nachhaltige energetische und stoffliche Verwertung von Dendromasse aus Wald- und Agrarholz

Endbericht  
November 2008  
Eberswalde, Berlin, Cottbus

Das diesem Bericht zugrunde liegende Verbundvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 0330580 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.



DENDROM - Koordinationsbüro  
Fachhochschule Eberswalde, FB Wald & Umwelt  
Tel: +49.(0)3334.65.466 Alfred-Möller-Str. 1, D-16225 Eberswalde  
Fax: +49.(0)3334.65.428  
[www.dendrom.de](http://www.dendrom.de)  
[dendrom@fh-eberswalde.de](mailto:dendrom@fh-eberswalde.de)

## Autoren



Dieter Murach, Lisa Knur, Yasmin Murn, Holger Hartmann, Przemyslaw Walotek, Klaus Günther-Dieng



Astrid Aretz, Jan-Philipp Schägner, Michael Steinfeldt, Bernd Hirschl, Martina Kolarek



Ansgar Quinkenstein, Bernd Schultze, Holger Grünewald, Jens Wöllecke, Bernd Uwe Schneider, Reinhard F. Hüttl



Alexander Muchin, Gernod Bilke, Ramona Böge



Heiko Hagemann, Andreas Schulte



Mareike Schultze, Paul Fiedler



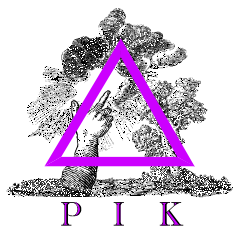
Philipp Grundmann, Volkhard Scholz, Jörg Eberts, Felipe R. Lorbacher, Christine Idler, Hendrik Spikermann, Peter Kaulfuß, Gerhard Brankatsch



Dieter Bräkow, Eberhard Oettel



Hubert Jochheim



Joachim Rock

---

**Assoziierte Partner**

Volkswagen AG (VW)

Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (HeRo)

Energieholz Dr. Falk Brune

Choren Biomass GmbH (CHOREN)

Brandenburgische Energie Technologieinitiative (eti)

Energieholz Dr. Falk Brune

Gut Lindhorst KG

Landwirtschaftlicher Betrieb Bernhard und Michael Kloas

Sehr geehrte Damen und Herren,

nach drei kurzweiligen Jahren freuen sich die Projektpartner von DENDROM, ihre Ergebnisse präsentieren und zur Diskussion stellen zu können.

Zum ersten Mal konnten Daten zu Potenzialen holzartiger Biomasse aus der Land- und Forstwirtschaft mit hoher räumlicher Auflösung generiert und in Szenarien und Strategien umgesetzt werden, die die unterschiedlichsten Randbedingungen auf der Angebots- und Nachfrageseite berücksichtigen. Dazu war eine intensive Zusammenarbeit aller Arbeitsgruppen erforderlich. Der interdisziplinäre Ansatz von DENDROM war nicht nur auf die Antragsphase beschränkt. Die einzelnen Arbeitsgruppen waren dabei so stark aufeinander angewiesen und miteinander verzahnt, dass das Endergebnis dieser Zusammenarbeit sich uns selbst erst unmittelbar vor Projektende in vollem Umfang offenbarte, als die einzelnen Mosaiksteinchen sich zu einem Gesamtbild formten. Das Ergebnis war für uns alle eine kleine Überraschung: Konnte man vielleicht die geringen Reserven an geringwertigen Holzsortimenten für die energetische Verwendung aus dem Wald noch vermuten, so hatte wohl keiner ein so hohes Dendromassepotenzial im Agrarholzsektor für möglich gehalten.

DENDROM kann mit seinen Ergebnissen einen wichtigen und längst überfälligen Beitrag zur aktuellen Bioenergiediskussion liefern, die geprägt ist von der Konkurrenz des Energiepflanzenanbaus zur Nahrungsmittelproduktion, und die Potentiale, die im Anbau von Agrarholz gerade auch unter Klimaschutz- und Klimaanpassungsaspekten stecken, bisher völlig außer Acht lässt.

Dass DENDROM ein aktuelles Thema aufgegriffen hat und mit einer breiten Öffentlichkeit kommunizieren konnte, wird durch die Vielzahl an Veranstaltungen belegt, auf denen unser Projekt vertreten war. Dazu gehörten als Höhepunkte die aktive Teilnahme am Tag der Umwelt 2007 bei Bundespräsident Köhler, an der Tagung Lissabon to Leipzig 2007, eine Veranstaltung des BMBF im Rahmen der EU-Ratspräsidentschaft mit Schirmherrin Bundeskanzlerin Merkel und die Auswahl für die High-Tech-Strategie des BMBF. Auch im politischen und Verwaltungsbereich konnte sich DENDROM platzieren: Die Partner von DENDROM haben ein Gutachten für den Deutschen Bundestag über die Dimensionen einer umweltverträglichen Energiepflanzenproduktion angefertigt, die Regierung in Brandenburg bei der Ansiedlung von CHOREN beraten und mit ihr die Planung eines 1000 ha-Agrarholz-Pilotprojektes in Angriff genommen.

DENDROM hat somit auch seinen transdisziplinären Auftrag erfüllen können und hofft, ihn in Zukunft noch intensivieren zu können, wenn es an die Realisierung eines Pilot- und Demonstrationsprojektes für den Agrarholzanbau in Brandenburg geht.

