

Universität Stuttgart

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

Prof. Dr.-Ing. A. Voß

IER

Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy-Institut d'Economie Énergétique et d'Utilisation Rationnelle de l'Énergie

Holzenergienutzung in Baden-Württemberg – eine ökonomische und ökologische Chance

Ludger Eltrop, Johannes Moerschner

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart,
Heßbrühlstr. 49, 70656 Stuttgart, 0711-78061-16, le@ier.uni-stuttgart.de;

Zusammenfassung

Für Baden-Württemberg mit rund 14.000 km² Wald auf etwa 39 % der Landesfläche kann die energetische Nutzung von Holz eine wichtige Rolle bei der Entwicklung einer nachhaltigen Energiewirtschaft spielen. Im Auftrag des Ministeriums für Ernährung und Ländlicher Raum BW (MLR) bzw. der Landesstiftung Baden-Württemberg führt das IER das Projekt „Holzenergienutzung in Baden-Württemberg“ durch. Ziel des Vorhabens ist es, die Wärme- und insbesondere Strombereitstellung mit naturbelassenem Holz unter den technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen von Baden-Württemberg zu analysieren. Hierbei werden u.a. Ökobilanzen und Kostenrechnungen für verschiedene Nutzungspfade erstellt und auf dieser Grundlage zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten für eine Verbesserung der Potenzialausnutzung erarbeitet. Der Vortrag stellt ausgewählte Ergebnisse des Projektes vor.

Die technischen Potenziale zur energetischen Nutzung naturbelassenen Holzes liegen mit 2,8 Mio t/a (ca. 48 PJ/a) bei etwa 3 % des Primärenergiebedarfs von Baden-Württemberg. Hiervon werden etwa 48 % als freies Potential betrachtet. Die Bilanzierung der Bereitstellungsverfahren von Holzbrennstoffen aus dem Wald zeigt, dass die vollmechanisierten Verfahren bei hohem Umsatz die höchsten Aufwendungen an fossiler Energie verursachen, der Arbeitszeitbedarf allerdings am geringsten ist. Für die Erzielung wettbewerbsfähiger Holzbrennstoffpreise müssen die Bereitstellungskosten im unteren Bereich der Bandbreite liegen. Die spezifischen Lebenswegemissionen einer Stromerzeugung mit Holz über die innovative ORC-Technik sind im Vergleich mit einer klassischen Dampfturbine nur geringfügig höher und schmälern die Vorteile z.B. in Bezug auf Jahresnutzungsgrad, Teillastverhalten oder Betriebskosten nur unwesentlich.

Der Ausbau der Holzenergienutzung nach dem Verdoppelungsszenario von Nitsch, Staiß (2002) würde allein bei der Brennstoffbereitstellung 950 neue Arbeitsplätze, davon 600 für die Hack-schnitzel-Bereitstellung, schaffen. Das Ausbauszenario im Bereich Biomasse kann im wesentlichen durch die vorhandenen Potentiale an Holz abgedeckt werden. Lediglich im Bereich der Hausfeuerungen mit Pellets wäre der Ausbau mit einem Import des Brennstoffes verbunden.

Potenziale und Nutzung von Holz in Baden-Württemberg

Ausgangspunkt für Überlegungen zur Nutzung von Biomasse und speziell Holz in Baden-Württemberg ist eine Analyse der zur Verfügung stehenden Potenziale. Dabei stellt die Angabe der technischen Potenziale, also der mit den derzeit am Markt verfügbaren technischen Anlagen nutzbaren Menge an Biomasse - die aussagekräftigste Größe dar.

Derzeit wird im Wald pro Jahr ein Gesamteinschlag von etwa 8-9 Mio. Festmetern Holz aufgearbeitet. Das gesamte technische Potenzial für eine energetische Nutzung von naturbelassenem Holz (Tabelle 1) mit etwa 48 PJ/a könnte etwa 3 % des Primärenergieverbrauch in BW (1.620 PJ/a, 2002) abdecken. Von den Potenzialen werden derzeit etwa 51 % genutzt, überwiegend aber nicht zur Energiegewinnung.

