FVA-einblick

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
Nr. 3, Dezember 2007, Jahrgang 11 ISSN 1614-7707

Seite 2:
Energieholznutzung aus Starkholz

Seite 5:
Energieholz - Konkretisierung betrieblicher Nutzungspotenziale

Seite 8:
Erhöhte Nutzungsintensität und Standortsnachhaltigkeit

Seite 11:
Waldzustandsbericht 2007

Seite 13:
Neuausweisung des Bodenschutzwaldes

Seite 15:
Rindenschäden durch Holzernte

Seite 16:
Hiebsreifeanalyse von Waldbeständen

FVA

Baden-Württemberg
FORSTLICHE VERSUCHS-
UND FORSCHUNGSANSTALT

Energieholznutzung aus Starkholz

von Udo Hans Sauter und Paul Siemes

Seit Jahren besteht im Rahmen des Kyoto-Prozesses ein politisches Interesse, den Anteil der erneuerbaren Energien deutlich zu steigern. In Baden-Württemberg spielt Holz als eine nachhaltig lieferbare Ressource eine zunehmend bedeutende Rolle. Die stetig wachsende Zahl industrieller Heizwerke verlangt nach einer kontinuierlichen und verlässlichen Lieferung von Waldhackschnitzeln. Daraus ergeben sich Fragen in Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Pfleglichkeit und die Nachhaltigkeit von Energieholzbereitstellungsketten und -potenzialen.

Die größte Herausforderung bei der Bereitstellung von Waldhackschnitzeln (Wald-HS) stellt aktuell das vergleichsweise niedrige Erlösniveau im Vergleich zu alternativ aushaltbaren Stammholzsorten dar (Abb. 1). Zur Erwirtschaftung eines positiven Deckungsbeitrags bei der Energieholzbereitstellung ist die Optimierung der gesamten Nutzungskette Energieholz eine zentrale Aufgabe. Das Hauptziel dieser Optimierung besteht darin, ein möglichst hohes Produktionsniveau zu erreichen. Entscheidende Einflussfaktoren auf die Produktivität sind der Holzanfall pro Flächeneinheit und das Stückmasseverhältnis.

Vor dem Hintergrund der skizzierten Optimierungsaufgaben sind schwache Bestände mit geringen Dimensionen des ausscheidenden Bestandes und niedrigen Nutzungsmengen als problematisch anzusehen. Bei der Nutzung von Energieholz aus Althölzern mit hohen Starkholzanteilen sind andere Aspekte bedeutsam:

- Inventuren (BWI I und II) weisen auf wachsende Vorräte im Starkholz hin (ca. 25 % des Gesamtvorrats in Baden-Württemberg ist Starkholz mit einem BHD ≥ 50 cm).
- Günstiges Stückmasseverhältnis beim Starkholz mit zunehmendem Bestandesalter und BHD der Bestände.
- Abnehmende Holzqualitäten in der Krone mit zunehmendem Bestandesalter und dadurch bedingt absinkende Holzerlöse bei Stammholzaushaltung im Kronenbereich.
- Hoher Schaftholzanteil und geringer Astholzanteil in Starkholzkronen im Vergleich zu schwächeren Beständen, d.h. potenziell bessere Qualität des Hackguts durch geringere Fein- und Rindenanteile.

Im Zusammenhang mit der Optimierung entsteht die Frage der Aushaltungsstrategie. Grundsätzlich sind die drei nachfolgend dargestellten, idealtypischen Aushaltungen denkbar:

a) konventionelle Aushaltung (Stammholz-Normal-Aush.)

- Optimierung des Stammholz- und Industrieholzsegments.
- Energieholz (Waldrestholz) als „Restposten“.

b) Energieholzaushaltung

- Nutzung des Vollbaums zur Energieproduktion.
- Aushaltung ist kritisch bzgl. Konkurrenzsituation zwischen stofflicher und energetischer Nutzung (volkwirtschaftlich sinnvolle Nutzung von Ressourcen) sowie hinsichtlich einer optimierten Erlösgestaltung (betriebliche Wertschöpfung).
- Für die meisten Bestände unter den heutigen Rahmenbedingungen keine wirtschaftliche Alternative.

c) Stammholz-Plus-Aushaltung

Zwischen den beiden extremen Varianten ist die „Stammholz-Plus-

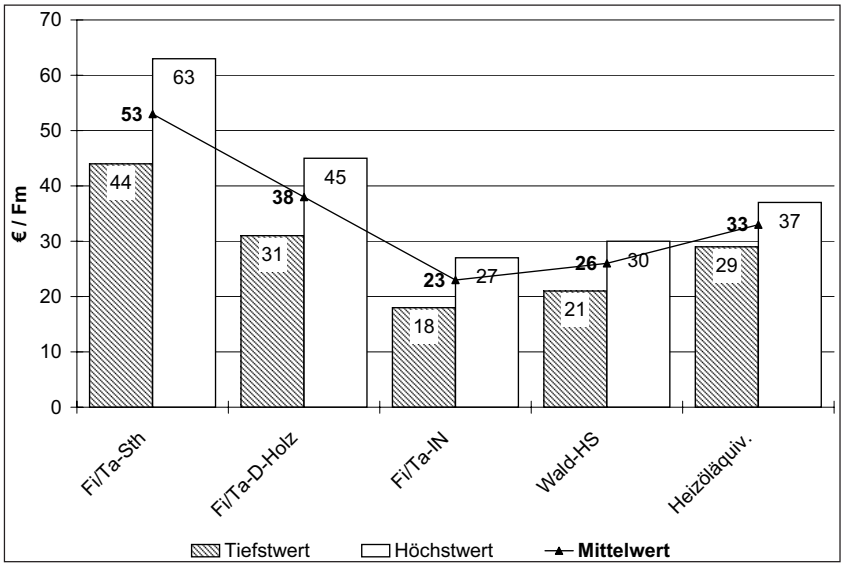


Abb. 1: Durchschnittserlöse für Fichten-Tannen-Sorten 2000-2007 (Stand: Juli 2007, LFV BW)

Aushaltung“ einzuordnen:

- Neben dem Stammholz wird Energieholz als eigenes Produkt gezielt produziert („Zwei-Produktgruppen-Strategie“).
- Aushaltung von preislich gut bewerteten Stammholzsorten, während preislich gering bewertetes Stammholz, Industrieholz und das gesamte Restderbholz und Nichtderbholz als Energieholz ausgehalten wird.
- Erwartete Verbesserung der Leistungen und Kosten durch höheren Volumenanfall pro Hektar (Mehranfall durch höheren Reisiganteil) und eine höhere Stückmasse im Energieholz bei gleichzeitig geringerem Arbeitsaufwand in der Krone (motormanuelle Verfahren).

Nadelstarkholzversuche

Seit 2005 wurden im Rahmen eines von der DBU geförderten Kooperationsprojekts mit der Universität Freiburg zwei Nadelstarkholzernteversuche durchgeführt. Dabei wurden die Auswirkungen der Stammholz-Plus-Aushaltung im Vergleich mit der konventionellen Aushaltung hinsichtlich Ergonomie und Arbeitssicherheit, Pfleglichkeit und Wirtschaftlichkeit bewertet. Zusätzlich wurden bewährte Arbeitsverfahren bzgl. ihrer Leistungs- und Kostencharakteristika bei einer gleichzeitigen Energieholzbereitstellung untersucht. Zur Ermittlung relevanter Daten dienten Zeitstudien.

In Bezug auf die Geländeneigung (Ebene, Steilhang) und Produktausformung (Lang-, Kurzholz) wurden bewusst Grenzbereiche untersucht bzw. einbezogen (Tab. 1). Die Versuche wurden im westlichen Südschwarzwald (Staufen) und auf der Schwäbischen Alb, im Bereich der Donau- bzw. Flächenalb (Ulm) durchgeführt.

Für den Steilhangversuch Staufen im extremen Nadelstarkholz wurde als Bereitstellungsverfahren das sog. Seilbagger-Verfahren eingesetzt, während im Versuch Ulm ein konventionelles Bereitstellungsverfahren für starkes Nadellangholz Anwendung fand (Abb. 2).

	Versuch Staufen	**Versuch Ulm**
Neigung	Steilhang (Ø 65 %)	Ebene (< 5 %)
Baumart	Tanne	Fichte
Aushaltung	Kurzholz	Langholz
BHD ausscheidend	62 cm	48 cm
Höhe ausscheidend	28 m	31 m
Baumvolumen	3,6 Fm	2,3 Fm

Tab. 1: Charakterisierung der Versuchsflächen

In beiden Versuchen ergab sich ein um durchschnittlich rund 20 Prozentpunkte erhöhter Energieholzanfall in der Stammholz-Plus-Variante im Vergleich mit der konventionellen Aushaltung. Gleichzeitig beliefen sich in beiden Versuchen die Kosten für die dezentrale Hackung des Energieholzes auf der Waldstraße bzw. auf zentralen Plätzen im Wald auf rund 20 – 25 % der Gesamtkosten des Bereitstellungsverfahrens.