Der intensive interdisziplinäre Ansatz des Projektes war eine große Herausforderung für jeden Einzelnen, die überwiegend gerne angenommen wurde. Dafür gehört der Dank des Projektleiters und der wissenschaftlichen Steuergruppe allen Projektpartnern. Ohne den persönlichen Einsatz eines jeden Einzelnen, oft bis über die Grenzen des Zumutbaren hinaus, wären die Ergebnisse nicht zustande gekommen. Ich denke dabei auch insbesondere an die Endphase des Projektes. In diesem Zusammenhang gehört der besondere

---

Dank auch dem Koordinationsteam von DENDROM. Stellvertretend für dieses Team geht der Dank dabei besonders an Fr. Lisa Knur, die das Projektmanagement über die gesamte Laufzeit leitete und den interdisziplinären und transdisziplinären Ansatz des Projektes wesentlich geprägt hat. Stellvertretend für alle Verbundpartner geht der Dank auch an die einzelnen Institutionen, die das Projekt in der Verwaltung unterstützt haben.

Bleibt nur noch der abschließende herzliche Dank an das Bundesministerium für Bildung und Forschung für die finanzielle Förderung des Projektes, an das Umweltforschungszentrum Leipzig für die wissenschaftliche Begleitung des Verbundes und ganz besonders auch an den Projektträger Jülich, der uns in allen Belangen unterstützt und für Lösungen in Problemfällen gesorgt hat.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Knur', is positioned on the left side of the page.

---

**Inhalt**

A.	Holznachfrage zur energetischen Verwendung in Brandenburg.....	1
B.	Dendromasse-Zukunftsprodukte.....	9
C.	Rechtliche und administrative Rahmenbedingungen für die Dendromasseproduktion und -nutzung in Brandenburg .....	43
D.	Cluster Forst- und Holzwirtschaft in Brandenburg .....	69
E.	Ertragsmodelle für landwirtschaftliche Dendromasse.....	93
F.	Nachhaltige Potenziale von Dendromasse .....	117
G.	Betriebswirtschaftliche Bewertung von Pflanz-, Ernte- und Lagerungstechnologien.....	151
H.	Betriebliche und regionale Entscheidungsmodelle .....	217
I.	Anbau- und Nutzungsstrategien von Dendromasse .....	237
J.	Konditionierung von Dendromasse für die Erzeugung von synthetischen Kraftstoffen ....	255
K.	Modelle für die logistische Bereitstellung von Dendromasse auf regionaler Ebene .....	291
L.	Landschaftsökologische Aspekte der Dendromasseproduktion – Analyse und Bewertung von Risiken und Vorteilswirkungen .....	317
M.	Monetäre Bewertung ökologischer Leistungen des Agrarholzanbaus .....	345
N.	Ökologische Bewertung des Zukunftsrohstoffs Dendromasse .....	371
O.	Szenarien und Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Dendromassebereitstellung in Brandenburg .....	387



---

Anhang F.1 Flächenpotenziale für Agrarholz je Gemeinde .....	436
Anhang H.1 Matrixdarstellung des Ressourcennutzungsmodells .....	445
Anhang J.1 Massenstrom- Volumenstrom- und Energie-Bilanzen von Bereitstellungsketten...	446
Anhang N.1 Wirkungskategorien in Ökobilanzstudien .....	450
Anhang N.2 Umweltwirkungen zur Erzeugung von BtL-Dieselmkraftstoff.....	452
Anhang N.3 Umweltwirkungen zur Erzeugung Wärme in einem 1MWth-Heizwerk .....	456
Anhang N.4 Herstellung von BtL-Kraftstoff unter dem Aspekt von verschiedenen Logistikketten und TWA's.....	458
Anhang N.5 Erzeugung von Heizenergie (Warmwasser) durch verschiedene Systeme .....	460
Anhang N.6 Erzeugung von Elektroenergie durch verschiedene Systeme.....	464
Anhang N.7 Herstellung von 1 kWh Energiegehalt von Kraftstoff bzw. 1 kWh Wärme bzw. 1 kWh Slurry.....	468
Anhang N.8 Annahmen zu Gutschriften etc. ....	471
Anhang O.1 Ableitung eines zukünftigen Ölpreispfades .....	473
Anhang O.2 Flächenbezug für die Ausweisung von Produktionsflächen .....	474
Anhang O.3 Gewinnbeiträge für Agrarholz und Fruchtfolge je LBG und TWA .....	487
Anhang O.4 Energiegewinn durch Agrarholz und durch krautige Kulturen .....	491
Anhang O.5 Ableitung von Hackschnitzelpreisen.....	497
Anhang O.6 Agrarholzpoteziale im Land Brandenburg nach Szenarien .....	498



## A. Holznachfrage zur energetischen Verwendung in Brandenburg

H. Hagemann (Wald-Zentrum, WWU Münster)

Kontakt: heiko.hagemann@wald-zentrum.de

### 1 Einleitung

In den vergangenen Jahren haben die Diskussion um den Klimaschutz, die Endlichkeit fossiler Energieträger und steigende Preise für diese dazu geführt, dass erneuerbare Energien gesellschaftlich wie politisch wieder zunehmend Berücksichtigung finden (Schulte 2007, Wenzelides & Hagemann 2007). Unter anderem wurden verschiedene Fördermechanismen wie das Marktanzreizprogramm des Bundes (MAP) oder das Gesetz über den Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) etabliert, die maßgeblich zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland beigetragen haben. Insbesondere im Wärmebereich und in gewissem Umfang auch im Stromsektor spielt Holz als nachwachsender Energieträger inzwischen eine zentrale Rolle (BMU 2007). Einhergehend mit dem Ausbau der Energieerzeugung hat sich auch die Nachfragemenge am Holzmarkt in den vergangenen Jahren erheblich erhöht, so dass die energetischen Holzverwerter inzwischen bundesweit eine etablierte Nachfragegröße darstellen.