Tabelle 1: Technisches Potenzial an naturbelassenem Energieholz in Baden-Württemberg und Anteile der derzeitigen Nutzung (nach Wirtschaftsministerium BW, 2003)

	Technisches Potenzial		Derz. Nutzung, betriebsintern, stofflich	Freies Potenzial 2000
	(Mio. Fm)	(Mio. t _{atro})	%	(Mio. t _{atro})
Wald(rest)holz	2,245	1,211	40,7 ^a	0,718
Landschaftspflegeholz	1,173	0,470	5,0 ^b	0,447
Sägenebenprodukte	2,246	0,900	88,9 ^{cb}	0,100
Industrierestholz	0,100	0,040	50,0 ^d	0,020
Naturbelassenes Altholz	0,424	0,170	56,0 ^e	0,075
Total	6,188	2,791	-	1,36

^a enthält Brennholznutzung inkl. aufbereiteter Flächenlose

^b energetische Nutzung im privaten und öffentlichen Sektor; ein Großteil des Gehölzschnittes wird vor Ort belassen

^c vorwiegend stoffliche Verwertung, weiterhin: Rinden- und erdeverarbeitende Industrie, energieerzeugende Betriebe, Ziegeleien, Landwirtschaft;

^d v. a. Wärme- und Stromerzeugung in den Holzver- und bearbeitenden Betrieben, Daten nicht eindeutig (Abweichung zw. Text und Tabelle: 80 % Verwertung)

^e v. a. stoffliche Verwertung (zu ca. 70 %)

Das größte technische Potenzial für die Holzenergienutzung liegt mit 1,2 Mio t_{atro} (2,2 Mio Fm) demnach im Bereich des Wald(rest)holzes. Abzüglich der bereits genutzten Menge (stofflich, energetisch) wird das freie Potenzial 2000 mit etwa 0,7 Mio t_{atro} angegeben. Hier sind allerdings auch aufwendiger bereitzustellende Potenziale, z.B. aus Lagen mit starker Hangneigung, eingerechnet. Landschaftspflegeholz macht mit etwa 0,45 Mio t_{atro} und damit etwa 35 % ebenfalls einen beträchtlichen Anteil des freien Holzpotenzials in Baden-Württemberg aus. Alle Holzfraktionen ergeben zusammen ein technisches Potenzial von 2,8 Mio t_{atro} jährlich und ein frei verfügbares Potenzial von etwa 1,36 Mio t_{atro}, entsprechend einem Heizwert von 25,16 PJ (bei 18,43 MJ/kg_{atro}).

Im Rahmen des Projektes wurden die auf Forstamts Ebene erhobenen Potentiale zum Waldrestholz auf die Landkreisebene umgelegt, mit Daten zu Landschaftspflegeholz und Strohpotenzia-

len ergänzt und alle Daten in ein geographisches Informationssystem (GIS) überführt. Sie sind damit auf einer einheitlichen Datengrundlage verfügbar und können auf den Seiten des IER interaktiv über das Internet abgefragt werden (www.ier.uni-stuttgart.de/see, gehe zu Daten und Service / Biomassepotenziale in BW).

Verfahrensketten zur Bereitstellung von Holzbrennstoffen in BW

Die Bereitstellung des Brennstoffes Holz stellt einen wichtigen Baustein der Nutzungskette biogener Energieträger dar. Die eingesetzten Technologien und Verfahren und ihre Verknüpfung zu optimalen Prozessketten sind eine wichtige Voraussetzung, um am Markt wettbewerbsfähige und kostengünstige Brennstoffe anbieten zu können. Im Projekt wurden repräsentative Verfahrensketten zur Bereitstellung von Holzbrennstoffen analysiert und Schlussfolgerungen z.B. zu den Auswirkungen eines Ausbaus der Holzenergienutzung auf den Arbeitsmarkt gezogen.

Als Brennstoffe standen in den Betrachtungen Waldhackgut (WHG) und Stückholz (Scheitholz) im Vordergrund. Für den Vergleich wurden zunächst fünf Prozessketten zur Bereitstellung von Waldhackgut und zwei Prozessketten zur Stückholzbereitstellung herangezogen, die das heute übliche Spektrum eingesetzter Verfahren abbilden:

- Zwei motormanuelle Verfahren: Waldhackgut und Scheitholz
- Vier teilmechanisierte Verfahren: Waldhackgut aus Durchforstungsholz (zwei) und aus Kronenmaterial; Scheitholz
- Zwei vollmechanisierte Verfahren: Waldhackgut aus Restholz der Stammholzernte und aus Stammholz (stationär verarbeitet, lediglich zur Qualitätsverbesserung eingesetzt)

Eine Abschätzung der FVA (2003) für die verschiedenen Aufbereitungsverfahren in Baden-Württemberg kommt zum Ergebnis, dass zu 19,2 % motor-manuelle Verfahren zum Einsatz kommen, 54,8 % auf die teilmechanisierten Verfahren und 22,3 % auf die entkoppelten vollmechanisierten Verfahren entfallen. Die vollmechanisierte Holzbrennstoffbereitstellung mittels Harvester macht gegenwärtig 3,7 % der Produktion aus.