Im Hinblick auf die Leistungs- und Kostendaten zeigten sich Unterschiede zwischen den beiden Versuchen (Tab. 2):

a) Versuch Staufen: Unter den Steilhangbedingungen lagen beide Aushaltungsvarianten bzgl. der Leistungs- und Kostendaten auf vergleichbarem Niveau. Zu beachten ist allerdings, dass bei der Rückung von Stamm- und Energieholz durch Tragschlepper die Stammholz-Plus-Aushaltung ungünstigere Leistungs- und Kostenwerte aufgrund des höheren Energieholzanfalls im Vergleich mit der Stammholz-Normal-Aushaltung aufweist (Energieholz kann weniger dicht geladen werden).

b) Versuch Ulm: Die Stammholz-Plus-Aushaltung weist aufgrund des geringeren Aufarbeitungsgrades in der Krone und des höheren Volumenanfalls pro Hektar sowie des günstigeren Stückmasseverhältnisses beim Energieholz insgesamt günstigere Leistungs- und Kostendaten im Vergleich mit der konventionellen Aushaltung auf.

Kennzahlen	Teilarbeiten	Einheit	Versuch Staufen		Versuch Ulm	
			Aushaltungsvariante			
			Normal	Plus	Normal	Plus
Leistung	Fällen und Aufarbeiten	Fm / Std.	4 - 5			7 - 8
	Vor-/Rücken m. Seilbagger	Fm / MAS	20 - 25	20 - 30	---	
	Vor-/Rücken m. Seilschlepper		---		13 - 14	11 - 12
	Restaufarbeitung	Fm / Std.	40 - 50		---	
	Rücken m. Tragschlepper	Fm / MAS	22 - 26	17 - 21	16 - 18	18 - 20
	EnergH-Spaltung m. Bagger*		---		12 - 15	35 - 40
	EnergH-Hackung*		30 - 35	40 - 50	25 - 30	28 - 35
Kosten	Fällen und Aufarbeiten	EUR / Fm	5 - 6	4 - 6	8 - 9	5 - 6
	Vor-/Rücken m. Seilbagger		7 - 9		---	
	Sth-Rücken m. Seilschlepper		---		5 - 6	5 - 7
	Restaufarbeitung		1 - 2		---	
	Rücken m. Tragschlepper		5 - 7	7 - 9	3 - 4	
	EnergH-Spaltung m. Bagger*		---		4 - 6	2 - 4
	EnergH-Hackung*		6 - 7	5 - 6	4 - 6	
Gesamt	Kosten ohne Energieholzhackung	EUR / Fm	18 - 24	19 - 26	20 - 25	15 - 21
	Kosten mit Energieholzhackung		24 - 31	24 - 32	24 - 31	19 - 27

* in Fm m.R., sonstige Werte in Fm, da Manipulation von Stamm- (Fm o.R.) und Energieholz (Fm m.R.)

Tab. 2: Leistungs- und Kostendaten der beiden Starkholzernteversuche

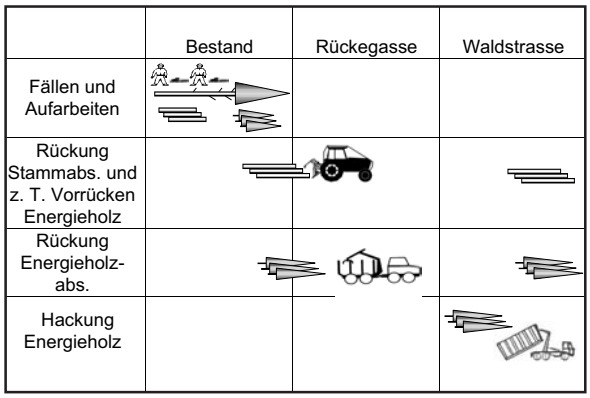


Abb 2a: Konventionelles Langholz-Verfahren Ulm

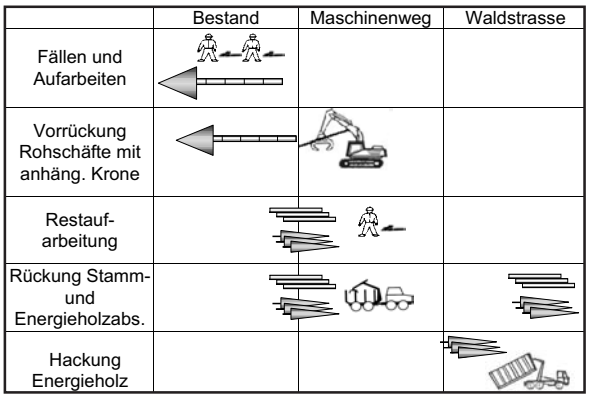


Abb 2b: Seilbagger-Verfahren Staufen

Aushaltungsvariante bestimmt Erlöse und Kosten

Im Rahmen der Holzbereitstellung ist die Wahl eines an die bestandesspezifischen und betrieblichen Rahmenbedingungen angepassten Bereitstellungs- bzw. Arbeitsverfahrens entscheidend. Hier findet bereits die entscheidende Festlegung bzgl. des Leistungs- und Kostenniveaus statt. Durch die Wahl der Aushaltungsvariante, d.h. durch die Festlegung der Sorten und damit auch der Stückmasse, werden einerseits die Holzerlöse vorbestimmt und andererseits Leistungen und Kosten des Bereitstellungsverfahrens maßgeblich festgeschrieben.

Auf Grundlage der Versuchsdaten wurde für beide Versuche eine Wirtschaftlichkeitsberechnung auf Basis der Holzpreise des IV. Quartals 2006 durchgeführt.

Bei den Erlösen blieb die Stammholz-Plus-Variante in allen Versuchen unterhalb des Niveaus der konventionellen Aushaltung (Tab. 3), d.h. bei gegebener Preisdifferenz zwischen Energieholz- und Stammholzsorten konnte der Mehranfall an Energieholz die Mindereinnahmen im Stammholz nicht vollständig kompensieren.

Bei den Bereitstellungskosten liegt die Stammholz-Plus-Variante im Vergleich mit der konventionellen Aushaltung aufgrund der aushaltungsbedingten Vorteile (Volumenanfall pro Fläche, Stückmasseverhältnis) auf einem günstigeren Niveau. In der Steilhangsituation (Staufen) ist dieser Unterschied geringer ausgeprägt als auf der Ebene (Ulm).

Im Hinblick auf die erntekostenfreien Erlöse ist festzustellen, dass der Leistungs- und Kostenvorteil der Stammholz-Plus-Aushaltung bei aktueller Marktbewertung von Waldhackschnitzeln nicht ausreichend ist, um die reduzierten Gesamterlöse im Vergleich mit der konventionellen Aushaltung zu kompensieren. In der Steilhangsituation ist der Unterschied am stärksten ausgeprägt, während in der Ebene beide Varianten auf vergleichbarem Niveau liegen.

Schlussfolgerungen

Die Nadelstarkholzernteversuche zur effizienten Bereitstellung von Stammholz und Waldenergieholz haben gezeigt, dass beide Arbeitsverfahren geeignet sind, um neben Stammholz auch Energieholz zu betriebswirtschaftlich angemessenen Konditionen bereitzustellen, wobei die Stammholz-Plus-Aushaltung tendenziell günstigere Leistungs- und Kostenwerte aufweist.

Der Leistungs- und Kostenvorteil in der Stammholz-Plus-Aushaltung reicht unter den betrachteten Rahmenbedingungen, insbesondere der aktuellen Marktpreise für Waldhackschnitzel, nicht aus, um die Mindereinnahmen im Stammholzbereich bezüglich des erntekostenfreien Erlöses zu kompensieren.

Begrenzender Faktor für die Anwendung der Stammholz-Plus-Aushaltung im Nadelstarkholz in der Praxis ist der aktuell relativ niedrige Marktpreis für Waldhackschnitzel.

Dr. Udo Hans Sauter
FVA, Abt. Waldnutzung
Tel.: (07 61) 40 18 – 2 37
udo.sauter@forst.bwl.de

Versuch und Variante		erntekostenfreie Erlöse [EUR/Fm]	Bereitstellungs-kosten [EUR/Fm]	Erlöse der Produkte [EUR/Fm]
Ulm	Sth-Normal	42,3	28,0	70,3
	Sth-Plus	42,4	21,7	64,2
Staufen	Sth-Normal	41,6	28,0	69,6
	Sth-Plus	36,1	27,7	63,8

Tab. 3: Wirtschaftlichkeit der Bereitstellungsverfahren und Aushaltungsvarianten

Energieholz - Konkretisierung betrieblicher Nutzungspotenziale

von Frieder Hepperle

Einleitung

Bei der Entscheidung über Investitionen in Heiz(kraft)anlagen ist das Wissen um die tatsächliche Verfügbarkeit der Ressource Waldenergieholz ein gewichtiger Faktor. Nur die fundierte Kenntnis über die konkrete räumliche und zeitliche Verfügbarkeit potenzieller Waldenergieholzmengen bietet eine verlässliche Planungsgrundlage sowohl für Lieferanten (Bereitstellungs-, Arbeitsplanung) als auch für den Abnehmer (Investitionsplanung, Versorgungslogistik).