### 2 Anlagen zur energetischen Nutzung von Holz in Brandenburg

Entsprechend der rechtlich vorgegebenen Zuständigkeit lässt sich bei einer Feuerungswärmeleistung (FWL) von 1 Megawatt (MW) die Grenze zwischen Groß- und Kleinanlagen ziehen. Bis 999 Kilowatt (kW) FWL sind die Schornsteinfeger für die Abnahme und bei Festbrennstoffanlagen ab 15 kW auch für eine wiederkehrende Überprüfung der Anlagen zuständig. Über dieser Grenze ist das Landesumweltamt Genehmigungsbehörde für die entsprechenden Anlagen. Der Anlagenbestand wird somit auch in unterschiedlichen Statistiken geführt.

Die Erfassung und Befragung der Anlagen ab 1 MW Feuerungswärmeleistung erfolgten im Rahmen des Moduls „Clusteranalyse“ durch das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung.

#### 2.1 Anlagenbestand ab 1 MW FWL

Zur Ermittlung der Anlagenanzahl ab 1 MW FWL wurden die Daten aus der Emissionserklärungen im Land Brandenburg für das Bezugsjahr 2004 herangezogen (MLUV 2007) und um Anlagen aus der Studie „Analyse der naturalen Basis der weiteren Entwicklung der energetischen Nutzung in Brandenburg“ im Auftrag der Energie Technologie Initiative Brandenburg (ETI) erweitert (Bilke et al. 2007). Allerdings sind in Bilke et al. (2007) nur Biomasse(Heiz-) Kraftwerke ab 1 MW<sub>th</sub> anlagenscharf aufgeführt und keine reinen Wärme erzeugenden Anlagen erfasst. Daher sind Biomasseheizwerke in diesem Leistungsbereich, die nach 2004 in Betrieb gegangen sind, nicht erfasst. Die Werte sind somit als Mindestanzahl zu sehen. Die entsprechenden Anlagenkennzahlen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

**Tabelle1:** Bestand an Anlagen zur energetischen Verwertung von Holz ab einer Feuerungswärmeleistung von 1 Megawatt im Land Brandenburg (Bilke et al. 2007, MLUV 2007) einschließlich der Leistungs- und Brennstoffbedarfsangaben

	Energiewandlungsform der Anlage	
	Heizkraftwerke	Heizwerke
Anzahl der Anlagen	18	22
Feuerungswärmeleistung [Megawatt (MW)]	733	k. A. (min. 150 MW)
Thermische Leistung [MW <sub>th</sub> ]	k.A.	k.A.
Elektrische Leistung [MW <sub>el</sub> ]	145	-
Eingesetzte Holzmenge [t <sub>atro</sub> ]	1.070.000	k.A. (min. 185.000 t <sub>atro</sub> )

Der Brennstoffeinsatz in diesen Anlagen lässt sich aus den verfügbaren Angaben auf mindestens rund 1 Mio. t<sub>atro</sub> pro Jahr beziffern.

#### 2.2 Anlagenbestand bis 999 kW FWL

Im Bereich der Feuerungsanlagen unter 1 MW FWL sind die Schornsteinfeger die zuständige Institution und führen die entsprechenden Anlagenstatistiken. Auf Anfrage des Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz erfolgte durch den Landesinnungsverband des Schornsteinfegerhandwerks eine Auswertung dieser Daten. In Tabelle 2 ist der Anlagenbestand für das Jahr 2006 unterteilt in drei Leistungsklassen für das Land Brandenburg zusammengestellt (Fischer 2006, Bilke et al. 2007).

**Tabelle 2:** Feuerungsanlagen unter 1 Megawatt Feuerungswärmeleistung in Brandenburg untergliedert nach eingesetztem Holzbrennstofftyp und Leistungsbereich in Kilowatt (kW) (Fischer 2006, Bilke et al. 2007)

Leistung	Anzahl der Anlagen, die mit dem Brennstoff befeuert werden			
	Pellets	Hackschnitzel	Stückholz	Summe
bis 15 kW	266	46	222.262	222.574
15 -99 kW	115	84	33.160	33.359
> 100 kW	18	82	171	271
Gesamt	399	212	255.593	256.204

Zum Holzeinsatz in den Anlagen unter 1 MW FWL liegen keine Datenerhebungen vor. Er wurde jedoch durch Bilke et al. (2007) basierend auf Ergebnissen einer Studie aus Hessen (Projektgemeinschaft Biorohstoffe 2005) eingeschätzt (Tabelle 3). Zu unterscheiden sind der reale Holzeinsatz, der berücksichtigt, dass es sich insbesondere bei den Stückholzanlagen und hier v. a. bei denen unter 15 kW Leistung teilweise um zusätzliche Heizungsanlagen zu bestehenden Zentralheizungen handelt und der potenzielle Holzverbrauch, bzw. der maximal mögliche Holzverbrauch, der stark von den Brennstoffpreisen abhängt.

**Tabelle 3:** Holzverbrauchsmengen der Kleinf Feuerungsanlagen in Brandenburg (Bilke et al. 2007)

Leistung	Holzverbrauchsmenge [ $\text{m}^3(\text{f}) \text{a}^{-1}$ ]					
	Pellets		Hackschnitzel		Stückholz	
	real	potenziell	real	potenziell	real	potenziell
bis 15 kW	3.000	3.700	500	700	350.000	2.653.000
15 -99 kW	4.800	5.400	3.600	4.000	55.000	1.319.000
> 100 kW	3.000	3.350	13.000	15.000	8.000	27.000
Gesamt	10.800	12.450	17.100	19.700	413.000	3.999.000

Die Zahlen zum Anlagenbestand wie auch zum Holzeinsatz verdeutlichen, dass die mengenmäßig größte Bedeutung Stückholzanlagen unter 15 kW Nennwärmeleistung haben. In ihnen wird mit rund 80% der mit Abstand größte Anteil am Gesamtbrennstoffeinsatz der Kleinf Feuerungsanlagen eingesetzt. Hierbei handelt es sich im Regelfall um Einzelfeuerstätten in Privathaushalten, die zusätzlich zu bestehenden Heizungen genutzt werden.