Die Produktion und der Einsatz von Holzpellets als zukunftsträchtiges Marktsegment für die häusliche Wärmeversorgung wurden im Rahmen des Projektes ebenfalls berücksichtigt.

Bilanzierung der Waldholz-Bereitstellungsketten

Die Bereitstellungsketten der Brennstoffe aus Waldholz wurden im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtung detailliert untersucht. Dazu wurden gemeinsame Standard-Parameter festgelegt und der einheitliche Bezug zum Heizwert gewählt (Belastungen, Energieaufwand, Zeitbedarf usw. je MWh_{Hu}). Parallel erfolgte eine Kostenberechnung.

Aufwand an fossiler Energie

Es zeigt sich, dass die Verfahren mit niedrigem Mechanisierungsgrad (motor-manuell) erwartungsgemäß auch die geringsten Aufwendungen an fossilen Ressourcen (Kraftstoffe, Schmier-

stoffe, Strom) verursachen (Abb. 1). Je höher der Mechanisierungsgrad ist, desto höher liegen in der Tendenz auch die spezifischen Kraftstoffverbräuche. Die vollmechanisierte Hackschnitzelbereitstellung aus Stammholz mit stationärem Hacken auf zentralen Umschlagplätzen zeichnet sich durch den höchsten Einsatz an Kraftstoff- und Fossilernergie aus. Trotz hohem Durchsatz und hoher Leistung sind die vollmechanisierten Verfahren durch den im Vergleich höchsten Aufwand an fossilen Energieressourcen gekennzeichnet (Abb. 1).

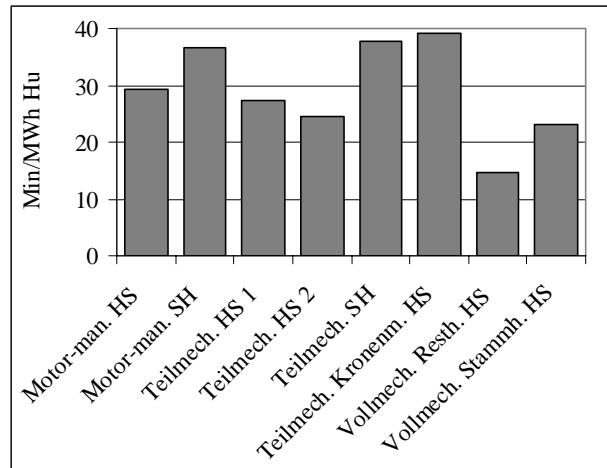
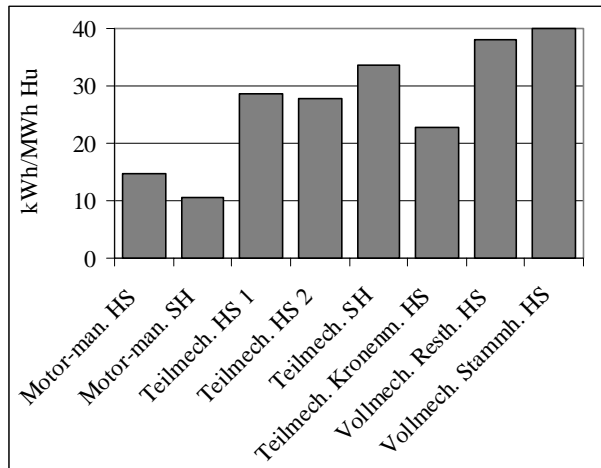


Abb. 1 Aufwand an fossilen Energieressourcen (Kraft- und Schmierstoffe, Strom) verschiedener Verfahren zur Holzbrennstoffbereitstellung; (40 % WG), Endenergie

Abb. 2 Arbeitszeitbedarf (Gesamtarbeitszeit) je bereitgestellte MWh Brennstoff (bei 40 % WG)

Die motor-manuellen Verfahren werden oftmals in Abhängigkeit von der Auslastung freier Arbeitskapazitäten in der Land- und Forstwirtschaft bzw. in Eigenleistung für die Selbstversorgung eingesetzt. Solche Verfahren können deshalb in ihrem Umfang nicht beliebig skaliert werden, wengleich sie aus energetischer Sicht und auch hinsichtlich der mit den Verfahren verbundenen Emissionen im Vergleich zu den höher mechanisierten Verfahrenstypen Vorteile aufweisen.

