

Am Beispiel der Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer

Heizwert des Holzes und Preissteigerungen bei Energieholz

Von Sebastian Stang und Bernhard Beinhofer, Freising

Ausgehend von Bewertungsansätzen für Energieholz, die in AFZ-DerWald Nr. 3/2007 S. 126 veröffentlicht wurden, soll hier auf die Energiepotenziale der vier deutschen Hauptbaumarten und die Auswirkungen von Preissteigerungen beim Energieholz auf die Attraktivität anderer Holzsortimente eingegangen werden.



Baumartenvergleich unter energetischen Aspekten

Bei den derzeitigen Energiepreissteigerungen wird die Energieholzvermarktung und -produktion für die Forstbetriebe zunehmend lukrativ. Hier stellt sich die Frage, wie viel Energie unsere Hauptbaumarten pro Hektar und Jahr im Holz speichern und ob die Laubholzarten Buche und Eiche unter diesem Aspekt den Nadelholzarten Fichte und Kiefer überlegen sind.

Ein Vergleich der Heizwerte für frisch geerntetes Holz mit einem Wassergehalt von 50 % (vgl. Tab. 1) zeigt, dass Buche und Eiche ähnliche und deutlich höhere Heizwerte als die Nadelholzarten aufweisen. Allerdings produzieren die Baumarten unterschiedlich viel Holz pro Hektar und Jahr.

Um vor dem Hintergrund einer energetischen Nutzung die Baumarten hinsichtlich ihrer Leistung zu vergleichen, wurden deshalb die durchschnittlichen Gesamtzuwächse an Derbholz in Erntefestmetern ohne Rinde für Betrachtungszeiträume zwischen 30 und 120 Jahren mit den in Tab. 1 zusammengefassten Heizwerten je Festmeter bewertet.

Dipl.-Forstwirt (Univ.) S. Stang und Dipl.-Ing. Silv. (Univ.) B. Beinhofer sind Doktoranden am Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung der Technischen Universität München.

Tab. 1: Heizwerte für das Holz der Baumarten in kWh/Fm bei einem Wassergehalt von 50 % [8]

Baumart	Fichte	Kiefer	Buche	Eiche
Heizwert [kWh/Fm]	1 713	1 948	2 411	2 467

Mithilfe der von der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg [3] veröffentlichten Schätzhilfen für den laufenden Zuwachs wurden hierzu die durchschnittlichen Gesamtzuwächse für die betrachteten Baumarten hergeleitet. Dabei wurden die Angaben zum laufenden Zuwachs über das gesamte von der Schätzhilfe abgebildete Oberhöhenpektrum der Baumart gemittelt. Dieses Vorgehen unterstellt vereinfachend eine Normalverteilung der Bonitäten der einzelnen Baumarten. Der so ermittelte mittlere laufende Zuwachs wurde anschließend aufsummiert und durch das Alter geteilt, um so den durchschnittlichen Gesamtzuwachs der Baumart zu ermitteln. Die in Abb. 1 dargestellten durchschnittlichen Heizwertspeicherungen in kWh/ha und Jahr stellen das Produkt aus dem hergeleiteten durchschnittlichen mittleren Zuwachs und dem Heizwert einer Baumart je Fm dar.

Die Fichte übertrifft bei diesem Vergleich alle Baumarten innerhalb des Betrachtungszeitraumes. Während der Heizwertzuwachs der Kiefer bereits im Alter 50 kulminiert, steigt er bei der Buche über den gesamten Betrachtungszeitraum an. Obwohl der Heizwert der Buche im Vergleich zur Fichte rund 40 % höher ist, erreicht sie nicht das Heizwertspeicherungspotenzial der Fichte. Ihr Speicherpotenzial liegt aber ab einem Alter von 65 Jahren deutlich höher als das von Kiefer und Eiche.