### 3 Befragung von gewerblichen Betreibern von Energieumwandlungsanlagen

Bei der Befragung der Akteursgruppe „Betreiber von Energieumwandlungsanlagen“ im Rahmen der Clusteranalyse wurden 25 Betreiber von insgesamt 27 Anlagen, in denen Dendromasse als Brennstoff eingesetzt wird, befragt. Die wichtigsten Anlagenkenngrößen zu den in den Befragungen integrierten Anlagen sowie die der Anlagen, die im Rahmen der Emissionserklärung 2004 Angaben gemacht haben, sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

**Tabelle 4:** Übersicht über die Kennwerte der in der Befragung erfassten Anlagen und der in der Emissionserklärung für 2004 aufgeführten Anlagen in Brandenburg > 1 MW Feuerungswärmeleistung

	In der Befragung erfasste Anlagen			Anlagen in Brandenburg > 1 MW <sub>th</sub>	
	(Heiz-)Kraftwerke	Heizwerke > 1MW <sub>th</sub> )	Heizwerke < 1 MW <sub>th</sub>	Heizkraftwerke	Heizwerke
Anzahl der Anlagen	9	15	3	18	22
Feuerungswärmeleistung [MW]	413	38	2	733	k.A. <sup>1</sup>
Therm. Leistung [MW <sub>th</sub> ]	135	28	2	k.A.	k.A.
Elektr. Leistung [MW <sub>el</sub> ]	102	-	-	145	-
Eingesetzte Holzmenge [ $\text{t}_{\text{atro}}$ ; n = 22]	701.782	12.000*	804	1.070.000	k.A. <sup>2</sup>

\* Fünf Betreiber von Heizwerken haben keine Angabe zu der eingesetzten Holzmenge gemacht.

1 Mindestens aber 150 MW FWL.

2 Mindestens aber 185.000 t<sub>atro</sub>

### 3.1 Umsätze und Beschäftigte

Es zeigten 14 Unternehmen Bereitschaft, Auskunft über ihren Umsatz im Jahr 2005 zu geben, wobei 11 dieser Unternehmen aus dem Betrieb der Energieumwandlungsanlage keine Erlöse durch die Veräußerung von Energie erzielen, sondern diese ausschließlich für den eigenen Bedarf an (Prozess-)Wärme betreiben. Bei den restlichen drei Unternehmen liegen die Umsätze zwischen 10.000 € und 11 Mio. €, was die erheblichen Unterschiede in der Unternehmensgröße widerspiegelt. Das gesamte Umsatzvolumen beträgt für die 14 Unternehmen ca. 13 Mio. €.

Bezüglich der Mitarbeiter ergibt sich ein ähnliches Bild. Während in den Unternehmen, die die Anlage für den Eigenbedarf betreiben, im Bereich Biomasse nur 0-3 Personen beschäftigt sind und sich dies in Zukunft voraussichtlich auch nicht verändern wird, arbeiten in den auf den Betrieb von Energieumwandlungsanlagen spezialisierten Unternehmen 4-56 Personen. Nur ein Unternehmen erwartet in den nächsten 5 Jahren einen Zuwachs an Mitarbeitern um etwa 30%. Insgesamt sind mit der Betreuung der Anlagen und im Bereich Biomasse in den befragten 25 Unternehmen derzeit 175 Personen beschäftigt.

### 3.2 Brennstoffeinsatz nach Holzsortimenten

Tabelle 5 führt den Brennstoffeinsatz der erfassten Anlagen differenziert nach den Holzsortimenten Altholz, Industrierestholz, Waldholz, Landschaftspflegeholz, Rinde, Sägerestholz und Sonstiges auf. Zum Vergleich mit der Gesamtsituation in Brandenburg erfolgte wiederum eine Auswertung der Emissionserklärung (2004) sowie den Daten nach Bilke et al. (2007) hinsichtlich der Angaben zum Brennstoffeinsatz. In der Emissionserklärung (2004) wird häufig das Sortiment Holz angegeben. Dies ist aufgrund fehlender Informationen ohne eine genauere Zuordnung übernommen worden.

**Tabelle 5:** Brennstoffeinsatz nach Holzsortimenten. Angaben für insgesamt 34 Anlagen aus den Befragungen und aus der Emissionserklärung 2004.

	In der Befragung erfasste Anlagen		Anlagen in Brandenburg > 1 MW <sub>th</sub>	
	Eingesetzte Holzmenge [t <sub>atro</sub> ]	Anteil am gesamten Holzeinsatz [%]	Eingesetzte Holzmenge [t <sub>atro</sub> ]	Anteil am gesamten Holzeinsatz [%]
Altholz	350.512	50	606.237	48
Industrierestholz	97.384	14	195.034	16**
Waldholz	115.359	16	51.202	4
Landschaftspflegeholz	81.931	11	k.A.	k.A.
Rinde	68.825	9	67.089	5
Sägerestholz	560	< 0,1	6.195	< 1
Sonstiges	15	< 0,01		
Holz			330.923	26
Gesamt	714.586	100	1.256.680	100

### 3.3 Räumliche Herkunft der verschiedenen Holzsortimente

Für die verschiedenen Holzsortimente wurde die räumliche Herkunft ermittelt. Die noch weiter differenzierten Zuordnungsmöglichkeiten sind zur Vereinfachung den in der Tabelle 6 genannten räumlichen Bezugseinheiten zugeordnet. In dieser Zusammenstellung sind die drei Holzsortimente Altholz, Waldholz und Landschaftspflegeholz aufgeführt.