Waldenergieholz

Waldenergieholz wird bei Potenzialstudien zum einen in Form von Waldrestholz und zum anderen in Form von Schwachholz berücksichtigt. Als Waldrestholz bezeichnet man die Baumkompartimente, die bei der Holzernte im Wald verbleiben, d.h. Kronenholz und nichtverwertbares Derbholz inklusive Rinde. Schwachholz beinhaltet die bei der Holzernte (in der Regel bei Pflegemaßnahmen) entnommenen Bäume, die aufgrund zu geringer Durchmesser nicht stofflich verwertet werden (energetische Vollbaumnutzung).

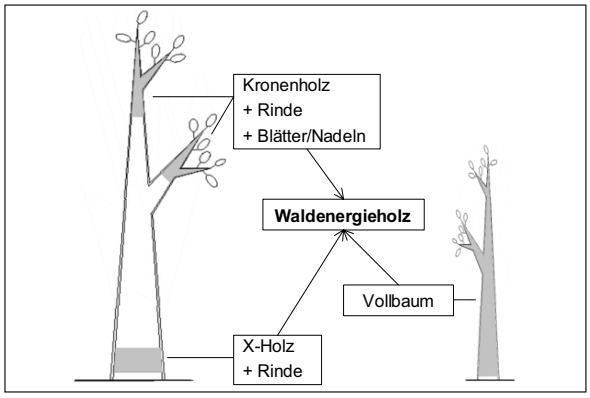


Abb. 1: Waldrestholz / Schwachholz

Verschiedene Energieholzpotenziale

1. Theoretisches Potenzial: Das theoretische Potenzial beschreibt das in einer gegebenen Region innerhalb eines bestimmten Zeitraumes theoretisch physikalisch nutzbare Energieangebot (z.B. die in der gesamten Pflanzenmasse gespeicherte Energie).
2. Technisches Potenzial: Das technische Potenzial beschreibt den Teil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist. Zusätzlich dazu werden die gegebenen strukturellen und ökologischen Begrenzungen sowie gesetzliche Vorgaben berücksichtigt.
3. Ökonomisches Potenzial: Das wirtschaftliche Potenzial beschreibt den zeit- und ortsabhängigen Anteil des technischen Potenzials, der unter den betrachteten Rahmenbedingungen wirtschaftlich erschlossen werden kann.

Waldenergieholzpotenziale

Die Mobilisierung möglicher Waldenergieholzmengen stellt Forstbetriebe vor folgende Fragen:

- Wo steht wieviel Energieholz?
- Wieviel Energieholz kann in der laufenden Forsteinrichtungsperiode bereitgestellt werden?
- Wieviel Energieholz kann mittel- bis langfristig bereitgestellt werden?
- Wie können diese Energieholzmengen zu welchen Kosten mobilisiert werden?

Damit ein Forstbetrieb am Energiemarkt bestehen kann, muss der Betrieb demnach abschätzen können, wo sich die mögliche Ressource (Status Quo) befindet, wie viel dieser Menge tatsächlich nachhaltig mobilisierbar ist und wie sich die Mobilisierung der Energieholzmengen auf das Betriebsergebnis auswirkt.

Vor diesem Hintergrund wurde an der FVA, Abteilung Waldnutzung in Zusammenarbeit mit dem Institut für Forstbenutzung und Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg ein methodischer Ansatz, die sogenannte „Freiburger Methode“ entwickelt. Dies geschah im Rahmen des DBU-Projekts „Mobilisierung und wirtschaftliche Nutzung von Rohholz aus Wald und Landschaft zur Energieerzeugung“ (Förderkennzahl: 22128-33/0).

Diese Methode ermöglicht es derzeit, das regionale technische Energieholzpotenzial auf Stratenebene (in diesem Fall die Behandlungstypen in den jeweiligen Waldentwicklungstypen) auf Basis der Betriebsinventur und der Forsteinrichtung abzuschätzen.

Die Ergebnisse dieser Auswertung lassen sich dann auf die einzelnen Bestände des jeweiligen Betriebs übertragen und über ein Geographisches Informationssystem (GIS) visualisieren.

Die Freiburger Methode

Als Datengrundlagen dienen der „Freiburger Methode“ zum einen die Betriebsinventurdaten einzelner Forstbetriebe und zum anderen die Nutzungsansätze der auf diesen Strukturdaten aufbauenden Forsteinrichtung (Stratenplanung) (Abb. 2).

Der erste Kalkulationsschritt

Im ersten Kalkulationsschritt wird das theoretisch-technische Energieholzpotenzial auf Ebene der Behandlungstypen (=Unterstraten: Jungbestandspflege, Durchforstung, Vorratspflege, Verjüngung, Dauerwald) in den jeweiligen Waldentwicklungstypen (=übergeordnete Straten) ermittelt.

Dabei wird ausgegangen von den Nutzungsansätzen der Forsteinrichtung und pauschalen Mengenabschlägen aufgrund verfahrensbezogener technischer Einschränkungen (mechanische Ernteverluste).

Je nach Zugehörigkeit können diese Werte den einzelnen Beständen oder einem der oben genannten Straten bzw. Unterstraten zugeordnet werden und über Geographische Informationssysteme (GIS) visualisiert werden.

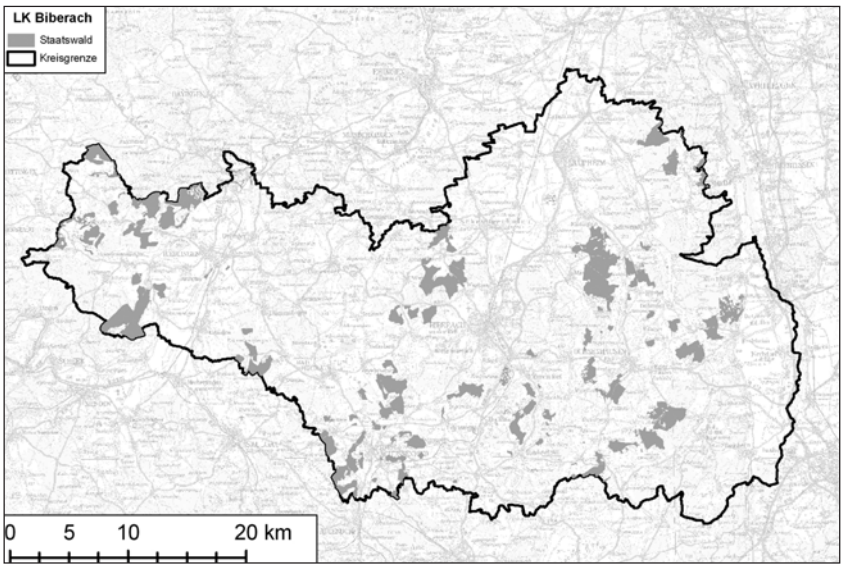


Abb. 3: Staatswald im Landkreis Biberach

Nach einer ersten Überarbeitung wurde die „Freiburger Methode“ wurde diese Methode auf den Staatswald im Landkreis Biberach angewendet. Das Projektgebiet Biberach (Abb. 3) ist nun Gegenstand der Entwicklungsarbeit an der „Freiburger Methode“.

Der zweite Kalkulationsschritt

In Zusammenarbeit mit der Kreisforstverwaltung Biberach wurden die auf die Staatswaldflächen bezogenen technischen Restriktionen definiert und im zweiten Kalkulationsschritt in GIS berücksichtigt. Hierbei zeigt sich, dass vor allem die Zugehörigkeit von Waldflächen zu Schutzgebietskategorien (Naturschutzgebiet, Waldschutzgebiet, Waldbiotope und Natura 2000/ FFH-Gebiete) einen maßgeblichen Einfluss auf das technische Energieholzpotenzial hat. Weitere technische Restriktionen (Steilhang, Blocküberlagerung) spielen hier eine untergeordnete Rolle

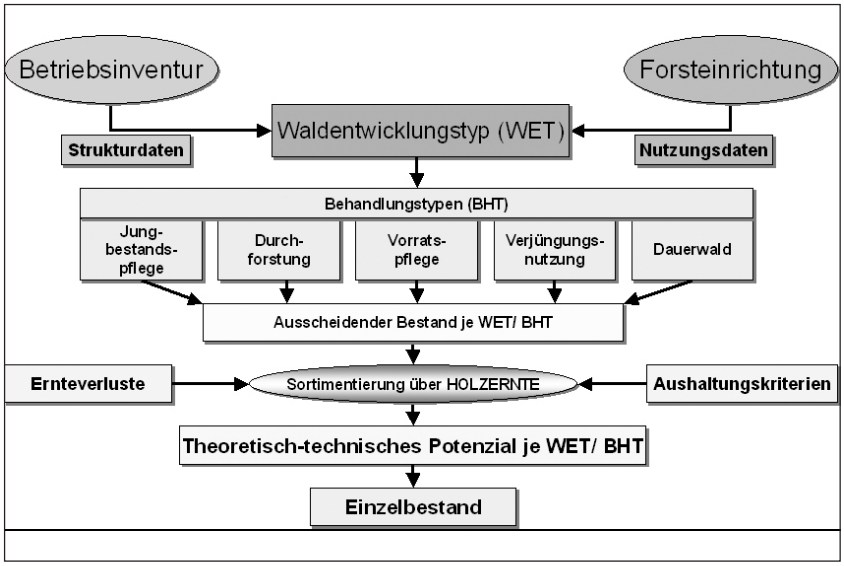


Abb. 2: Schema der „Freiburger Methode“

Ergebnisse

Die Ergebnisse des ersten Kalkulationsschritts, d.h. das theoretisch-technische Energieholzpotenzial, wurden in GIS auf die Bestandesflächen übertragen (Abb. 4). Für den Staatswald im Landkreis Biberach (rund 10.800 ha) ergibt sich nach dem ersten Kalkulationsschritt ein theoretisch-technisches Waldenergieholzpotenzial von etwa 29.200 m³ je Jahr (ca. 2,7 $m^3\ a^{-1}\ ha^{-1}$).

