

Ein Prognosetool für Entscheider

Regionale Abschätzung des Waldenergieholzpotenzials

Udo Hans Sauter, Frieder Hepperle, Bernd Hünlich, Martin Wohnhas, Carla Köhler

Vor dem Hintergrund eines zunehmenden Interesses an Waldholz als regenerativer Energieträger wurde im Rahmen einer Forschungsarbeit eine praxisnahe Methode zur Abschätzung des Waldenergieholzpotenzials entwickelt. Dabei wurden die folgenden Anforderungen der Praxis fokussiert: ausreichende räumliche Differenzierung (Bestand), langer Prognosezeitraum, hohe Datenqualität, mögliches Variantenstudium (Aushaltung, Bereitstellungskosten, Marktpreise) und Aktualisierbarkeit.

Waldenergieholz setzt sich zum einen aus Baumteilen, etwa aus Kronen und stofflich nicht zu verwertendem Derbholz, zum anderen aus Vollbäumen aus Jungdurchforstungen zusammen. Erstere fallen als Koppelprodukt der herkömmlichen Holznutzung an und lassen sich keiner wirtschaftlich vernünftigen stofflichen Nutzung in der Säge-, Papier- oder Werkstoffindustrie zuführen, da sie zu dünn (Kronenholz) oder qualitativ ungeeignet (Fäule) sind (Abb. 1). Eine scharfe Abgrenzung mit langfristigerer Gültigkeit verbietet sich aufgrund der sich rasch verschiebenden Dimensions- und Qualitätsanforderungen der Industriebetriebe und der sich verändernden Aufarbeitungskosten und Marktpreise. Vollbäume aus Durchforstungen fallen besonders mit geringen Dimensionen durch waldbauliche Erfordernisse an, auch wenn eine wirtschaftliche Bereitstellung für eine stoffliche Verwertung nicht möglich ist.

Dr. U. H. Sauter ist Leiter der Abteilung Waldnutzung der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg in Freiburg.

B. Hünlich und M. Wohnhas sind Mitarbeiter der Abteilungen Waldnutzung sowie Biometrie und Informatik. C. Köhler ist externe Projektbearbeiterin.



Udo Hans Sauter
udo.sauter@forst.bwl.de

Waldenergieholzpotenziale – Definitionen

In der Fachliteratur werden übereinstimmend drei Arten von Potenzialen für Waldenergieholz beschrieben. Sie bauen aufeinander auf und unterscheiden sich in Art und Ausprägung der zu berücksichtigenden Nutzungsrestriktionen [3]:

- **Das theoretische Waldenergieholzpotenzial** umfasst „das in einer gegebenen Region innerhalb eines bestimmten Zeitraumes theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot (z.B. die in der gesamten Pflanzenmasse gespeicherte Energie). Es wird allein durch die gegebenen physikalischen Nutzungsgrenzen bestimmt und markiert damit die Obergrenze des theoretisch realisierbaren Beitrags zur Energiebereitstellung“ [5].

- **Das technische Waldenergieholzpotenzial** wird definiert als der „Teil des theoretischen Waldenergieholzpotenzials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist. Zusätzlich dazu werden die gegebenen strukturellen und ökologischen Begrenzungen sowie gesetzliche Vorgaben berücksichtigt,...“ [5]. Andere Autoren verstehen unter dem technischen Waldenergieholzpotenzial das technisch mobilisierbare Energieholz und verweisen auf unvermeidbare Ernteverluste sowie Einflüsse der Hangneigung [6].

- **Das wirtschaftliche Waldenergieholzpotenzial** wird als der Anteil des technischen Waldenergieholzpotenzials definiert, der unter den jeweils betrachteten Rahmenbedingungen wirtschaftlich erschlossen werden kann [2, 5, 6] (Abb. 2).