Hierbei handelt es sich allerdings um mittlere Speicherpotenziale über das gesamte Leistungsspektrum einer Baumart (s.o.). In der Realität kann es je nach Standort und Wuchspotenzial der Baumarten zu Verschiebungen kommen. Allgemein lässt

sich aber die Aussage treffen, dass für eine mittelfristige Energieholzproduktion, z.B. über eine Zeit von 30 bis 50 Jahren, die Nadelbaumarten Fichte und Kiefer die höchsten Speicherpotenziale bieten. Erst für lange Produktionszeiträume ab 65 Jahren bieten Eiche und vor allem die Buche höhere Speicherpotenziale als die Kiefer.

Energieholzwälder aus speziellen Pappelhybriden mit durchschnittlichen Trockenmassenzuwächsen von rund 9t/ha/a [1] besitzen ein durchschnittliches Heizwertspeicherungspotenzial von rund 38 800 kWh/ha und Jahr. Damit können sie fast doppelt so viel Energie binden wie unsere Hauptbaumarten. Auf für

Tab. 2: Erlöse für Fichtenstamm- und -industrieholz in der Region Niederbayern [10]

Stammholz	
Stärkeklasse	Erlös [€/Fm]
1a	66 €/Fm
1b	72 €/Fm
2a	82 €/Fm
2b	84 €/Fm
3a	84 €/Fm
ab 3b	80 €/Fm
Industrieholz	
	51 €/Fm

Tab. 3: Bereitstellungskosten bei der stofflichen Verwertung

	Bereitstellungskosten		
Bhd	bis 18 cm	bis 28 cm	ab 28 cm
Erntekosten	18,- €/Fm	15,- €/Fm	12,- €/Fm

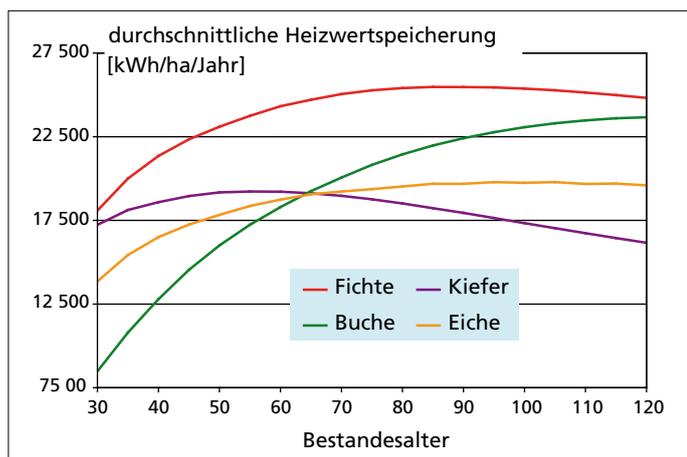


Abb. 1: Durchschnittliche Heizwertspeicherung pro ha und Jahr für verschiedene Baumarten und Bestandesalter

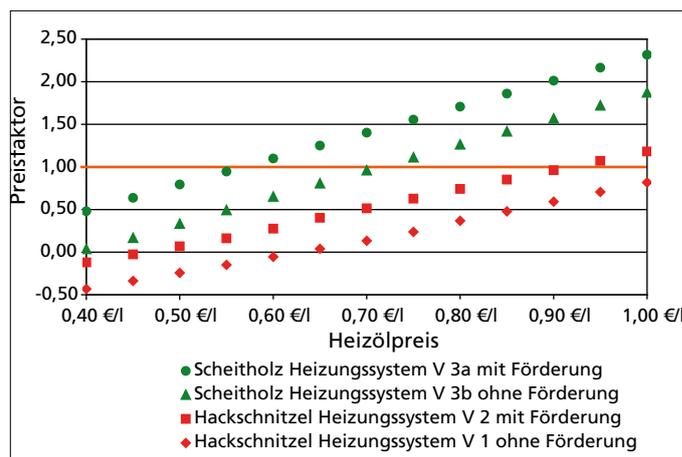


Abb. 2: Preisfaktorentwicklung in Abhängigkeit vom Ölpreis

Pappel geeigneten Standorten scheiden die Hauptbaumarten daher für eine zu maximierende Energieholzproduktion aus.