Personal- und Maschineneinsatz, Beschäftigungseffekte

Bedingt durch den Mechanisierungsgrad verhält sich die Intensität des Personal- und Maschineneinsatzes gegenläufig. Die Bereitstellung einer festgelegten Energiemenge ist bei den geringer mechanisierten Verfahren mit einem höheren Personaleinsatz (Abb. 2), aber auch mit niedrigeren Kosten (vgl. Abb. 3) verbunden.

Für die Bereitstellung von 1 MWh Energie aus Wald(rest)holz mit niedrig oder teilmechanisierten Verfahren müssen durchschnittlich etwa 20-35 min. Arbeitskraft aufgewendet werden. Die vollmechanisierten Verfahren erfordern dagegen einen im Verhältnis geringeren Personaleinsatz von etwa 15-23 min. bei insgesamt hohem Maschineneinsatz.

Unter Berücksichtigung der Ausbauszenarien aus dem Gutachten von Nitsch, Staiß (2002) für das Wirtschaftsministerium BW wurden die so ermittelten spezifischen Werte durch Verknüpfung mit den freien Holz-Potenzialen 2000 und Annahmen bezüglich des Verfahrenseinsatzes

der Holzbereitstellung für eine Abschätzung der direkten Beschäftigungseffekte im Bereitstellungssektor herangezogen. Bei einem Verfahrensmix gemäß FVA (2003) würde demzufolge ein Ausbau der Holzenergienutzung in Baden-Württemberg zu etwa 950 neuen Arbeitsplätzen, davon 600 bei der Bereitstellung von Hackschnitzeln und 350 bei Scheitholz führen.

Kosten- und Preissituation der Holzbrennstoffe

In der ökonomischen Analyse wurden die Bereitstellungskosten verschiedener Verfahrensketten ermittelt und den Preisen am Markt gegenüber gestellt, um so die Marktsituation für Holzbrennstoffe beurteilen zu können.

Trotz der vergleichsweise geringen Systemleistungen der motor-manuellen Verfahren liegen die errechneten Bereitstellungskosten (Abb. 3) durch die niedrigen Stundensätze für Eigenleistung mit jeweils etwa 15 €/MWh im Vergleich am niedrigsten. Insbesondere die Maschinenkosten der vollmechanisierten Verfahren bewirken oft hohe Kosten für diese Verfahrensketten.

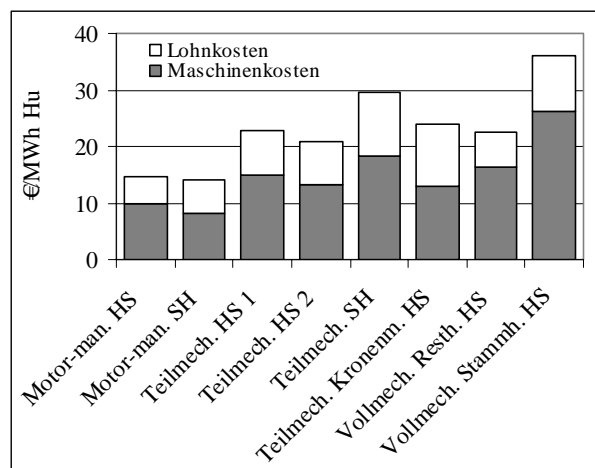


Abb. 3 Kostenvergleich der Holzenergiebereitstellung mit unterschiedlichen Verfahren je MWh Heizwert (bei 40 % Wassergehalt, o. Rohstoff-Entgelte)

Die Ergebnisse der Kostenermittlung für Baden-Württemberg liegen in der selben Größenordnung wie die der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft nach Wittkopf et al. 2003. Die Aufteilung der Kosten über alle Verfahren hinweg auf die Abschnitte ‚Ernte und Bergung‘ und ‚Transport und Anlieferung zur Feuerungsanlage‘ ist in Tabelle 2 als Bandbreite der Kosten dargestellt.

Tabelle 2 Brennstoffkosten von Waldhackgut frei Feuerungsanlage (o. MWSt., o. Lagerung)

	€Srm	€t FM	€/MWh
Ernte und Bergung	9 – 31	38 – 133	12,2 – 42,5
Transport zur Feuerungsanlage	2 – 4	9 – 18	2,9 – 5,8
Summe Kosten frei Feuerung	11 – 35	47 – 151	15,1 – 48,3

Fichtenhackschnitzel, Wassergehalt 35 %, Heizwert 3,1 MWh/t (11,2 GJ/t), 232 kg/Srm
Transportentfernung zur Feuerungsanlage 20 km

Danach machen die Kosten für Ernte und Bergung mit 12-42 €/MWh über 85% der Gesamtkosten von 15-48 €/MWh aus. Es wird deutlich, dass für eine wirtschaftliche Bereitstellung von Waldhackschnitzeln die Wahl des geeigneten Verfahrens eine entscheidende Rolle spielt. So können mit vollmechanisierten Verfahren trotz recht hoher Systemkosten bei guter Walder-schließung, angemessenem BHD und optimierter Logistik auch Brennstoffkosten ab 15 €/Srm frei Feuerungsanlage erzielt werden /Kuprat und Wenzelides 2002/.