Nach dem zweiten Kalkulationsschritt, d.h. nach der Integration flächenbezogener Restriktionen, ergibt sich für den Staatswald

im Landkreis Biberach ein technisches Waldenergieholzpotenzial von etwa 23.400 m³ je Jahr (ca. 2,2 $m^3\ a^{-1}\ ha^{-1}$). Dies entspricht einer Reduktion des theoretisch-technischen Energieholzpotenzials um ca. 19 % (Abb. 5).

Energie für 2.900 Haushalte aus dem Staatswald Biberach

In Energieeinheiten ausgedrückt ergibt dies eine jährliche Gesamtenergiemenge von etwa 182.500 GJ je Jahr. Dies gilt unter den Annahmen eines durchschnittlichen Wassergehaltes von etwa 35 % und eines durchschnittlichen Heizwertes von etwa 2.167 kWh/m³ bzw. 7.800 MJ/m³. Letzterer ist ein Mischwert für die vorliegende Holzartenverteilung (36 % Laubholz, 64 % Nadelholz). Vergleicht man die obige Gesamtenergiemenge mit dem direkten jährlichen Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser eines durchschnittlichen deutschen Haushalts (ca. 62 GJ/ Jahr laut Statistischem Bundesamt), so könnten über diese Energiemenge etwa 2.900 Haushalte versorgt werden.

Der GIS-Kartenausschnitt (Abb.5) aus dem Landkreis Biberach zeigt, wie sich dieses technische Potenzial auf die Bestandesflächen verteilen kann.

Weitere Meilensteine der „Freiburger Methode“

Im weiteren Projektverlauf werden den einzelnen Beständen das den Bestandesverhältnissen am besten angepasste Bereitstellungssystem (Arbeitsbestverfahren) zugeordnet. Auf dieser Grundlage ist eine ökonomische Bewertung der Energieholzbereitstellung und somit auch eine Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials möglich.

Bei der Belieferung von Heiz(kraft)werken mit Waldenergieholz bedarf es einer langfristigen Liefersicherheit. Die Forsteinrichtung bietet jedoch „nur“ einen Planungszeitraum von maximal 10 Jahren. Die Integration einer Wachstumssimulation in die „Freiburger Methode“ soll es ermöglichen abzuschätzen, ob der jeweilige Forstbetrieb Lieferverträge eingehen kann, die über diesen Einrichtungszeitraum hinausgehen.

Resultat des Projektes soll ein GIS-gestütztes Kalkulationsprogramm sein, das den methodischen Ansatz der „Freiburger Methode“ umsetzt und die einzelnen Teilschritte der Kalkulation benutzerfreundlich koordiniert.

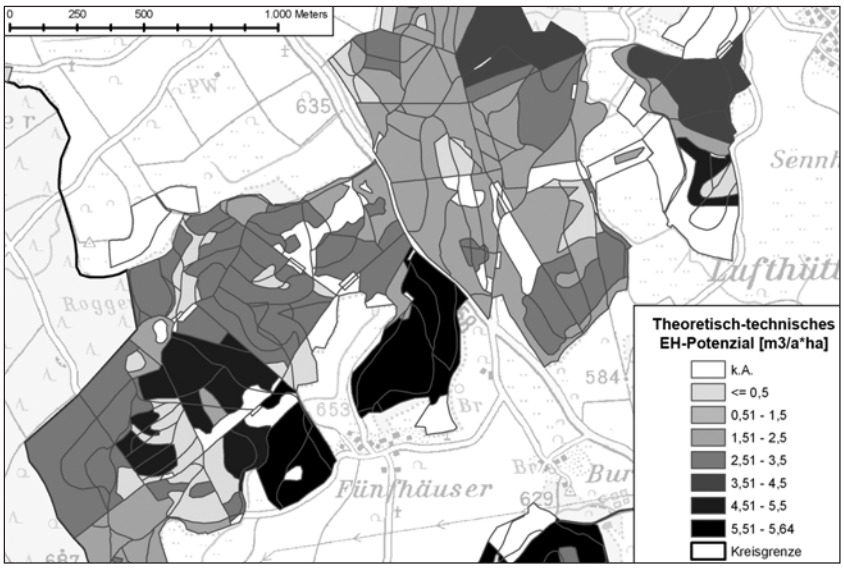


Abb. 4: Beispiel für die räumliche Verteilung des theoretisch-technischen Waldenergieholzpotenzials im Staatswald des Landkreises Biberach (Bereich Bad Schussenried)

Frieder Hepperle
FVA, Abt. Waldnutzung
Tel.: (07 61) 40 18 – 3 17
frieder.hepperle@forst.bwl.de

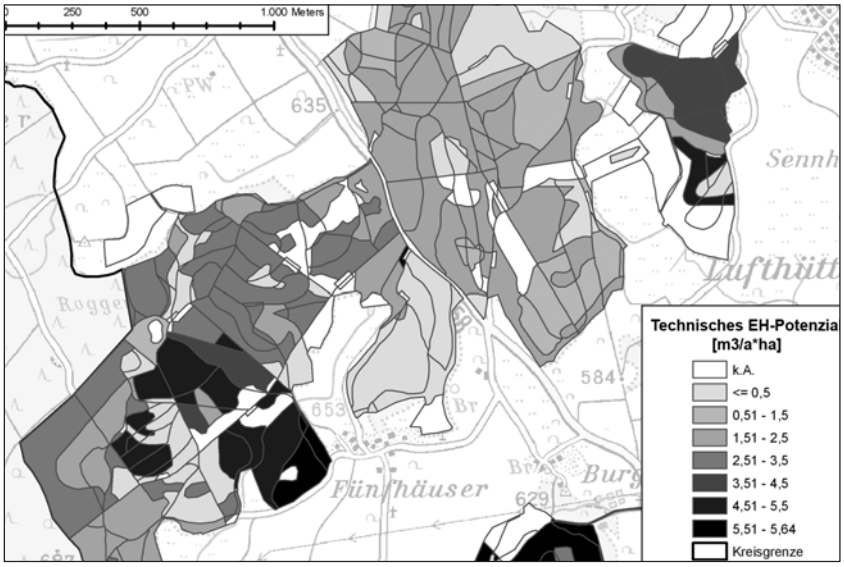


Abb. 5: Kartenausschnitt: Beispiel für die Verteilung des technischen Waldenergieholzpotenzials im Staatswald des Landkreises Biberach (Bereich Bad Schussenried)

Erhöhte Nutzungsintensität und Standortsnachhaltigkeit

von Klaus von Wilpert, Jürgen Schäffer und Dietmar Zirlewagen

Die Nutzung von Holz als eine Quelle erneuerbarer Energie ist in den letzten Jahren stetig gewachsen und wird weiter an Bedeutung gewinnen. Mit der Biomassenutzung werden den Waldökosystemen jedoch essentielle Nährelemente entzogen. Eine aus ökologischer Sicht nachhaltige Nutzung des Rohstoffes Holz ist nur möglich, wenn die Pufferfähigkeit der Standorte nicht überschritten bzw. wenn der Nährstoffexport durch umwelttechnische Maßnahmen wie Bodenschutzkalkungen ökosystemverträglich ausgeglichen wird. Die ökologischen und ökonomischen Möglichkeiten und Grenzen einer gegenüber den bisherigen Holzerntestrategien erweiterten Biomassenutzung sind weder auf der Ebene von Einzelbetrieben noch auf Landschaftsebene hinreichend bekannt.

Kreislaufkonzept für Holzbiomasse und -asche

In einer Kooperation mit der EnBW wird 2008/09 für die Modellregion Oberschwaben ein standortsdifferenziertes Holzbiomasse-Holzasche-Kreislaufkonzept erarbeitet. Neben der flächenbezogenen Prognose der im Wald mobilisierbaren Biomasse anhand von Daten der Bundeswaldinventur (BWI) soll die ökologische Verträglichkeit einer intensivierten Biomasseernte standortsindividuell abgeschätzt und ein Konzept zur Kompensation der Nährelementverluste erarbeitet werden. Das Besondere ist der praxisnahe, regionale Bezug, d.h. die Projektregion entspricht dem Einzugsbereich größerer Heizwerke (Abb. 3).

Bei der Entwicklung eines langfristig nachhaltigen Holzbiomasse-Energiekonzepts müssen sowohl die standörtlichen Grenzen der Nutzungsintensität als auch der aus einer intensivierten Biomasseernte sich ergebende Kompensationsbedarf einbezogen werden.