Stoffliche Verwertung oder Energieholzproduktion?

Es stellt sich die Frage, ob in Zukunft bei weiter steigenden Energieholzpreisen die energetische Nutzung von Holz finanziell vorteilhafter als eine weiterverarbeitende stoffliche Verwertung werden kann. Um dieser Frage nachzugehen, wurde beispielhaft für die Baumart Fichte ein finanzieller Vergleich zwischen stofflicher Verwertung und einer reinen Energieholzproduktion (Hackschnitzel [Wassergehalt: w] w = 30 % und Scheitholz w = 20 %) durchgeführt. Die Berechnungen beruhen auf der Bodenertragswertmethode, welche den Ertragswert eines Bestandes zum Zeitpunkt der Kulturbegründung liefert. Durch Variation des Endnutzungsalters ist es möglich, bei gegebenen Produktionsleistungen, -kosten und -erlösen die wirtschaftlichste Umtriebszeit anhand des maximalen Ertragswertes pro ha zu ermitteln. Hierbei wurde ein Kalkulationszins von 3 % sowie Kulturkosten von 2 000 €/ha unterstellt.

Für die Berechnungen wurde ein 20-jähriger Fichten-Modellbestand mithilfe des Waldwachstumssimulators Silva [7] für Standortverhältnisse des Niederbayerischen Tertiärhügelland bis zum Alter 120 fortgeschrieben. Für die stoffliche Verwertung wurden anschließend die aufgelaufenen Vorräte mit dem Sortierungs- und Voluminierungsprogramms BDAT [6] sortiert und mit aktuellen Holzpreisen der Region (Tab. 2) bewertet. Zur Herleitung des Bodenertragswertes wurden die in Tab. 3 zusammengefassten Erntekosten unterstellt.

Es zeigte sich, dass der Bodenertragswert mit 6 269 €/ha bereits sehr früh im

Alter von 45 Jahren kulminierte. Dies beruht auf den schon bei vergleichsweise geringer Dimension hohen Holzpreisen. Um diese rein wirtschaftlich optimale stoffliche Produktionsvariante mit unterschiedlichen Varianten der Energieholzproduktion vergleichbar zu machen, wurde der Bodenertragswert in eine jährlich gleich hohe Rate (Annuität) umgeformt. Diese lag für die stoffliche Verwertung bei 188 €/ha und Jahr.

Für die Energieholzproduktion wurde von Erlösen ausgegangen, die sich an den durch STANG und BEINHOFER (2007) [9] berechneten Brennstoffgrenzpreisen für verschiedene Heizsysteme orientierten. Der Brennstoff-Grenzpreis führt definitionsgemäß zu einer Situation, in der ölbetriebene Heizungsanlagen ebenso teuer wie Holz-Heizungsanlagen sind. Um Hausbesitzern einen wirtschaftlichen Anreiz zu geben

auf Holzheizungen umzustellen, wurden für die hier angestellten Berechnungen Erlöse unterstellt, die 20 % unter den Brennstoffgrenzpreisen lagen. Hierzu wurden von den acht beschriebenen Brennstoffgrenzpreisvarianten für Hackschnitzel und Scheitholz, jeweils die Varianten mit den geringsten und den höchsten Grenzpreisen ausgewählt. Dies geschah zum einen, um den Unterschied zwischen einer Hackschnitzel- und einer Scheitholzvermarktung herauszuarbeiten, zum anderen um die durch die Anlagentechnik bedingten Spielräume aufzuzeigen. Die bei den weiteren Berechnungen unterstellten Erlöse bei unterschiedlichen Ölpreisen sind in Tab. 4 zusammengefasst.