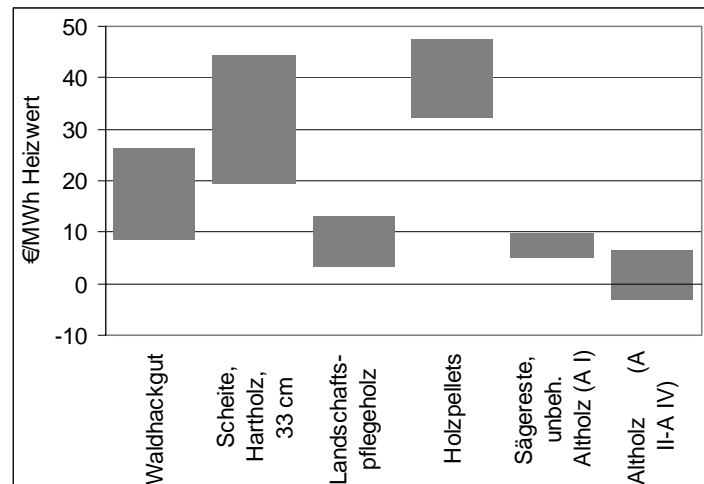


Abb. 4 Preisvergleich von Holzbrennstoffen (nach CARMEN, 2004; Hartig, 2000/2001; Wagner und Wittkopf, 2000; Fischer et al., 2002; Groll, 2004; Scheuermann et al., 2003; Hartmann et al., 2004)

Ein Vergleich der Bereitstellungskosten mit den am Markt erzielbaren Preisen (Abb. 4) zeigt, dass lediglich bei niedrigen Kosten wettbewerbsfähige Preise erzielt werden können. Beispielsweise ist für Waldhackgut mit den teilmechanisierten Verfahren bei Kosten von 20 bis 30 €/MWh bei einer Preisspanne von 8,5-26 €/MWh (Abb. 4) die Rentabilität nur in optimierten Verfahren gewährleistet.

Ökologische Analyse der Holzenergienutzung

Bei der ökologischen Analyse der Optionen der Holzenergienutzung – mit Hilfe der Lebenszyklusanalyse (nach DIN EN ISO 14 040 ff) von der Bereitstellung über die Umwandlung bis hin zur Nutzung - wurde schwerpunktmäßig die innovative ORC-Technologie für den KWK-Betrieb mit Holzhackschnitzeln und Anschluss an ein Nahwärmenetz im Vergleich mit anderen technischen Holznutzungsmöglichkeiten untersucht. Die Annahmen zur Systemauslegung wie Leistungs- und Energiebilanzdaten (Input/Output, Wirkungsgrade, Vollaststunden usw.) wurden u.a. in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Schuler getroffen. Die spezifischen Emissionen einer ORC-Anlage im Vergleich zu einem Heizkraftwerk mit Dampfturbine, die wärmegeführt und biomasseoptimiert betrieben werden, sind in Tabelle 3 dargestellt. Zur Aufteilung der Emissionen aus der Strom- und aus der Wärmeerzeugung wurde ein exergetisches Allokationsverfahren angewandt (Exergie bei 90°C für ORC: 0,22/kWh_{th}).

Tabelle 3: Spezifische Emissionen und Brennstoffverbrauch von zwei Biomassensystemen je kWh_{exerg.} bei 20 a Betrieb und exergetischer Betrachtung, wärmegeführt, 81% Jahresnutzungsgrad

	Dampfturbine	ORC-HKW
<i>Kumulierte Emissionen</i> [g/kWh _{exerg.}]		
CO ₂ nicht reg.	61,49	69,17
CO ₂ Holz-Brennstoff	1.098,20	1.477,09
N ₂ O	0,01	0,01
SO _x als SO ₂	0,39	0,64
NO _x als NO ₂	0,72	1,42
Partikel gesamt	0,10	0,20
<i>Brennstoff</i> [MJ _{Hu} /kWh _{exerg.}]		
Holz	10,26	13,79