Optimierung der Holzbiomassenutzung

Dabei soll sowohl ökologisch bezüglich Stoffbilanzen als auch ökonomisch bezüglich der Relation Energieertrag zu Aufwand für verstärkte Bodenschutzkalkung (Holzascherückführung) eine langfristige Optimierung der Holzbiomassenutzung auf Landschaftsniveau erfolgen. Konkret wird das Ergebnis dieser Optimierung in Form von Karten zum Nutzungspotenzial und zum sich daraus ergebenden Kompensationsbedarf erarbeitet. Vorarbeiten hierfür liegen aus früheren Projekten an der FVA vor, zum Beispiel aufwändige Regionalisierungsmodelle zur chemischen Bodenqualität (Abb. 1) als Basis für die Einschätzung der Empfindlichkeit der Standorte gegenüber verstärkter Biomassenutzung. Weitere Grundlagen sind Arbeiten zur Wirkung der Holzascheausbringung im Wald und die BWI als Basis der Aufkommensprognose.

Die bodenkundlichen Geländemodelle liegen in Oberschwaben mit einer Auflösung von 10 m vor und können so Informationen zu Basenvorräten im Boden und damit zu dessen Tragfähigkeit gegenüber verstärkten Biomasse- und Nährelementexporten in praxisrelevanter Auflösung liefern, d.h. auf einzelne Bestände bezogen. Neben der Basenausstattung der Böden und ihren einzelnen ernährungswirksamen Komponenten sind insbesondere die Phosphorvorräte für die Beurteilung der Standortsnachhaltigkeit von Bedeutung.

Grundlage für die Bewertung der Standortsnachhaltigkeit von unterschiedlichen Nutzungsintensitäten bzw. für die Ableitung eines Kompensationsbedarfs ist die Abschätzung von Stoffbilanzen. In diese müssen neben dem Nährelemententzug mit der Biomasseernte alle quantitativ relevanten Stoffein- und -austragsraten einbezogen werden. Für basische Kationen sind der Eintrag mit der Deposition und die Basenfreisetzung aus Silikatverwitterung Bilanzgewinne. Auf der anderen Seite sind neben dem Basenexport mit der Biomasse als gravierendere

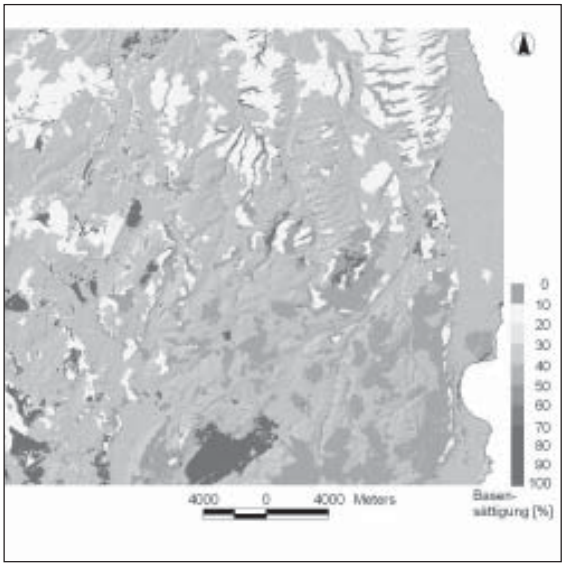


Abb. 1: Geländemodell der Basensättigung in 10-30 cm Bodentiefe

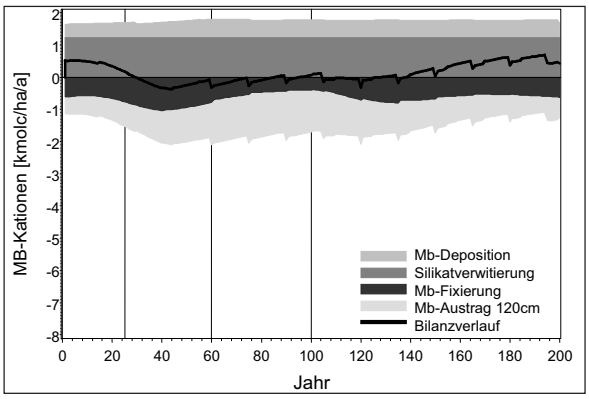


Abb. 2a: Bilanzen der basischen Kationen (Mb-Kationen) für Buchen-Dauerwald ...

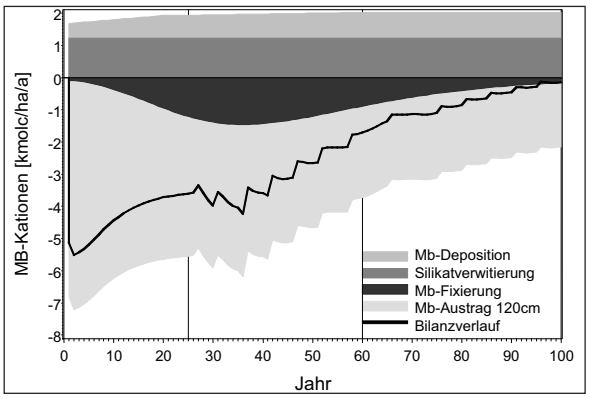


Abb. 2b: ... und Fichten-Reinbestand am Standort der Ökosystemstudie Conventwald

Verlustgröße der Stoffaustrag mit dem Sickerwasser zu berücksichtigen. In Abb. 2 wird die Abhängigkeit der Basenbilanz von der Waldbewirtschaftung am Beispiel der nahe Freiburg gelegenen Conventwald-Fallstudie gezeigt. Dieser Standort auf nährstoffreichem Paragneis ist sicherlich nur eingeschränkt mit den glazialen Substraten Oberschwabens vergleichbar, der relative Unterschied zwischen den waldbaulichen Varianten jedoch schon.

Während die Basenbilanz bei der Buche-Dauerwaldvariante ausgeglichen ist und über die Umtriebszeit hinweg wenig Schwankungen zeigt, ist die Basenbilanz beim Fichten-Reinbestand mit Kahlschlagsverjüngung, insbesondere wegen der hohen Verlustraten mit dem Sickerwasser, deutlich negativ und stark abhängig von Bestandesphasen. In Tab. 1 sind die durchschnittlichen Bilanzgewinne und -verluste je Jahr und Hektar für Mb-Kationen bei diesen beiden waldbaulichen Behandlungsvarianten berechnet. Diese sind zusätzlich anhand der Ernteintensität gegliedert. Die Basenverluste sind bei Vollbaumernte (d.h. Ernte der gesamten oberirdischen Biomasse) um ca. 40% höher als bei Ernte von Holz ohne Rinde. Der überwiegende Anteil dieser erhöhten Basenverluste geht auf die praxisüblichen Ernte von Holz in Rinde zurück. Die Fichten-Variante führt auch bei der schonendsten Ernteintensität mit Basenverlusten von knapp 2 $kmol_c ha^{-1}a^{-1}$ zu einer hohen Bodenbelastung.

Die hier exemplarisch dargestellten Basenbilanzen sind nur eingeschränkt auf die Region Oberschwaben übertragbar. Im Rahmen des Projekts werden zur Abschätzung der durchschnittlichen Sickerwasserausträge an den Messpunkten der Bodenzustandserfassung Basenkonzentrationen in wässrigen Bodenextrakten verwendet.

Holzasche bringt Basen zurück

Die Rückführung der durch Holzernte entzogenen Basizität durch die Ausbringung von Holzaschen in Waldökosystemen ist eine mögliche Alternative für den Ausgleich des Nährstoffexports. Dies entspricht auch dem Grundgedanken des Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetzes. Bei der Verbrennung von Holz bleibt Asche übrig, in der basische Elemente wie Calcium, Kalium und Magnesium, aber auch Phosphor angereichert sind. Diese Stoffe stellen wertvolle Pflanzennährstoffe dar. In einem vorhergehenden Projekt der FVA ist ein Regelwerk für eine umweltverträgliche Gestaltung eines Holzaschekreislaufes entwickelt und in die novellierte Düngemittelverordnung aufgenommen worden.

Damit ist die rechtliche Voraussetzung für ein Holzbiomasse-Holzasche-Kreislaufkonzept gegeben. In der Verordnung ist die Beimischung von 30% Holzasche aus unbehandeltem Waldholz zum bei der Bodenschutzkalkung verwendeten Dolomitkalk zugelassen.

Es ist ein Ziel der Projektarbeit, die bei der Versorgung der Heizwerke mit Holzbiomasse, beim Transport der Holzasche sowie bei deren Qualitätsüberwachung bis hin zur Ausbringung der Kalk-

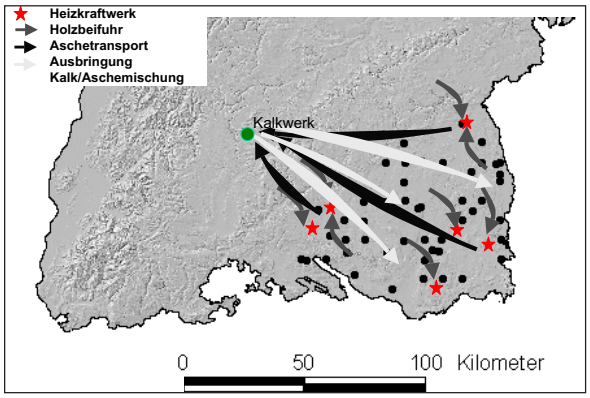


Abb. 3: Logistikbewegungen zur Versorgung, Lieferung und Ausbringung

Asche-Mischung anfallenden Logistikprobleme für einen praxisrelevanten Landschaftsausschnitt zu bearbeiten (Abb. 3).