Für die Energieholzbereitstellung in Form von Hackschnitzeln und Scheitholz wurden die in Tab. 5. zusammengestellten Verfahren und Kosten angenommen. Sie

Tab. 4. Unterstellte Preise für Energieholz in Abhängigkeit vom Ölpreis				
Preis für Heizöl	Erlöse nach Anlagentechnik [jeweils für Anlagen mit einer Leistung von 25 kW]			
	Hackschnitzelanlage mit Raumaustragung ohne Förderung (V 1*)	Hackschnitzelanlage mit Wechselcontainer und Förderung (V 2*)	Stückholzkessel mit Förderung (V 3a*)	Stückholzkessel unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten des Anlagenbetreibers ohne Förderung (V 3b*)
0,40 €/l	5 €/Fm	29 €/Fm	56 €/Fm	27 €/Fm
0,45 €/l	12 €/Fm	36 €/Fm	66 €/Fm	37 €/Fm
0,50 €/l	20 €/Fm	43 €/Fm	76 €/Fm	47 €/Fm
0,55 €/l	27 €/Fm	51 €/Fm	86 €/Fm	57 €/Fm
0,60 €/l	34 €/Fm	58 €/Fm	96 €/Fm	67 €/Fm
0,65 €/l	41 €/Fm	65 €/Fm	106 €/Fm	77 €/Fm
0,70 €/l	48 €/Fm	72 €/Fm	116 €/Fm	87 €/Fm
0,75 €/l	56 €/Fm	79 €/Fm	126 €/Fm	97 €/Fm
0,80 €/l	63 €/Fm	87 €/Fm	136 €/Fm	107 €/Fm
0,85 €/l	70 €/Fm	94 €/Fm	146 €/Fm	117 €/Fm
0,90 €/l	77 €/Fm	101 €/Fm	156 €/Fm	126 €/Fm
0,95 €/l	84 €/Fm	108 €/Fm	166 €/Fm	136 €/Fm
1,00 €/l	92 €/Fm	115 €/Fm	176 €/Fm	146 €/Fm

* Kürzel stehen für die in AFZ-DerWald 3/2007 S. 127 näher beschriebenen Heizsysteme

Tab. 5: Bereitstellungskosten Energieholz frei Heizanlage [2,4,5,11]

Hackschnitzel (w = 30 %)				Scheitholz (w = 20 %)	
Fällen, Vorliefern, Rücken (Harvester, Forwarder)		17,75 €/Fm			
Hacken (Großhacker)	3,30 €/Srm	8,25 €/Fm	Transport Lagerplatz 10 km (Lkw)	2,00 €/Fm	
Transport 15 km zu Lagerhalle (Lkw)	2,00 €/Srm	5,00 €/Fm	Scheitholzproduktion (große kombinierte Säge, Spaltmaschine, Zwischenlagerung in Gitterboxen)	10,00 €/Fm	
Lagerung in Rundholzhalle	5,90 €/Srm	14,75 €/Fm		Transport 15 km zu Heizanlage (Lkw)	7,00 €/Fm
Transport 15 km zu Heizanlage (Lkw)	2,00 €/Srm	5,00 €/Fm			
Gesamtkosten:	20,70 €/Srm	51,75 €/Fm	37,75 €/Fm		

beruhen auf Angaben von FNR [2], WITTKOPF [11] und HÖLDRICH [4,5]. Maßgeblich beim Kostenansatz war hierbei eine sichere Bereitstellung hochwertiger Brennstoffe. Anhand der ölpreisabhängigen Energieholzpreise aus Tab. 4 konnte so für jede Variante ein ebenfalls ölpreisabhängiger maximaler Bodenertragswert nebst Annuität und das damit verbundene finanziell einträglichste Hiebsalter ermittelt werden (Tab. 6).