Durch einen hohen Anteil der Wärmeauskopplung zu Heizzwecken (Wärmegutschrift in Höhe von 60 % der Exergie) werden die spezifischen Belastungen einer Stromerzeugung aus Holz verringert. Die CO₂-Emissionen werden durch die Menge an CO₂, die aus dem Brennstoff Holz kommen und damit klimaneutral sind, dominiert. Die CO₂-Emissionen, die der Nutzung fossiler Energiequellen aus den Vorketten zuzurechnen sind, machen etwa 1/20 des bei der Verbrennung der Biomasse freigesetzten CO₂'s aus. Die spezifischen Lebenswegemissionen der Stromerzeugung über die innovative ORC-Technik sind im Vergleich mit der Dampfturbine nur unbedeutend höher und schmälern die Vorteile z.B. in Bezug auf Jahresnutzungsgrad, Teillastverhalten oder Betriebskosten nicht. Bei der ORC-Technik liegt allerdings aus exergetischer Sicht der spezifische Brennstoffbedarf wegen des geringen elektrischen Wirkungsgrades höher (Tabelle 3).

Beitrag der Holzenergie zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft

Geförderte Holzenergieanlagen – das Energieholzprogramm Baden-Württemberg

Mit dem Programm Holzenergie Baden-Württemberg und dessen Vorläuferprogrammen unterstützt das Land Baden-Württemberg seit 1995 die Investitionen in den Bau von Holzheiz(kraft)werken. Bis heute (Stand Sept. 2004) wurden so insgesamt 146 Holzheiz(kraft)werke mit einer Gesamtleistung von ca. 129 MW Feuerungswärmeleistung gefördert, darunter vier Heizkraftwerke mit insgesamt 2,7 MW_{el} (Abb. 5) /Deines, Huslik, Weizenegger 2004/.

Insgesamt wurden 11,7 Mio. € an Fördermitteln vergeben und Gesamtinvestitionen von etwa 111 Mio. € ausgelöst. Eine Fortsetzung des Förderprogramms über das Jahr 2004 hinaus wurde in Aussicht gestellt. Die Datenbank der geförderten Holzheiz(kraft)werke enthält über die statistischen Daten hinaus auch Betriebsberichte für die Anlagen. Eine offizielle Auswertung wird durch die Datenbankbetreiber vorgenommen.

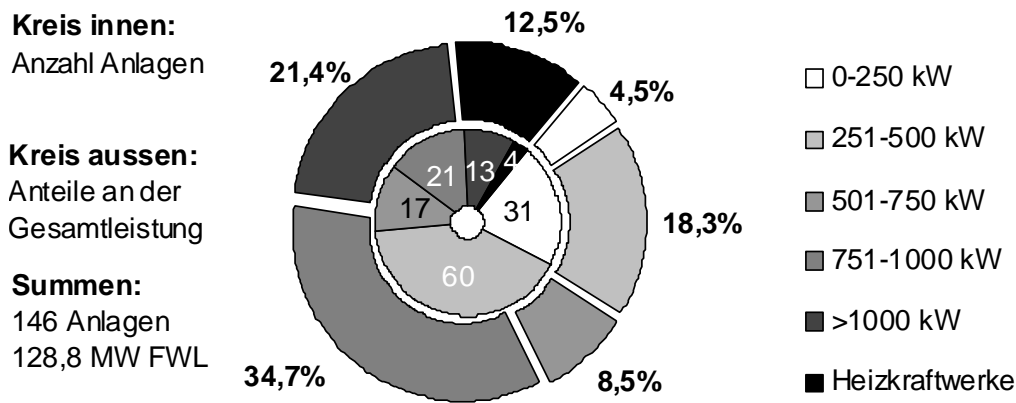


Abb. 5: Anzahl und Leistung der bis 2004 im Rahmen des Holzenergieprogramms BW bewilligten und in Betrieb genommenen Holzheiz(kraft)werke (Stand Sept. 2004).

Naturbelassenes Holz wird weiterhin auch in zahlreichen privatwirtschaftlichen Anlagen als Energieträger genutzt. Nitsch, Staiß (2002) gehen von etwa 5.000 privaten Holzfeuerungen mit 1.500 MW Leistung und einer Stromerzeugung im KWK-Anlagen von ca 135 GWh/a aus (incl. Rest- und Altholz).

Beitrag der Bioenergie zum Verdopplungsziel

Für das Ziel der Landesregierung BW einer Verdoppelung der Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien bis 2010 wurde von Nisch, Staiß (2002) der Beitrag von Biomasse mit zusätzlichen 1.465 GWh/a Strom und weiteren 3.600 GWh/a Nutzwärme relativ ehrgeizig angesetzt (Tabelle 4). Zur Erreichung des Ausbauziel wären etwa 100.000 Holzzentralheizungen und rund 600 größere Biomasseanlagen im Land zu errichten.