Datengrundlage

Datengrundlagen der „erweiterten Freiburger Methode“ [3] sind zum einen die Betriebsinventurdaten einzelner Forstbetriebe und zum anderen die darauf aufbauenden Nutzungsansätze der Forsteinrichtung (Stratenplanung). Die regionalen und örtlichen natürlichen, technischen und gesetzlichen Nutzungsbedingungen bzw. Nutzungsrestriktionen sowie die aktuellen Marktbedingungen können ohne Einschränkungen berücksichtigt werden und führen zu soliden Ergebnissen. Nach einer erfolgreichen Pilotanwendung im staatlichen Betrieb Biberach wurde zur Umsetzung der Methode in die Praxis ein Softwaretool in Anlehnung der Software Holzernte 8.0 der FVA Baden-Württemberg in Form eines Demonstrators entwickelt und eine erste Testphase durchgeführt.

Die erweiterte Freiburger Methode

Das Konzept der erweiterten Freiburger Methode ist die Weiterentwicklung der Freiburger Methode [2], die bis zur Abschätzung der technischen Waldenergieholzpotenziale reichte. Die entscheidende

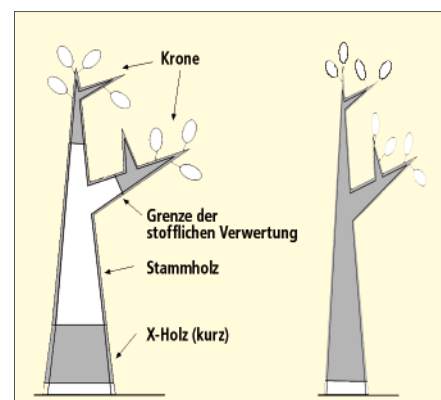


Abb. 1: Quellen für Waldenergieholz: links Baumteile (v.a. Krone und X-Holz), rechts Vollbäume (schwaches Durchforstungsholz)

(Darstellung verändert nach [1])

Erweiterung ist die Einbeziehung der wirtschaftlich relevanten Einflussgrößen Bereitstellungskosten und Marktpreise zur Kalkulation eines wirtschaftlichen Energieholzpotenzials sowie die Option einer GIS-basierten Ergebnisdarstellung auf Bestandesebene. Das Konzept der entwickelten Methode versucht die aus der Literatur bekannten Ansätze zu vervollständigen bzw. Prognoserisiken und Unschärfen durch die Bundeswaldinventur als alleinige Datenbasis oder die Berücksichtigung pauschalierter Annahmen zu vermeiden (ausführliche Literaturnachweise s. [3]).

Die Herleitung der regionalen Waldenergieholzpotenziale gliedert sich in drei Schritte (vgl. Abb. 2).

• **Im ersten Schritt** wird das theoretische Potenzial auf Ebene von Einzelbeständen abgeschätzt [2, 4] (Abb. 3). Es fließen die Daten der örtlichen kleinräumigen Betriebsinventur und der Forsteinrichtung ein. Dabei werden die Strukturdaten und Nutzungsdaten auf die im Beispiel Baden-Württemberg eingeführten Planungsstraten Waldentwicklungstyp und Behandlungstyp konkretisiert und softwaretechnisch weiterverarbeitet und der ausscheidende Bestand charak-

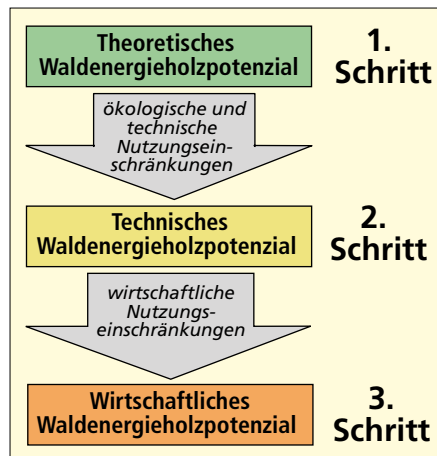


Abb. 2: Schema der Potenzialstufen mit entsprechenden Reduktionsfaktoren

(Darstellung verändert nach [5, 6])

terisiert. Die Höhe des kalkulierten Waldenergieholzpotenzials hängt stark von der Sortimentierung des ausscheidenden Bestandes ab. Die Methode erlaubt die Berücksichtigung der örtlichen Vorgaben und Variantenberechnungen. In Abb. 4 sind zwei außerordentlich einseitig ausgerichtete Aushaltungsvarianten, die „herkömmliche Aushaltung“ und „Aushaltung