Geht man für die Zukunft von weiterhin gleich bleibenden Preisverhältnissen zwischen den Holzsortimenten der stofflichen Verwertung aus und nimmt die aktuellen Preise als Bezugseinheit an, so ist es möglich einen Preisfaktor zu berechnen, der die stoffliche Verwertung gegenüber der energetischen bei sich veränderndem Ölpreis wirtschaftlich gleichstellt. Je nach Ölpreis sind dazu entsprechende Preiserniedrigungen oder -erhöhungen nötig (Abb. 2). Der Ölpreis, bei dem der Preisfaktor größer als Eins wird, ist der Wendepunkt, bei dem ohne Preisanpassung die energetische Holzverwertung höhere Erträge erwirtschaftet als die stoffliche Nutzung.

Die Ergebnisse zeigen: Kosten- und kapitalintensive Energieholzverwertungen, wie sie hier beispielhaft für eine von vielen möglichen Varianten der Hackschnitzelbereitstellung dargestellt wurden, sind bei einem Heizölpreis von 0,6 €/l noch keine wirtschaftliche Alternative zur stofflichen Verwertung.

Anders sieht es allerdings bei weniger teuren Energieholzverwertungen aus. Im Falle der Scheitholzproduktion sind bereits ab einem Ölpreis von 0,6 €/l Preisanpassungen bei der stofflichen Verwertung nötig, damit die stoffliche Produktion für den Waldbesitzer interessant bleibt.

Fazit und Ausblick

Unsere Hauptbaumarten werden bei der Lösung der allgemeinen Frage nach der Zukunftsentnergie im Bereich der Biomasse eine wesentliche Rolle spielen. Trotz ihres im Vergleich zu intensiv bewirtschafteten Energiewäldern geringeren Energiespeicherungspotenzials stellen sie momentan das Hauptreservoir für Energieholz dar. Will man intensive Umgestaltungen un-

serer Kulturlandschaft durch Anlage von Energiewäldern auf landwirtschaftlichen Flächen und die großflächige Umwandlung unserer Wälder in reine Holzäcker nicht in Kauf nehmen, wird sich auch in Zukunft daran nichts Grundlegendes ändern.

Bei der Frage nach einer zukunftsorientierten Energieholzbereitstellung werden daher auf diese abgestellte und den standörtlichen Bedingungen angepasste Waldbaukonzepte immer wichtiger werden. Hierbei wird die Wirtschaftlichkeit der Energieholzproduktion gegenüber der Holzproduktion für die stoffliche Verwertung von zentraler Bedeutung für die zukünftige Gestaltung unserer Wälder sein.

Die anhand des Beispielvergleichs aufgezeigten möglichen ölpreisabhängigen Preissteigerungen sind sicherlich nicht eins zu eins auf die Praxis übertragbar. Preisbestimmende Faktoren des Marktes wie das zukünftige Angebot und die Nachfrage, genauso wie der technische Fortschritt, konnten bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt werden. Sie sind aber für die zukünftige Preisentwicklung entscheidend. Die ermittelten Preisfaktoren sind daher allenfalls als grobe Richtschnur zu verstehen.

Verallgemeinerbare Empfehlungen für eine optimale Umtriebszeit bzw. Verwertung des Holzes lassen sich daher nicht ableiten. Vielmehr handelt es sich bei allen Betrachtungen um dynamische Prozesse, die einer aktuellen Einzelfallentscheidung bedürfen. Ziel des Beitrages war es nicht, für alle denkbaren und möglichen Fälle eine Bewertung abzugeben, sondern eine mögliche Entwicklung der Holzpreise anhand eines Beispiels aufzuzeigen.

Der Poker um den Rohstoff Holz ist heute schon voll im Gange und wird sich in Zukunft durch die weltweite Verknappung der fossilen Ressourcen noch verschärfen. Es sollte daher nicht verwundern, wenn angesichts steigender Energiepreise in Zukunft forstliche Produktionskonzepte mit dem Kredo „Masse statt Klasse“ an Bedeutung gewinnen.