Tabelle 4 Stand der Holzenergienutzung 2000 und Ausbauziel 2010 nach Nitsch, Staiß 2002

	Strom (GWh/a)			Nutzwärme (GWh/a)		
	2000	Zuwachs	2010	2000	Zuwachs	2010
Einzel-, Zentralheizungen	-	-	-	3.100	1.400	4.500
Heizwerke, -zentralen	-	-	-	560	1.300	1.860
Holz-HKW	100	300	400	400	700	1.100
Motor-BHKW	-	145	145	-	160	160
Brennstoffzellen-BHKW	-	50	50	-	40	40
Kraftwerke / Zufeuerung	70	970	1.040	-	-	-
Gesamt	170	1.465	1.635	4.060	3.600	7.660

Auf der Grundlage der Potenzialabschätzungen, der technischen Rahmenbedingungen und der Ausbauziele wurde die Verteilung der Holzpotenziale auf verschiedene Technologien und die Ausschöpfung für das Jahr 2010 berechnet. Die Zuweisung der verfügbaren Holzbrennstoffpotenziale nach den Möglichkeiten ihres Einsatzes in den Technologiegruppen der von Nitsch,

Staiß (2002) formulierten Ausbauszenarien, ergibt für 2010 die in Abb. 6 dargestellte Aufteilung:

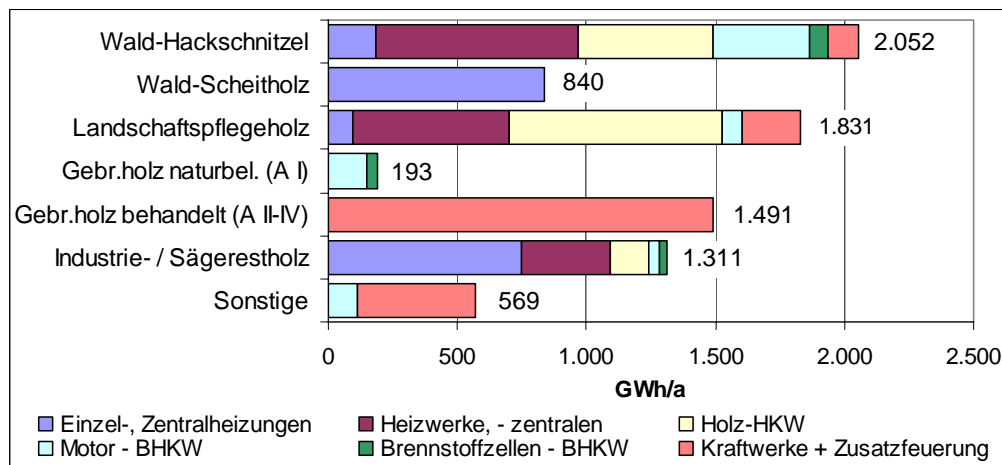


Abb. 6 Verteilung der vorhandenen Holzenergiepotenziale auf Technologiegruppen

Danach müssten etwa 35 % der bis 2010 zusätzlichen Holzenergienutzung aus dem Wald(rest)holz, gut 22 % aus Landschaftspflegeholz kommen. Behandeltes Gebrauchtholz müsste weitere 18 % und Industrie- und Sägereestholz (insbesondere für die Pellets im Einzel- und Zentralheizungsbereich) 15,8 % beitragen.

Mit den Annahmen für Abb. 6 wurde auch die Ausschöpfung der Potenziale für 2010 berechnet (Tabelle 5). Die Umsetzung der Ausbauszenarien würde zu einer nahezu vollständigen Ausschöpfung der Potenziale an freiem Wald(rest)holz (78,6 %) und des Landschaftspflegematerials (80 %) führen. Die angesetzten Bedarfsmengen an Industrie- und Sägereestholz (etwa 213 % des noch verfügbaren Potenzials, davon mehr als 50 % für die Pelletproduktion für Einzelhausfeuerungen) sind in Baden-Württemberg selber nicht verfügbar und müssten importiert werden.