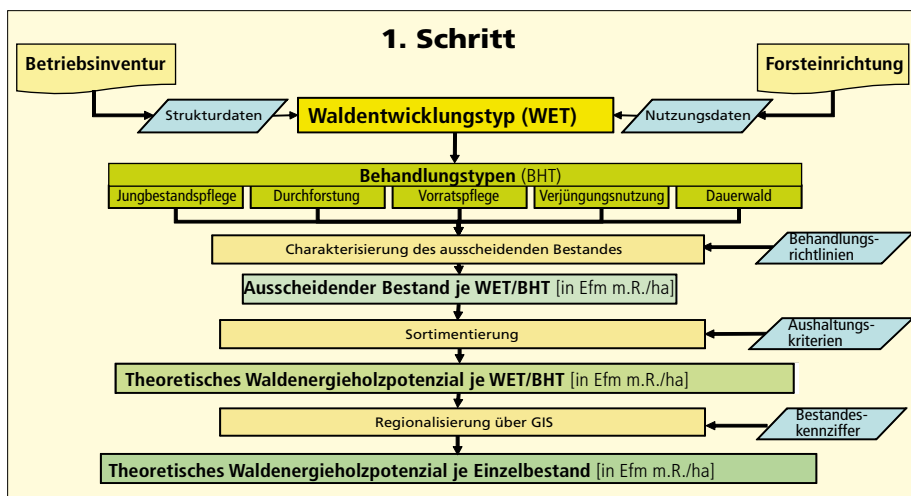


Abb. 3: Kalkulationsschema zur Herleitung des „theoretischen Waldenergieholzpotenzials“ je Einzelbestand nach der erweiterten Freiburger Methode

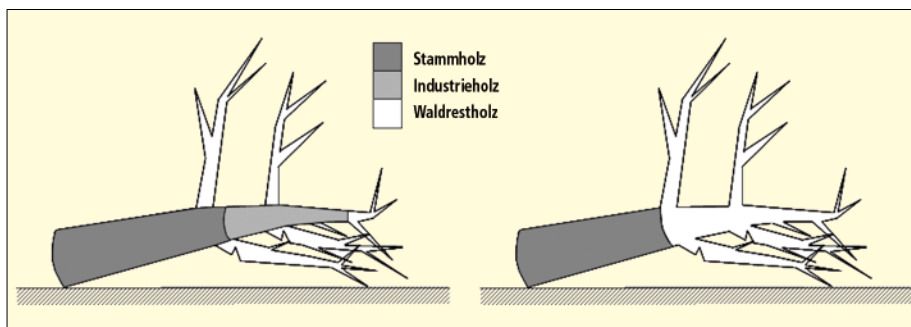


Abb. 4: Schematische Darstellung der Varianten „herkömmliche Aushaltung“ mit Aushaltung von Stammholz, Industrieholz und Waldenergieholz und „Aushaltung Stammholz-Plus“ mit Aushaltung von hochwertigem Stammholz und Waldenergieholz

(nach [2])

Stammholz-Plus“ aufgezeigt. Erstere sieht die Maximierung der stofflichen Ausbeute vor. Letztere sieht nur die Aushaltung von Stammholz und Energieholz vor, was eine Maximierung des Waldenergieholzanteils zulasten der klassischen Industrieholzsorten bedeutet. Die Kalkulationen werden mit dem Programm Holzernte 8.0 ausgeführt. Eine regionalisierte GIS-Darstellung ist realisierbar.