Für die verbleibenden Holzsortimente wurde auf eine Darstellung der Ergebnisse verzichtet, da das in den Anlagen eingesetzte Sägerestholz ausschließlich aus dem Land Brandenburg bezogen wird, Industrierestholz bzw. interne Abfälle, immer aus der eigenen Firma stammen und die eingesetzte Menge an sonstiger Dendromasse als nicht relevant einzustufen ist. Rinde wird zu 94% aus dem eigenen Betrieb bezogen, es handelt sich demnach eigentlich auch um interne Abfälle, die restlichen 6% stammen aus dem eigenen Landkreis.

### 3.4 Bezug der verschiedenen Holzsortimente

Eine weitere Frage zielte auf den Bezug des Brennstoffs ab, wobei als Antwortmöglichkeiten öffentliche Forstverwaltungen, Privatwald, Selbstwerbung durch eigene Holzbeschaffungsorganisationen, Holzhandel, Holz verarbeitende Betriebe, Entsorgungsunternehmen und sonstige Quellen gegeben waren. Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse für die Holzsortimente Altholz, Waldholz und Landschaftspflegeholz. Es wurde wiederum auf eine Darstellung der restlichen Ergebnisse verzichtet. Sägerestholz stammt zu 100% aus holzverarbeitenden Betrieben, Industrierestholz, bzw. interne Abfälle, werden von der eigenen Firma zur Verfügung gestellt, Rinde wird zu 94% aus der eigenen Firma bezo-

gen, die restlichen 6% stammen von holzverarbeitenden Betrieben, Entsorgungsunternehmen und dem Holzhandel. Die Menge an sonstiger Dendromasse ist mit  $15 \text{ t}_{\text{atro}}$  nicht relevant.

**Tabelle 6:** Betreiberangaben zur regionalen Herkunft der Brennstoffsortimente Waldholz, Altholz und Landschaftspflegeholz

Regionale Zuordnung	Waldholz		Altholz		Landschaftspflegeholz		Summe	
	$t_{\text{atro}}$	%	$t_{\text{atro}}$	%	$t_{\text{atro}}$	%	$t_{\text{atro}}$	%
Land Brandenburg	105.313	91,3	60.703	17,3	48.191	58,8	214.207	39,1
benachbarte Bundesländer	10.046	8,7	29.160	8,3	17.445	21,3	56.651	10,3
übrige Bundesländer	-	-	38.940	11,1	16.295	19,9	55.235	10,1
übriges Europa	-	-	9.720	2,8	-	-	9.720	1,8
Einzugsradius 250 km	-	-	65.000	18,5	-	-	65.000	11,9
Einzugsradius 1.000 km	-	-	146.989	42,0	-	-	146.989	26,8
Gesamtanteile	115.359	21,1	350.512	64,0	81.931	14,9	547.802	100,0

**Tabelle 7:** Betreiberangaben zu den Bezugswegen für die Holzsortimente Waldholz, Altholz und Landschaftspflegeholz

Bezugsquelle	Waldholz		Altholz		Landschaftspflegeholz		Summe	
	$t_{\text{atro}}$	%	$t_{\text{atro}}$	%	$t_{\text{atro}}$	%	$t_{\text{atro}}$	%
Öffentliche Forstverwaltungen	53.940	46,8	-	-	-	-	53.940	9,8
Holzhandel	21.036	18,2	19.500	5,6	65.465	79,9	106.001	19,4
Selbstwerbung	30.000	26,0	-	-	10.800	13,2	40.800	7,4
Entsorgungsunternehmen	23	-	213.739	60,9	803	1,0	214.565	39,2
Sonstige Quelle	9.240	8,0	117.273	33,5	4.863	5,9	131.376	24,0
Keine Angaben	1.120	1,0	-	-	-	-	1.120	0,2
Gesamtanteile	115.359	21,1	350.512	64,0	81.931	14,9	547.802	100,0

### 3.5 Pelletierwerke

In Brandenburg existieren derzeit zwei Pelletierwerke, die etwa 160.000 t/a Pellets produzieren (vgl. [www.eti-brandenburg.de](http://www.eti-brandenburg.de)). Ein weiteres Werk befindet sich in der Planungsphase, in dem etwa 32.000 t/a hergestellt werden sollen (eigene Datenerhebung).

### 3.6 Angaben zu geplanten Anlagen

Drei der Betreiber gaben an, weitere Anlagen in Brandenburg zu planen. In allen Fällen handelt es sich um Heizkraftwerke mit einer gesamten elektrischen Leistung von  $3,3 \text{ MW}_{\text{el}}$  und einem erwarteten Holzeinsatz von insgesamt  $51.000 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ a}^{-1}$  Waldholz, wobei bezüglich des Holzeinsatzes nur zwei der Betreiber eine Angabe machten. Das Holz wird voraussichtlich aus der näheren Umgebung bezogen (Einzugsradius  $< 100 \text{ km}$ ).