Tabelle 5 Bedarf und Nutzung an naturbelassenem Energieholz in Baden-Württemberg nach dem Ausbauszenario „Verdoppelung Erneuerbarer Energien BW“ aus Nitsch, Staiß (2002)

	Holznutzung 2000 [GWh/a]	zus. Holzbedarf 2010		freies Potenzial 2000		Ausschöpfung	Techn. Potenzial [GWh/a]
		[GWh/a]	[Mio t _{atro} /a]	[GWh/a]	[Mio t _{atro} /a]		
Wald(rest)holz	2.520	2.890	0,564	3.677	0,718	78,6%	6.200
Industrie- / Sägereestholz	4.200	1.310	0,256	614	0,120	213,4%	4.813
Landschaftspflegeholz	120	1.830	0,357	2.286	0,447	80,1%	2.406

Dieser Importbedarf beträgt mit 696 GWh/a jedoch nur etwa 15% des technischen Potentials von Industrie- und Sägereestholz.

Im Ausbauszenario bleibt fraglich, ob angesichts des technologischen Standes die Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerke den angegebenen Beitrag zur Biomassenutzung werden leisten können.

Ebenso ist es angesichts der Regelungen im soeben novellierten EEG – in dem nur der ausschließliche Biomasseeinsatz anerkannt wird – fraglich, ob nennenswerte Biomasseanteile über eine Zufeuerung in (Steinkohle)Kraftwerken energetisch genutzt werden können.

Die Daten zeigen, dass die verfügbaren Holzmengen für ein ehrgeiziges Ausbauszenario der Bioenergie in Baden-Württemberg grundsätzlich ausreichen. Es wird bei der Holzenergienutzung in Baden-Württemberg zukünftig darum gehen, mit der tatsächlichen Nutzung das technisch verfügbare Potenzial möglichst vollständig und effizient auszuschöpfen. Insbesondere kommt es darauf an, alle technischen und wirtschaftlichen Optimierungspotenziale für die Bereitstellung von Holzbrennstoffen auszunutzen, da mit zunehmender Ausschöpfung der Potentiale die Bereitstellung auch aufwendiger und kostenträchtiger wird (z.B. durch Bereitstellung aus Hanglagen). Für eine wettbewerbsfähige Holzenergienutzung ist es aber entscheidend, dass die Brennstoffe zu günstigen Kosten bereitgestellt werden können.

Wir bedanken uns beim Ministerium Ländlicher Raum - MLR und der Landesstiftung Baden-Württemberg für die Förderung des Projektes und der Arbeiten.

Literatur

- Deines, T; Huslik, A., Weizenegger, 2004: Anwenderdatenbank Holz-Heizwerke in Baden-Württemberg. (persönliche Kommunikation), Stand September 2004
- Forstdirektion Freiburg: Energetische Nutzung von Holz. Schr. Mitt. von Herrn Frommherz zu Wald-Energieholz-Potenzialen am 21.09.2001; verschiedene Unterlagen
- ISO (Hrsg.): DIN EN ISO 14040-43. Umweltmanagement – Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen; Sachbilanz; Wirkungsabschätzung; Bilanzauswertung. Beuth Verlag, Berlin 1997-2000
- Kuprat, H.; Wenzelides, M., 2002: Modelle der Energiehackschnitzelbereitstellung in Niedersachsen. AFZ - Der Wald, Heft 25, 2002
- Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: Holzenergie in Baden-Württemberg und Elsaß. Eine Studie im Auftrag des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg, finanziert vom Land Baden-Württemberg und der EU. Persönliche Vorabinformation, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart. Druck des Endberichts in Vorbereitung
- Landesforstverwaltung BW, 2004: Wald in Baden-Württemberg; auf <http://www.wald-online-bw.de/2wald/f1waldbawue.htm>; zuletzt besucht am 3.9.04
- Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft: Diverse Forschungsberichte. LWF, Freising, 1996-2000. <http://www.lwf.uni-muenchen.de/veroeff/frame/Startseiten/lwfberstart.htm>, 26.04.2002
- Meinhardt, N.J.2000: Energieholz in Baden-Württemberg. Potenziale und derzeitige Verwertung. Diplomarbeit, FH Nürtingen, Fachbereich Landschaftsarchitektur/Stadt- und Umweltplanung. 2000
- Nitsch, J.; Staiß, F.: Handlungsempfehlungen zur Verdopplung des Anteils regenerativer Energien an der Energieversorgung Baden-Württembergs bis zum Jahr 2010. Stuttgart, Juli 2002
- Wirtschaftsministerium BW, 2003: Holz-Energie-Fibel. Holzenergienutzung, Technik, Planung und Genehmigung. Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, 2. Auflage, 98 Seiten; Februar 2003
- Wittkopf, S.; Hömer, U.; Feller, S., 2003: Bereitstellungsverfahren für Waldhackschnitzel - Leistungen, Kosten, Rahmenbedingungen. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (Hrsg.), LWF-Bericht 38, ISSN 0945 - 8131, Freising, 2003