• **Im zweiten Schritt** werden die örtlich relevanten technischen und ökologischen Nutzungseinschränkungen identifiziert und kalkuliert. Ergebnis ist das technische Waldenergieholzpotenzial. Im Fokus stehen Biotopschutz, Ansprüche an die Bestandespfleglichkeit unter Berücksichtigung der Geländeneigung und realistische Ernteverluste. Hierbei sind sämtliche den örtlichen Wald betreffenden Gesetze, Verordnungen und die darin zu findenden konkreten Nutzungseinschränkungen von Bedeutung. Beispiele in Baden-Württemberg ergeben sich aus Schutzgebietskategorien Bannwald, besonders geschützte Biotope nach Landesnaturschutzgesetz bzw. Biotopschutzwald nach Landeswaldgesetz. Es sind weitere Kategorien mit Einflusspotenzial denkbar, die individuell berücksichtigt werden können. Bestandespflegliche Holzernte wird durch zunehmende naturnahe Ausrichtung der Waldwirtschaft, aber auch durch strengere Anforderungen von Zertifizierungssystemen bedeutsam. Das wirkt sich unter Umständen auf die Möglichkeiten der Vorrückung von Vollbäumen und Kronenteilen aus. Die konkrete Einflussnahme der örtlichen Erntesituation ist nur beschränkt darstellbar. Das Prognosemodell bezieht die hieraus ableitbare Reduktion des Waldenergieholzpotenzials indirekt durch flächendeckende Kalkulation von voll erschlossenen Bestandesflächen aufgrund der tatsächlich ermittelten Hangneigung und der sich daraus über die Vorgaben der in Baden-Württemberg anzuwendenden Feinerschließungsrichtlinie ein. Die pauschalisierten Reduktionen je nach Erschließungssituation können nach örtlicher Erfahrung modifiziert werden. Ein wesentlicher reduzierender technischer Faktor stellen Ernteverluste dar.

Pilotuntersuchungen der FVA haben die ganze Problematik realistischer Abschätzungen hierzu deutlich gemacht. Es bestehen erhebliche messtechnische Probleme, die zu sehr großen Schwankungsbreiten für die kalkulierten Reduktionsfaktoren führen. Auch hier ist eine Plausibilisierung vor Ort unerlässlich (Abb. 5).

• **Im dritten Schritt** erfolgt die Berücksichtigung der ökonomischen Restriktionen. Denn nur der Betrieb stellt Energieholz aus dem Wald zur Verfügung, der

eine hohe Motivation dazu hat. Dieser Anreiz liegt darin, Gewinne zu erwirtschaften. Gewinne stellen sich ein, wenn die Produktionskosten geringer sind als die erzielbaren Preise. Auch hier ist eine bestandesweise Betrachtung aufgrund der unterschiedlichen Erntebedingungen unerlässlich. Aus aktuellen Erntekosten und Energieholzerlösen berechnet sich der erntekostenfreie Erlös. Negative erntekostenfreie Erlöse verhindern die Bereitstellung von Waldenergieholz vollständig. Über die Kalkulation der Flächenerlöse lassen sich Bestandeskomplexe mit hohem wirtschaftlichem Potenzial für die Bereitstellung von Waldenergieholz identifizieren und GIS-basiert darstellen (Abb. 6).

Entwurf eines Softwaretools

Der Demonstrator zur Abschätzung der Waldenergieholzpotenziale basiert auf dem Programm Holzernte in der Version 8.0 der FVA Baden-Württemberg. Für die Abschätzung der Waldenergieholzpotenziale wird auf Datenbankstrukturen, Berechnungsalgorithmen und Gestaltung der Benutzeroberflächen des Programms zurückgegriffen. Das Programm Holzernte 8.0 wurde an die Ansprüche zur Abschätzung der Waldenergieholzpotenziale angepasst. Insbesondere wurde eine „offene“ Schnittstelle geschaffen, die eine variable Dateneinspeisung erlaubt und damit die Anpassung an verschiedene Datenquellen erlaubt.