In der dargestellten Projektarbeit sollen sowohl die regional nachhaltig verfügbare Rohstoffdecke erfasst als auch die ökologische Verträglichkeit bzw. der Kompen-sationsbedarf eines erhöhten Biomasseentzugs in Landschaftsmodellen konkretisiert werden.

Konkrete Planungshilfen

Damit werden Hilfen sowohl für die Planung von Heizwerken als auch für ein ressourcenschonendes, auf Nachhaltigkeit ausgerichtetes und Bodenschutzaspekte integrierendes Kreislaufkonzept geschaffen. Sowohl für den Forstbesitz als auch für dessen Kunden, die Energieunternehmen, welche Holzbiomasse für Energieerzeugung nutzen und ggf. Holzasche liefern, sind Vorteile durch ein regionales Biomasse-Kreislaufkonzept zu erwarten:

- Sichere Bestimmung der nachhaltig verfügbaren Rohstoffdecke als Grundlage der langfristigen Kapazitätsplanung.
- Die Bestimmung des Kompensationsbedarfs und die Kalkulation des hierfür notwendigen finanziellen Aufwands stellt das gesamte Konzept insofern auf eine langfristig nachhaltige Basis, als mittel- und langfristige Nebenwirkungen durch Nährstoffentzüge einschließlich des Aufwandes für deren Behebung von vornherein mitkalkuliert werden und dadurch das Risiko von ungewollten Umweltschäden minimiert wird.
- Die Einbeziehung der standörtlichen Nachhaltigkeitsaspekte und des Kreislaufgedankens machen das Konzept überzeugend bei der Vermittlung in der Öffentlichkeit.

Bei der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit der Holzernte ist zu berücksichtigen, dass schon bei praxisüblichen Ernteintensitäten - unter dem Einfluss der heute wirksamen Umweltbedingungen - die Bodenvorräte an essentiellen Nährelementen in vergleichsweise kurzen Zeiträumen erschöpft sein werden.

Beispiele sind die Ernte von Holz mit Rinde in Fichtenreinbeständen mit Kahlschlagsphase oder die Ernte mit Harvestern, die ja außerhalb der Fahrtrassen de facto eine Vollbaumnutzung darstellt. Schon bei konventioneller Holzernte und umso mehr bei im Hinblick auf Energieerzeugung aus Holzbiomasse erhöhten Nutzungsintensitäten ist damit zu rechnen, dass die langfristige Erhaltung der chemischen Bodenqualität ein differenziertes und flächiges Kompensationskonzept erforderlich macht. Die Ausbringung der in der Holzasche enthaltenen Mineral-stoffe kann hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten.

Ernteintensität	Bu/Ta/Fi-Dauerwald (U=200)	Fi-Kahlschlag (U=100)
	[$kmol_c\ ha^{-1}\ a^{-1}$]	
Holz	0.520	-1.904
Holz+ Rinde	0.125	-2.461
Vollbaum	-0.086	-2.644

Tab. 1: Durchschnittliche Bilanzgewinne und -verluste bei basischen Mb-Kationen

Broschüre und Tagung „Kurzumtrieb“

Die Themen Holzenergie und Kurzumtriebsplantagen stoßen derzeit auf wachsendes Interesse. Um auf den großen Informationsbedarf von Landwirten, Waldbesitzern und anderen Praktikern zu reagieren, wird das Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum (MLR) im Dezember eine Broschüre mit dem Titel „Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsflächen in Baden-Württemberg“ herausgeben und den Forstbehörden des Landes zur Verfügung stellen. Die FVA war zusammen mit dem LTZ (Landwirtschaftliches Technologiezentrum, Augustenberg) maßgeblich an der Erstellung dieser Broschüre beteiligt. Neben „Steckbriefen“ zu den wichtigsten Baumarten für den Anbau im Kurzumtrieb werden Informationen und praktische Hinweise zur Flächenauswahl, Flächenvorbereitung, Pflanzung, Pflege sowie Ernteverfahren gegeben.

Die Broschüre soll im Rahmen der Tagung „Kurzumtrieb in Baden-Württemberg“ Mitte Januar 2008 in Rheinstetten-Forchheim der Öffentlichkeit vorgestellt werden. Der genaue Termin für die Tagung wird noch festgelegt und auf der Internetseite der FVA (www.fva-bw.de) bekannt gegeben.

Waldzustandsbericht 2007

von Stefan Meining und Klaus von Wilpert

Der Waldzustand in Baden-Württemberg hat sich gegenüber dem Vorjahr leicht verbessert. Erstmals seit vier Jahren ist nach den günstigen Witterungsbedingungen im Sommer 2007 und der deutlich geringeren Blüh- und Fruchtintensität der Bäume wieder ein Rückgang des mittleren Nadel-/Blattverlustes zu verzeichnen. Das mittlere Verlustprozent fiel um 0,9 Prozentpunkte auf nunmehr 25,8 Prozent.

Vor allem die Buche und die Kiefer zeigen vier Jahre nach dem Extremsommer 2003, dass sich ihre Baumkronen von den massiven Schädigungen durch die lang anhaltende Trockenheit langsam regenerieren. Dagegen ist das Schadniveau bei der Fichte unvermindert hoch, das der Eiche steigt, auch auf Grund einer erhöhten Belastung durch blattfressende Raupen, weiter an. Völlig unbeeinflusst von den extremen Witterungsereignissen in den letzten Jahren zeigt sich der Kronenzustand der Tanne. Innerhalb der letzten 10 Jahre ist ihr Zustand in Baden-Württemberg nahezu konstant. Selbst in Folge der extrem heißen und trockenen Witterung im Jahr 2003 wurden keine anhaltenden Schädigungen bei der Tanne festgestellt. Sie erscheint als eine der wenigen Baumarten offensichtlich auf Grund ihres tief reichenden Wurzelwerkes deutlich widerstandsfähiger gegenüber extremen Trockenperioden zu sein.

Mit Hilfe von neuen Auswertungsmethoden der Raum-Zeit-Analyse können – standardisiert auf die Baumart Fichte - die Waldzustandsdaten des 8x8 km Netzes getrennt nach räumlichen und zeitlichen Effekten interpretiert werden. So können flächenhafte Karten des Waldzustandes für Baden-Württemberg erstellt werden. Während von Beginn der Waldschadenserhebung im Jahr 1983 bis zum Jahr 2000 verbreitete Kronenschäden überwiegend isoliert auf versauerungsempfindlichen Kristallingebieten des

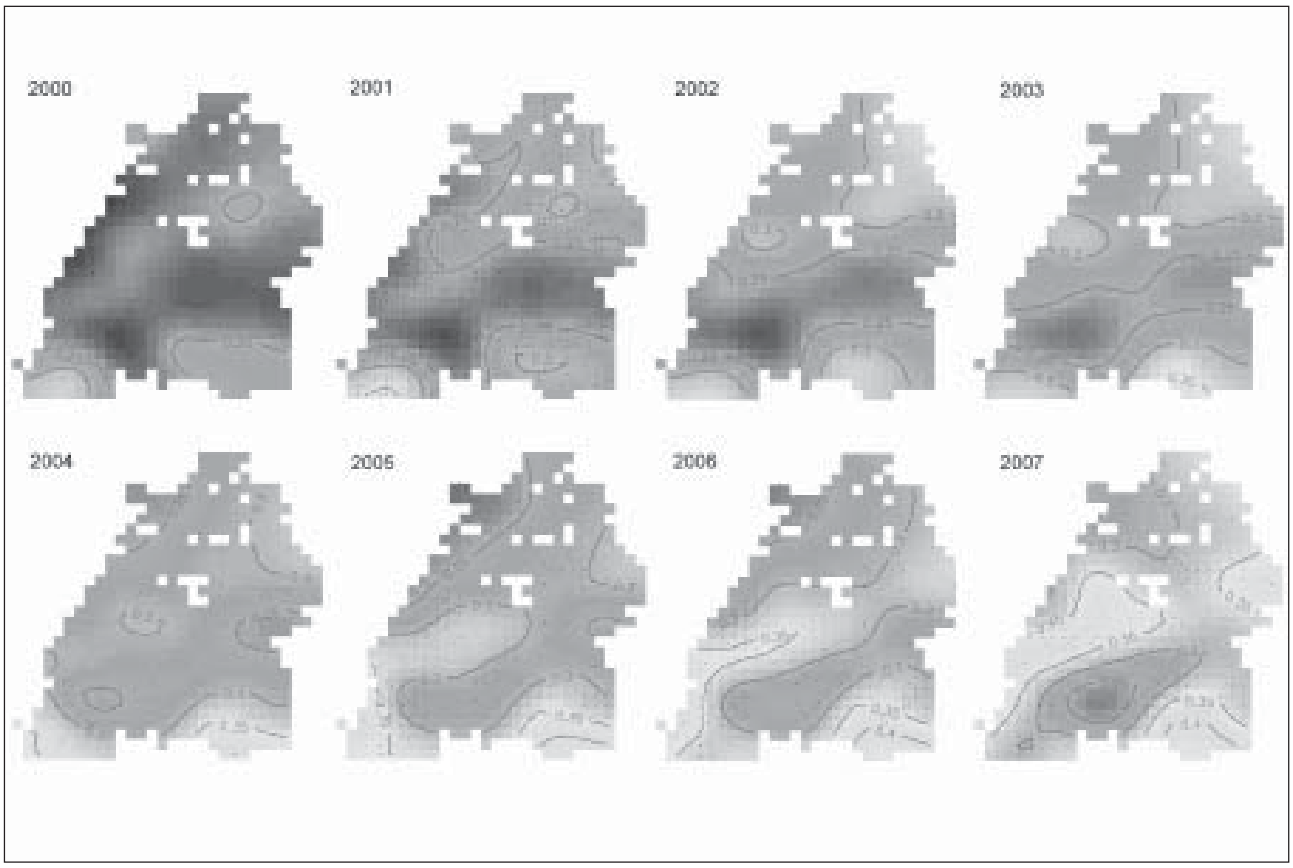


Abb. 1: Räumliche Verteilungsmuster der Waldschäden (dunkelgrau: keine Schäden, hellgrau: starke Schäden)