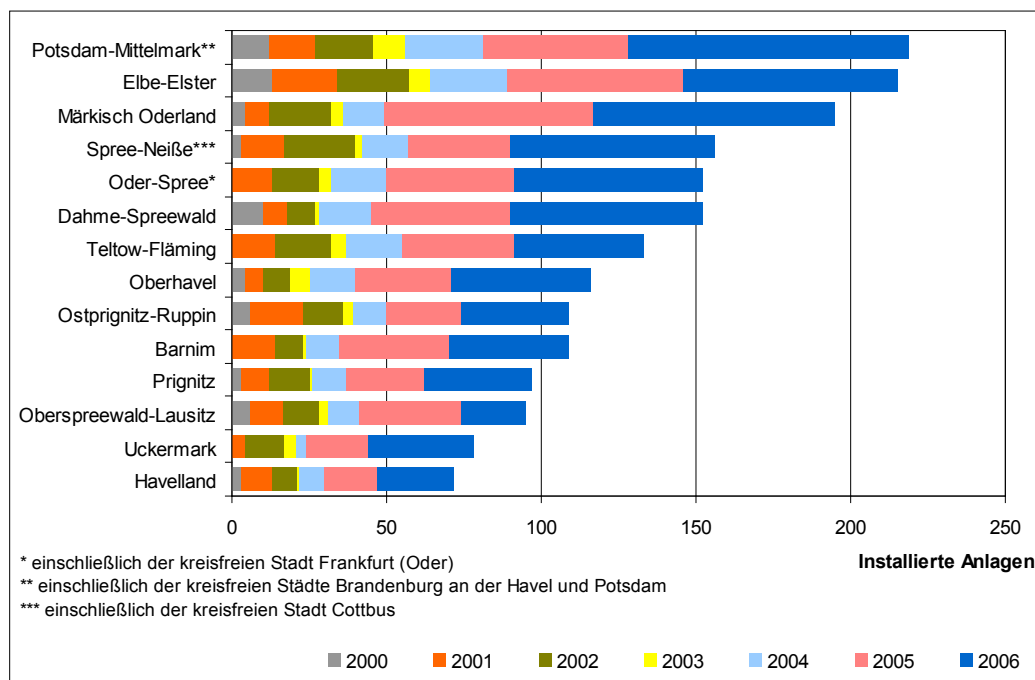
### 3.7 Wichtige Erkenntnisse aus den Befragungen

Bei den befragten gewerblich betriebenen Anlagen ist Waldholz mit  $115.359 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ a}^{-1}$  nach Altholz der wichtigste eingesetzte Brennstoff. In den Angaben aus der Emissionserklärung 2004 hat der Waldholzeinsatz ebenfalls eine hohe mengenmäßige Bedeutung liegt jedoch hier noch hinter dem Industrierestholz an dritter Stelle der eingesetzten Holzbrennstoffe (siehe Tabelle 5). Ob sich die Ergebnisse der Befragungen aus den Jahren 2006 und 2007, dass Waldholz inzwischen eine größere Bedeutung hat, als Industrierestholz, verallgemeinert werden können, lässt sich jedoch abschließend nicht beurteilen, da genaue Angaben zur Grundgesamtheit des aktuellen Anlagenbestand in Brandenburg fehlen. Bei den Kleinanlagen erfolgt der größte Brennstoffeinsatz in Stückholzfeuerungsanlagen (Tabelle 3). Solches Holz wird im Regelfall aus Waldholz (Industrieholzdimensionen oder Starkholzkronen) produziert. Rechnet man die in Tabelle 3 angegebenen  $413.000 \text{ m}^3(\text{f}) \text{ a}^{-1}$  näherungsweise mit einem Faktor von 0,5 in  $t_{\text{atro}}$  um, ergibt sich ein jährlicher Brennstoffbedarf von rund  $206.500 \text{ t}_{\text{atro}}$ .

Berücksichtigt man zusätzlich den hochgerechneten Waldholzeinsatz in den Anlagen über 1 MW FWL von rund 206.000 t<sub>atro</sub> a<sup>-1</sup> (vgl. Tabelle 5), wird deutlich, dass die energetische Holznutzung mit geschätzten über 410.000 t<sub>atro</sub> eine signifikante Nachfragegröße am Waldholzmarkt darstellt.

#### 4 Konflikt zwischen stofflicher und energetischer Holznutzung

Sowohl im Bereich der stofflichen wie auch der energetischen Verwertung von Holz sind in den vergangenen Jahren erhebliche Kapazitäten aufgebaut worden. Für den Bereich der energetischen Holznutzung in Brandenburg verdeutlichen dies der unter 2.1 aufgeführte Anlagenbestand sowie die in Abbildung 1 dargestellte Entwicklung der Inanspruchnahme von Fördermitteln aus dem Marktanzreizprogramm (MAP) des Bundes.



**Abbildung 1:** Installation MAP-geförderter Anlagen in den 14 Flächenkreisen Brandenburgs (Kreisfreie Städte zugeordnet) zwischen 2000 und 2006 (BAFA 2007)