Das Softwaretool selbst ist in zwei Programmbereiche aufgeteilt. Der Bereich „Modelldefinition“ mit der Einstellung der Dimension des ausscheidenden Bestandes in drei Segmenten, der Aushaltungsgrenzen und der Aushaltungspriorität ist mit Modifikationen aus dem Programm Holzernte 8.0 übernommen worden. Der Kalkulationsteil zur „Abschätzung des Waldenergieholzpotenzials“ ist neu entwickelt worden. Hierzu wurden Tabellenstrukturen zur Potenzialabschätzung in die vorhandene Datenbank integriert und die Berechnungsschritte gemäß der „erweiterten Freiburger Methode“ im Programmcode hinterlegt. Die Benutzeroberflächen im Programmteil der Abschätzung sind so entwickelt worden, dass alle die Potenzialkalkulation beeinflussenden Parameter durch den geschulten Nutzer verändert werden können. Die Ausgabe der Ergebnisse der Potenzialberechnung können differenziert nach technischem und wirtschaftlichem Waldenergieholzpotenzial dargestellt werden. Die Ausgabe erfolgt zunächst in der Form einer Excel-Tabelle. Mit der Verknüpfung entsprechender (betriebsspezifischer) GIS-Software sind die

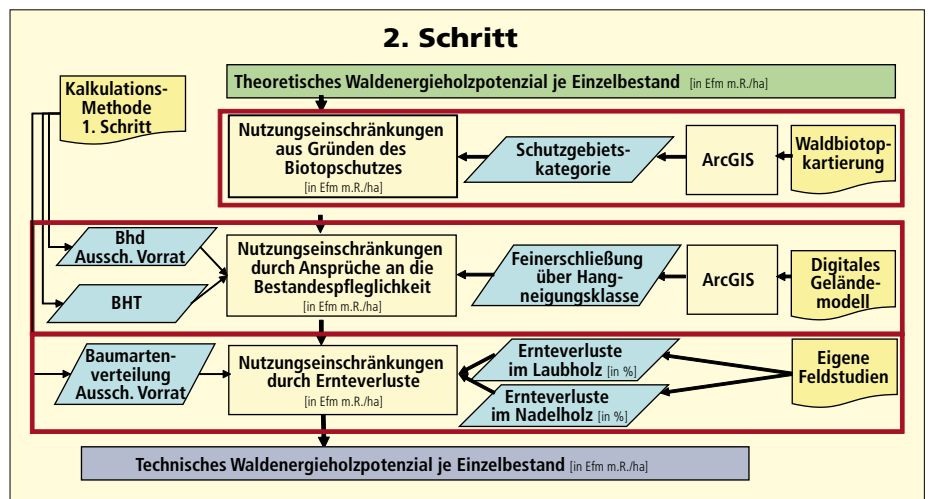


Abb. 5: Kalkulationsschema zur Herleitung des „technischen Waldenergieholzpotenzials“ je Einzelbestand nach der erweiterten Freiburger Methode

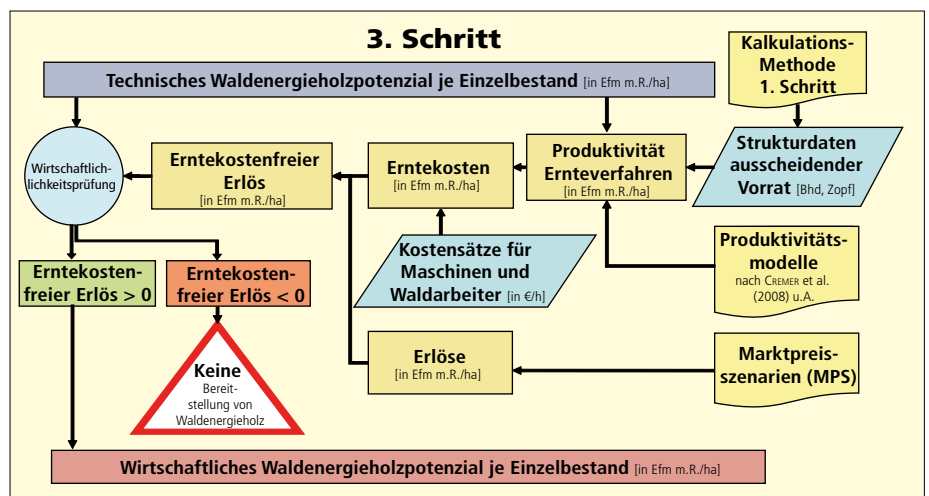


Abb. 6: Kalkulationsschema zur Herleitung des „wirtschaftlichen Waldenergieholzpotenzials“ je Einzelbestand nach der erweiterten Freiburger Methode