Schwarzwaldes und des Odenwaldes auftraten, ist seit der Jahrtausendwende ein völlig neues räumliches Verteilungsmuster der intensiven Kronenschäden zu beobachten. Die Hauptschadensgebiete beschränken sich jetzt nicht mehr auf die versauerungsempfindlichen Standorte des Schwarzwaldes und des Odenwaldes, sondern treten nun auch in gut nährstoffversorgten Regionen des Alpenvorlandes und des Neckarlandes auf. Bis 2007 vergrößern sich die Schadareale und bilden zusammen mit dem alten Schadgebiet Schwarzwald eine großflächige Einheit stärkerer Kronenschäden. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Änderung der Verteilung der Schadgebiete und deren Ausweitung auf weite Landesteile seit dem Jahr 2001 durch veränderte Klimabedingungen begründet ist (Abb. 1).

In einer Begleitstudie wurde die Entwicklung des Kronenzustands auf gekalkten Flächen analysiert. Kalkungen puffern auf unnatürlich sauren Standorten Säuren ab und reaktivieren die Stoffkreisläufe im Waldboden. Somit wird neben zahlreichen anderen Bodenfunktionen die Ernährungssituation der Bäume wieder deutlich verbessert. Doch wie schnell und wie lange reagieren sie auf die Kalkung?

Durch die Dokumentation aller verfügbaren Kalkungsunterlagen des Landes in einer zentralen Kalkungsdatenbank ist es erstmals möglich, flächenhafte Auswertungen und Verschneidungen von Kronenzustands- und Kalkungsdaten durchzuführen. Als zeitliche Ausgangsgröße wurde die letzte Vollerhebung des 4x4 km Netzes im Jahre 2001 gewählt, da sie ausreichend Daten liefert. Verglichen wird die Vergilbung bzw. der mittlere Nadel-/Blattverlust (NBV) aller Bäume auf gekalkten Flächen in Abhängigkeit zum Kalkungsjahr. Auf Standorten, deren Kalkungsmaßnahme maximal fünf Jahre zurückliegt, zeigen die Bäume wenig bis keine Veränderung des Kronenzustandes. Dagegen erscheint die Wirkung der Kompensationsmaßnahme nach 6 bis 10 Jahren voll ausgeprägt zu sein. Sowohl die mittlere Vergilbung als auch der mittlere NBV sind auf gekalkten Flächen im Vergleichsjahr 2001 hochsignifikant geringer als bei allen anderen Bäumen.

Nach 15 Jahren lässt dieser Effekt wieder nach, da offensichtlich die durch Kalk verabreichte Pufferkapazität weitgehend aufgebraucht ist, so dass zwischenzeitlich eingetragene Säuren auf den labilen Standorten erneut Bodenversauerung und Bodenentbasung auslösen (Abb. 2). Bei der Interpretation ist zu beachten, dass die Probepunkte ohne Kalk auch nicht kalkungsbedürftige, gut ausgestattete Standorte enthalten, deren NBV und Vergilbungsprozent systematisch niedriger sind als auf den kalkungsbedürftigen Flächen.

Aus der Analyse der Kalkungsmaßnahmen auf den Punkten der Waldschadensinventur wird deutlich, dass die Kalkung einen sehr ausgeprägten und langfristigen verbessernden Effekt auf den Kronenzustand ausübt. Nach 15 Jahren ist diese positive Wirkung aufgebraucht, so dass ein erneuter Kalkungsbedarf gegeben ist.

Den kompletten Waldzustandsbericht 2007 finden Sie unter: www.fva-bw.de.

Dr. Klaus von Wilpert
FVA, Abt. Boden und Umwelt
Tel.: (07 61) 40 18 – 1 73
klaus. wilpert@forst.bwl.de

TWI 2007

Die 25. Terrestrische Waldschadensinventur (TWI) erfolgte im Sommer 2007 wie in den beiden Vorjahren auf dem 8x8 km-Raster. Von den insgesamt 303 Stichprobenpunkten konnten dieses Jahr 272 Punkte mit insgesamt 6.454 Bäumen aufgenommen werden. An 31 Stichprobenpunkten ruhte die Aufnahme.
Neben der TWI werden auf dem gleichen Stichprobennetz die Bodenzustandserhebung (BZE), die Immissionsökologische Waldzustandserhebung (IWE) sowie waldwachstumskundliche Untersuchungen durchgeführt.

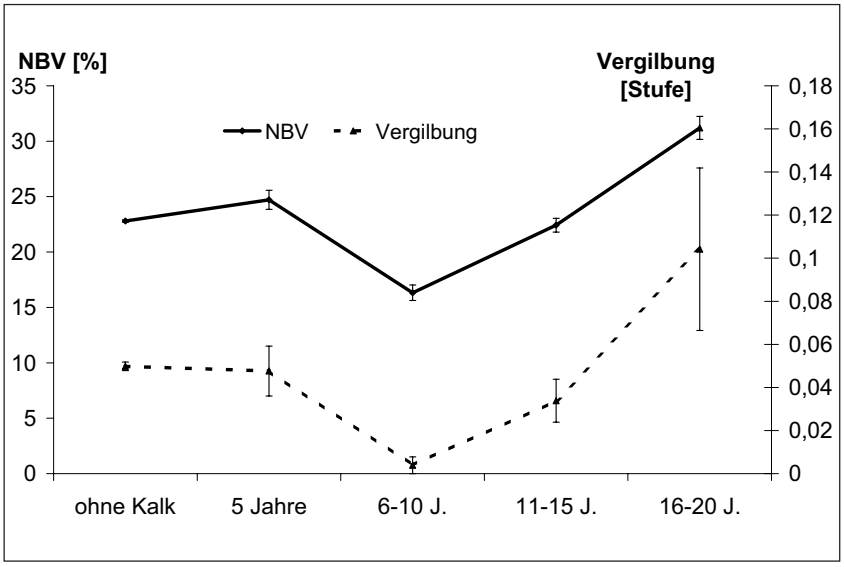


Abb. 2: Entwicklung des Kronenzustandes nach Kalkung

Neuausweisung des Bodenschutzwaldes

von Christoph Schirmer

Die 2004/05 erfolgte digitale Anpassung der Waldfunktionen an die Geometrien des Amtlichen Liegenschaftskatasters (ALK) machte deutlich, dass insbesondere der Bodenschutzwald (BSW) im landesweiten Vergleich erhebliche inhaltliche Mängel aufweist (vgl. FVA-einblick Nr.1, Mai 2006). So zeigten zahlreiche Beispiele, dass in manchen Gebieten die BSW-Ausweisung ursprünglich nicht nur nach rein fachlichen Kriterien vorgenommen worden war (Abb. 1). Hieraus ergibt sich ein Korrekturbedarf v.a. im Hinblick auf die EU-kofinanzierte Landesförderung im Rahmen der Umweltzulage Wald. Diese erfordert belastbare Daten in Form von BSW-Flächen, die auf der Basis einheitlicher Kriterien ausgewiesen wurden.

Aus diesem Grund wurde 2005 mit der Entwicklung eines Verfahrens zur inhaltlichen Überarbeitung und Neuausweisung des BSW begonnen; die Neuabgrenzung erfolgte dabei weitgehend EDV-gestützt. Voraussetzung bildete ein neues digitales Geländemodell (DGM), das im Vorlauf aus den vom Landesvermessungsamt im Laserscanning-Verfahren erhobenen Rohdaten erstellt worden war.

Die Verfahrensentwicklung ist inzwischen abgeschlossen. Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse dargestellt.

Abb. 1: Bisherige Bodenschutzwaldausweisung im Vergleich der Forstämter Hausach und Wolfach

Steilheit und Rutschgefährdung sind maßgebend

Maßgebende Kriterien für die Ausweisung von Bodenschutzwald sind Steilheit und Rutschgefährdung. Unter die Kategorie BSW fallen alle Hänge über 30° Neigung sowie sämtliche Rutschhänge.