Durch den Umstand, dass die bisherige Nutzung unterschätzt und im Umkehrschluss die noch frei verfügbaren bzw. mit geringem Aufwand mobilisierbaren Holz mengen überschätzt wurden, kam es vermehrt zum Ausbau von Verarbeitungskapazitäten im Bereich der stofflichen und energetischen Holznutzung. Durch diese Fehleinschätzungen kommt es zunehmend zu einer Verknappung des Rohstoffes Holz (Bilke et al. 2007; Mantau 2006; Muchin et al. 2006; Bemann 2006). Die hieraus resultierende Konkurrenzsituation, die sich sowohl auf den Industrieholz (Scheitholzproduktion) wie auch Sägerestholz (Pelletproduktion und Hackschnitzelfeuerungsanlagen) bezieht, lässt sich auch in Brandenburg finden. So war im Jahr 2006 in den Kreisen Uckermark und Barnim Grundsteinlegung für zwei Großvorhaben zur energetischen Nutzung von Holz. Zum einen hat inzwischen in Schwedt/Oder das Pelletierwerk der Firma Holzkontor und Pelletierwerk Schwedt GmbH (HPS) seinen Betrieb aufgenommen, und zum anderen ist das Holzkraftwerk Eberswalde (HOKAWE) ans Netz gegangen. Beide Werke liegen 40 km Luftlinie voneinander entfernt und heben deutliche Überschneidungen in ihren Einzugsgebieten. Zudem befinden sie sich im Einzugsbereich große stofflicher Holz nachfrager wie dem Zellstoffwerk Stendal, Kronotex/Kronoply in Heiligengrabe, dem Plattenwerk von Glunz in Beeskow oder dem Großsägewerk Klenk in Baruth. Sowohl HPS als auch HOKAWE setzen in nennenswertem Umfang Schwach- und Industrieholz aus dem Wald ein (Anonymus 2006a und b, Frommhold 2007).

Hieraus ergibt sich laut Frommhold (2007) ein Konflikt hinsichtlich der mengenmäßigen Versorgung dieser Nachfrager durch die begrenzte Verfügbarkeit geeigneter Holzressourcen. Zudem prognostiziert er aufgrund sich ändernder Baumarten-, Altersklassen- und somit Sortimentsstrukturen zukünftig sinkende Rohholzpotenziale, was auch durch die Auswertungen der Bundeswaldinventur<sup>2</sup> (MLUV 2005) bestätigt wird. Ebenso weist er wie auch Wenzelides et al. (2006) auf den Umstand hin, dass die bisherigen Nutzungshierarchien und Preisgefüge für die Rohholzverwendung keinen Bestand mehr haben. Tabelle 8 verdeutlicht diesen Umstand, in dem für die wichtigsten Baumarten die Leitsortimentspreise aus dem Jahr 2006 aufgeführt sind (ZMP 2007) und entsprechend der Minder- oder Mehrerlös zum Energieäquivalenzpreis bei aktuellem Eurokurs und Erdölpreis aufgeführt ist. Würde man zum aktuellen Öl-äquivalenzpreis Holz verkaufen, würden sich theoretisch nur beim Eichensägeholz noch Mehrerlöse bei stofflicher gegenüber energetischer Nutzung ergeben.

**Tabelle 8:** Theoretische Mehr- oder Mindererlöse in Euro je Festmeter bei energetischer gegenüber stofflicher Verwertung unterschiedlicher Holzsortimente\* (Tabelle: Hagemann & Wenzelides, 2008)

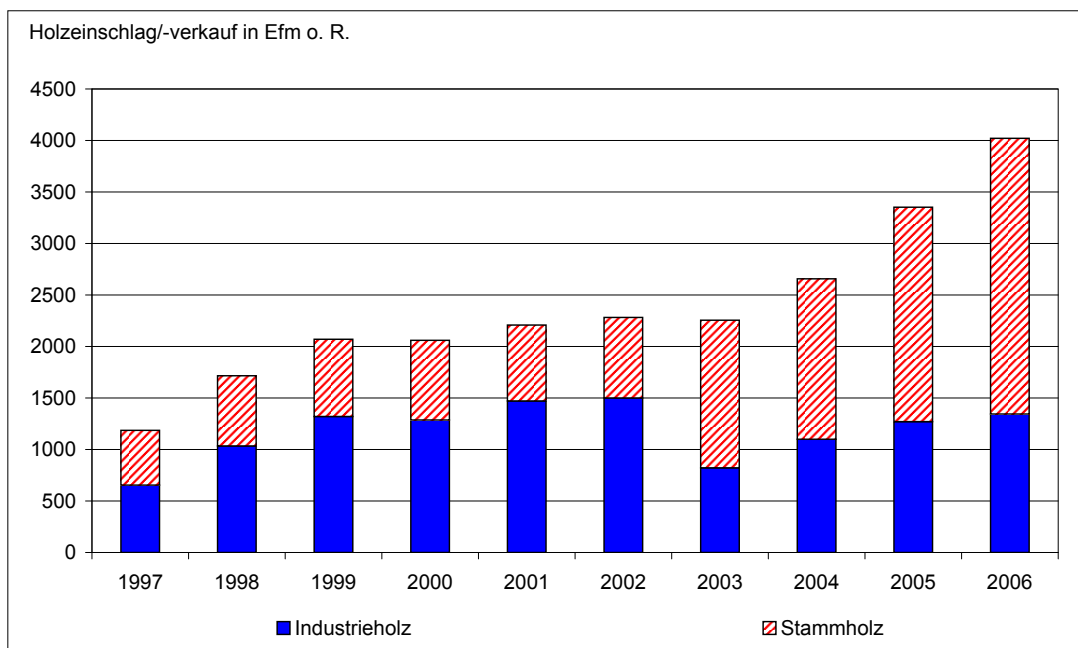
Ölpreis pro Barrel in USD	Preise Leitsortimente Sachsen in Euro/Fm**							
	Industrieholz				Sägeholz (B/C-Mischpreise; Bu/EI Stkl. 4; Fi/Ki Stkl. 2b)			
	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche
	25	25	27	24	51	44	56	120
20	-13	-13	-10	-6	-38	-32	-39	-102
40	-1	0	8	11	-26	-20	-22	-85
60	12	12	25	28	-14	-7	-4	-68
80	24	24	42	46	-2	5	13	-50
100	36	36	59	63	11	17	30	-33
120	48	49	77	80	23	29	48	-16
140	60	61	94	97	35	41	65	1
160	73	73	111	115	47	54	82	19
180	85	85	129	132	59	66	99	36
200	97	97	146	149	72	78	117	53

\*Den Berechnungen liegen folgende Zahlen bzw. Annahmen zu Grunde: 1 Barrel Erdöl = 1582 kWh; 1 US-Dollar = 0,634 Euro (www.bankenverband.de; 15.04.2008); 1 Fm Laubholz (w = 20%) = 2695 kWh; 1 Fm Nadelholz (w = 20%) = 1906 kWh; Ölpreis 110,6 US-Dollar/Barrel (www.tecson.de; 15.04.2008) (Preisbereich farblich hinterlegt); Wirkungsgrad der Holzheizung = 80%.