Ergebnisse je nach Detaillierungsgrad der eingespeisten Ausgangsdaten bis zur Bestandesebene hinunter visualisierbar.

Folgerungen

Die entwickelte Methode erlaubt die Abschätzung regionaler und betriebsspezifischer „wirtschaftlicher“ Waldenergieholzpotenziale mit hohem räumlichen Detaillierungsgrad. Die Berücksichtigung aller Einflussfaktoren auf die tatsächlich realisierbaren Waldenergieholzpotenziale werden berücksichtigt, einschließlich aktueller Bereitstellungskosten und Marktpreise.

Die Methode und die darauf aufbauend entwickelte Anwendersoftware erlaubt hohe Variabilität und Anpassung an örtliche und betriebsspezifische Anforderungen.

Nachteil des Ansatzes sind die hohen Ansprüche an die erforderlichen Struktur- und Planungsdaten aus Betriebsinventuren und Forsteinrichtung, die insbesondere im Kleinprivatwald fehlen. Dieses Defizit könnte durch Zusammenführung der vorgestellten „erweiterten Freiburger Methode“ und dem Konzept eines Ener-

gieholz-Holzrasche-Kreislaufs einschließlich der darin entwickelten Biomasse-Aufkommensprognose [7] auf Basis der flächendeckend verfügbaren Datengrundlage der Bundeswaldinventur beseitigt werden.

Literaturhinweise:

- [1] DIETER, M.; ENGLERT, H.; KLEIN, M. (2001): Abschätzung des Rohholzpotenzials für die energetische Nutzung in der Bundesrepublik Deutschland. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg. [2] HEPPERLE, F.; BECKER, G.; SAUTER, U. H.; HEHN, M. (2007): Weiterentwicklung GIS-kompatibler Prognosemodelle für Waldenergieholz auf der Grundlage forstlicher Inventur- und Planungsdaten. Forstarchiv 78 (2007), 82-87. [3] HEPPERLE, F. (2010): Prognosemodell zur Abschätzung regionaler Waldenergieholzpotenziale auf der Grundlage forstlicher Inventur- und Planungsdaten unter Berücksichtigung ökologischer, technischer und wirtschaftlicher Nutzungseinschränkungen. Dissertation an der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. [4] KAISER, B. (2007): Regionalisierung technischer Energieholzpotenziale aus dem Wald über Geographische Informationssysteme am Beispiel des Landkreis Biberach. Diplomarbeit an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg. 88 S. [5] KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001): Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren. 1. Aufl. Berlin: Springer, 2001, 1032 S. [6] SIGMUND, V.; FROMMHERZ, J. (1999/2000): Herleitung des verfügbaren Waldenergieholzpotenzials in Baden-Württemberg auf der Basis der Forsteinrichtungsplanung, Forstdirektion Freiburg. In: WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2002): „Holz-Energie-Fibel“, 1. Aufl.; S. 39-48, Stuttgart. [7] WILPERT, K. V.; BÖSCH, B.; BASTIAN, P.; ZIRLEWAGEN, D.; HEPPERLE, F.; HOLZMANN, S.; PUHLMANN, H.; SCHÄFFER, J.; KÄNDLER, G.; SAUTER, U. H. (2011): Biomasse-Aufkommensprognose und Kreislaufkonzept für den Einsatz von Holzraschen in der Bodenschutzalkalim in Oberschwaben. Freiburger Forstliche Forschung, Berichte, Heft 87.155 S.