Literaturhinweise:

- [1] BAYERISCHES AMT FÜR FORSTLICHE SAAT- UND PFLANZENZUCHT ASP (2006): Sortenwahl im Energiewald. www.asp.bayern.de [2] FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. – FNR (2000): Leitfaden Bioenergie. [3] FORSTLICHE VERSUCHSANSTALT BADEN WÜRTTEMBERG FVA (2006): Schätzhilfen für den laufenden Zuwachs. www.FVA.de [4] HÖLDRICH, A.; HARTMANN, H. (2006): Lagerung und Trocknungsverlauf von Scheitholz. AFZ-DerWald 13, S. 695-696. [5] HÖLDRICH, A. et al. (2006): Rationelle Scheitholzbereitstellungsvorfahren. TFZ Bericht Nr. 11, Technologie und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe Straubing, TFZ www.tfz.de [6] KUBLIN, E.; SCHARNAGEL, G. (1988): Verfahrens- und Programmbeschreibung zum BWI-Unterprogramm BDAT. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. [7] LEHRSTUHL FÜR WALDWACHSTUMSKUNDE DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN (2000) : Benutzerhandbuch Silva 2.2. [8] LWF BAYERN (2003): Der Energieinhalt von Holz und seine Bewertung. Merkblatt Nr. 12., LWF Bayern. [9] Stang, S.; Beinhofer, B. (2007): Zur Preisentwicklung auf dem Energieholzmarkt. AFZ-DerWald 3, S. 126. [10] WBV LANDSHUT (2006): Aktuelle Holzpreise der Region. Mündliche Mitteilung. [11] WITTKOPF, S. (2005): Bereitstellung von Hackgut zur thermischen Verwertung durch Forstbetriebe in Bayern. Dissertation München S. 217.

Tab. 6: Ergebnisse der Bodenertragswertberechnung für die energetische Verwertung

Preis für Heizöl	Hackschnitzel				Scheitholz			
	V1 ohne Förderung		V2 mit Förderung		V3a mit Förderung		V 3b ohne Förderung	
	Hiebsalter	Annuität	Hiebsalter	Annuität	Hiebsalter	Annuität	Hiebsalter	Annuität
0,40 €/l	120 a	-109 €/ha	120 a	-85 €/ha	45 a	11 €/ha	120 a	-73 €/ha
0,45 €/l	120 a	-102 €/ha	120 a	-78 €/ha	40 a	63 €/ha	120 a	-63 €/ha
0,50 €/l	120 a	-94 €/ha	120 a	-70 €/ha	40 a	116 €/ha	50 a	-35 €/ha
0,55 €/l	120 a	-87 €/ha	120 a	-63 €/ha	40 a	169 €/ha	40 a	14 €/ha
0,60 €/l	120 a	-80 €/ha	60 a	-48 €/ha	40 a	222 €/ha	40 a	67 €/ha
0,65 €/l	120 a	-72 €/ha	45 a	-15 €/ha	40 a	275 €/ha	40 a	120 €/ha
0,70 €/l	120 a	-65 €/ha	40 a	22 €/ha	40 a	328 €/ha	40 a	173 €/ha
0,75 €/l	75 a	-56 €/ha	40 a	60 €/ha	40 a	381 €/ha	40 a	226 €/ha
0,80 €/l	50 a	-26 €/ha	40 a	98 €/ha	40 a	434 €/ha	40 a	279 €/ha
0,85 €/l	45 a	10 €/ha	40 a	136 €/ha	40 a	487 €/ha	40 a	332 €/ha
0,90 €/l	40 a	48 €/ha	40 a	175 €/ha	40 a	540 €/ha	40 a	385 €/ha
0,95 €/l	40 a	87 €/ha	40 a	213 €/ha	40 a	593 €/ha	40 a	438 €/ha
1,00 €/l	40 a	125 €/ha	40 a	251 €/ha	40 a	646 €/ha	40 a	491 €/ha