\*\*Durchschnittswerte 2006 (ZMP, 2007)

Auch Bilke et al. (2007) zeigen, dass eine Rohstoffverknappung bereits Realität ist, da selbst theoretisch die in Brandenburg bestehenden Verarbeitungskapazitäten nicht mehr aus dem Land selbst versorgt werden könnten. Auch der Umstand, dass das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg durch einen Unternehmer verklagt wurde (Anonymus 2006b), weil Waldholzmengen aus dem Landeswald in langfristigen Lieferverträgen für das HOKAWE Eberswalde gebunden sind und nicht mehr am Markt gehandelt werden, zeigt, dass der „Kampf um den Rohstoff Holz“ (Mantau, 2006) bereits stattfindet.

In diesem Zusammenhang sollte auch noch der Umstand berücksichtigt werden, dass in den letzten 10 Jahren zwar der statistisch erfasste und verkaufte Gesamteinschlag in Brandenburg von rund 1,2 auf über 4,0 Mio. Efm o. R. deutlich gesteigert werden konnte (Abbildung 2), diese Steigerung jedoch beim Industrieholz mit 106% weit hinter der beim Stammholz mit 406% zurück bleibt. 2006 wurden 1.344 Mio. Efm o. R. Industrieholz und 2.677 Mio. Efm o. R. Stammholz verbucht (ZMP 2007). Das insbesondere von der Rohstoffkonkurrenz betroffenen Industrieholz wurde somit nicht in dem Umfang zusätzlich dem Markt zur Verfügung gestellt, wie das Stammholz, was die Rohstoffkonkurrenz schlussendlich noch verstärkt.



**Abbildung 2:** Entwicklung des Industrie- und Stammholzeinschlags in Brandenburg zwischen 1997 und 2006 (ZMP 2007)



## Literatur Kapitel A.

- Anonymus (2006a): Vom Brandenburger Wald in den Pelletkessel. Holz-Zentralblatt 38, Seite 1094.
- Anonymus (2006b): Unternehmer verklagt Forstverwaltung. Holz-Zentralblatt 45, Seite 1306.
- BAFA [Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle] (2007): Auswertung der Anlagenförderung durch das MAP in Brandenburg zwischen 2000 und 2006.
- Bemmann, A. (2006): Zitiert in: Loboda, S., 2006. Erste deutsch-polnische Holzmarktkonferenz. AFZ-DerWald 8: 440-444.
- Bilke, A.; Muchin, A., Hohm, C. (2007): Analyse der naturalen Basis der weiteren Entwicklung der energetischen Nutzung in Brandenburg. Studie im Auftrag der Energie Technologie Initiative Brandenburg, 2007.
- BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (2007): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung. Berlin, Juni 2007.
- Fischer (2006): Feuerstättenerhebung im Auftrag des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz 2006.
- Frommhold, H. (2007): Konfliktpotenzial Holzversorgung. AFZ-DerWald 2: 84-85.
- Mantau, U. (2006): Kampf um den Rohstoff Holz trotz riesiger Potenziale? Allgemeine Forstzeitschrift/DerWald, 3: 111-113.
- MLUV [Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz] (Hrsg.) (2005): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI<sup>2</sup> – Ergebnisse für Brandenburg und Berlin. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg/Landesforstanstalt Eberswalde (Herausgeber). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXII, 123 S.
- MLUV [Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz] (Hrsg.) (2007): Auswertung der Ergebnisse der Emissionserklärung 2004.
- Muchin, A., Bilke, G., Böge, R. (2006): Energieholzpotenzial der Wälder in Brandenburg – Das naturale Potenzial. Landesforstanstalt Eberswalde, Eberswalde.
- Projektgemeinschaft Biorohstoffe (2005): Grunddaten und Modelle zur Biomassenutzung und zum Biomassepotenzial in Hessen. Witzenhausen
- Schulte, A. (2007): Dendromasse – Trends und Interdependenzen. Dendromass: raw material of the future – trends and interdependencies. Forstarchiv 78 (3), 59–64.
- Wenzelides, M., Hagemann, H., Schulte, A., (2006): Das neue Holzmaß ist ein Barrel Äquivalent ... Zukunftsrohstoff Dendromasse wird knapp und teuer. AFZ-DerWald 22: 1202-1206ZMP [Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH] (2007): Marktbilanz Forst und Holz 2007, 147 S.
- Wenzelides, M., Hagemann, H. (2007): Bestimmung des nachhaltig mobilisierbaren Dendromassepotenzials in Nordrhein-Westfalen anhand der Auswertung von Bundes- und Landeswaldinventur. Forstarchiv 78 (3), 73–81
- ZMP [Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH] (2007): Marktbilanz Forst und Holz 2007, 147 S.

## Internetquellen:

- [www.bankenverband.de](http://www.bankenverband.de)
- [www.eti-brandenburg.de](http://www.eti-brandenburg.de)
- [www.tecson.de](http://www.tecson.de)