Die Hangneigung lässt sich mit Hilfe des DGM exakt abbilden. Durch zusätzliche Integration von Füll- und Flächenfiltern, Pufferungsmechanismen etc. kann eine weitgehend automatisierte Neuabgrenzung „vernünftiger“ und auch im Gelände nachvollziehbarer BSW-Flächen erfolgen (Abb. 2)

Beim Kriterium Rutschgefährdung dagegen stellt sich die Sachlage komplexer dar. Unverzichtbar für eine vorrangig automatisierte Berechnung solcher BSW-Rutschflächen sind digital verfügbare Standortsdaten. Aus ihnen können die typischen Rutschhangeinheiten unmittelbar als BSW übernommen werden. Zusätzlich ist ein gewisses Maß an vorgeschalteter interaktiver Bearbeitung erforderlich, indem am DGM die Selektion bzw. Übernahme spezieller Standortseinheiten der Kategorie „latent rutschgefährdet“ sowie ergänzender, in Gemengelage mit Rutscheinheiten liegender Standorte visuell überprüft wird. Digitale Standortsdaten liegen jedoch landesweit nur begrenzt vor.

Bei vollständig fehlender Standortskartierung oder lediglich analog vorhandenen, zumeist aber veralteten Standortskarten ist eine Neuausweisung von BSW-Rutschhängen fast ausschließlich im Rahmen interaktiver Bearbeitung möglich. In solchen Fällen können Rutschflächen in beschränktem Umfang über eine visuelle Prüfung

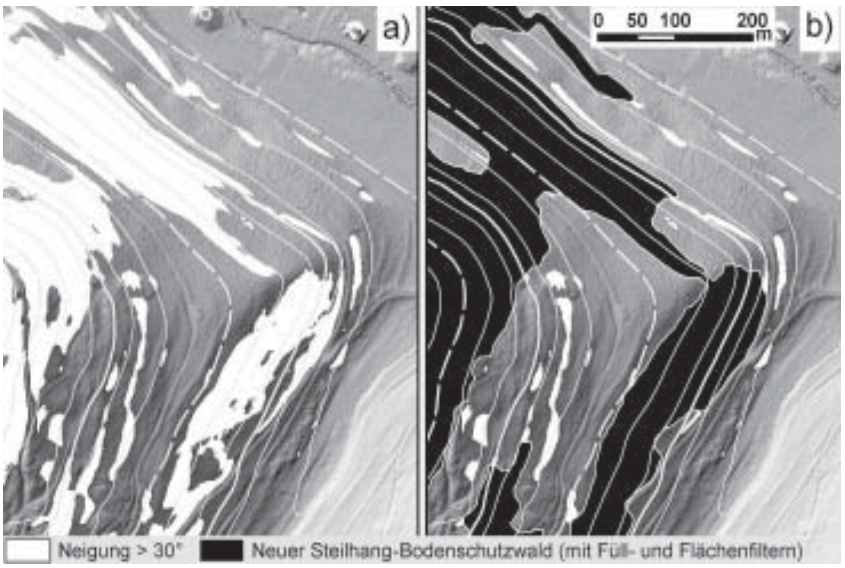


Abb. 2: a) Durch das Digitale Geländemodell (DGM) errechneter Bodenschutzwald mit Neigung > 30 Grad.
b) Durch Pufferung, Füll- und Flächenfilter „abgerundeter" neuer Bodenschutzwald.

des Oberflächenmodells abgegrenzt werden. Diese Begutachtung am Bildschirm ist jedoch nur von erfahrenen Standortskartierern zusammen mit einem EDV-Fachmann und unter Hinzuziehen diverser Hilfsmittel (Geologische Karten, Rauhigkeitsanalyse des sogenannten Hillshade, etc.) durchführbar.

Aufgrund der aufwändigen interaktiven BSW-Ermittlung bei fehlenden Standortsdaten beschränkte sich die Verfahrensentwicklung vorrangig auf diejenigen regionalen Einheiten des Landes, in denen die Standortskartierung bislang mehr als 100 ha Rutschhänge ausgewiesen hatte. Hier sind entsprechend häufiger auftretende rutschgefährdete Standorte auch auf den noch nicht kartierten Flächen zu erwarten. In diese „Rutschzentren" wurden die für die Entwicklung des Verfahrens maßgebenden Modellgebiete gelegt, die zugleich unterschiedliche naturräumliche/geologische Verhältnisse des Landes abdeckten. Diese Gebiete dienten dazu, die am Bildschirm vorgenommenen BSW-Abgrenzungen im Gelände zu überprüfen. Gleichzeitig wurde versucht, auf Basis der spezifischen Gegebenheiten vor Ort (v.a. Geologie, Geländemorphologie) Gesetzmäßigkeiten herauszuarbeiten, die zum Teil erweiterte automatisierte BSW-Abgrenzungen ermöglichten.

Im Laufe der Modellgebietsuntersuchungen wurden für den Fall fehlender Standortsdaten mehrere Vorgehensweisen der BSW-Abgrenzung entwickelt – unter anderem auch solche der interaktiven Ermittlung am Bildschirm. Dabei ist die Belastbarkeit der nach der jeweiligen Variante gewonnenen BSW-Daten jedoch sehr unterschiedlich zu beurteilen (Abb. 3).

Vorgehen bei fehlenden Standortsdaten

So bietet eine vereinfachte Standortserhebung unter dem Aspekt der Rutschgefährdung maximale Datensicherheit. Dies trifft insbesondere auf größere unkartierte Flächen (über 10 ha) zu. Allenfalls bei in Gemengelage mit kartierten Bereichen liegenden Kleinflächen unter 10 ha Größe ist auch am Bildschirm eine relativ verlässliche Rutschhang- und damit BSW-Einstufung durch Analogieschluss möglich. Die Entscheidung über die endgültige Vorgehensweise bei der Ermittlung neuer Bodenschutzwaldflächen in den nicht standortskartierten Bereichen steht noch aus.

Christoph Schirmer
FVA, Abt. Waldökologie
Tel.: (07 61) 40 18 – 1 69
christoph.schirmer@forst.bwl.de

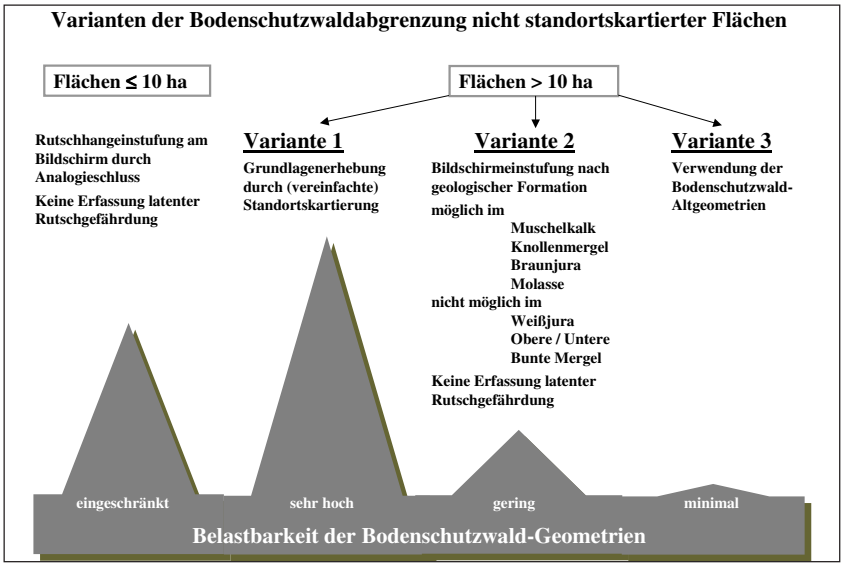


Abb. 3: Vorschläge zur Bodenschutzwaldabgrenzung in nicht standortskartierten Bereichen

Rindenschäden durch Holzernte

von Michael Nill

Den Bundeswaldinventuren sowie einer Vielzahl von Betriebsinventuren zufolge haben Rindenschäden durch Holzerntemaßnahmen ein unvertretbar hohes Niveau erreicht. Zur Reduktion bedarf es einer situationsgerechten Entscheidungshilfe für den Forstbetrieb. Aufgrund des Alters der Datenbasis kann diese Entscheidungshilfe aus früheren Untersuchungen nur noch sehr eingeschränkt abgeleitet werden. Deshalb wurde 2006 das vorliegende Projekt ins Leben gerufen.

Innerhalb des Projekts sollen – mit Fokus auf die wirtschaftlich relevanten Baumarten Fichte, Buche, Tanne und Douglasie – Schadensausmaß und -intensität in Baden-Württemberg analysiert werden. Ziel ist es, die schadauslösenden Faktoren erklären zu können. Auf diese Weise erhält man klare Entscheidungshilfen für eine wirkungsvolle Reduktion in der Zukunft.

Schwerpunkte des Projekts sind zum einen die Beschreibung und Bewertung des Schadausmaßes. Zum anderen werden kausalanalytische Untersuchungen als Entscheidungsgrundlage für wirkungsvolle Gegenmaßnahmen durchgeführt. Im Vordergrund der Untersuchungen stehen neben verfahrenstechnischen Fragestellungen auch ertragskundliche, inventuranalytische und pathologische Aspekte.

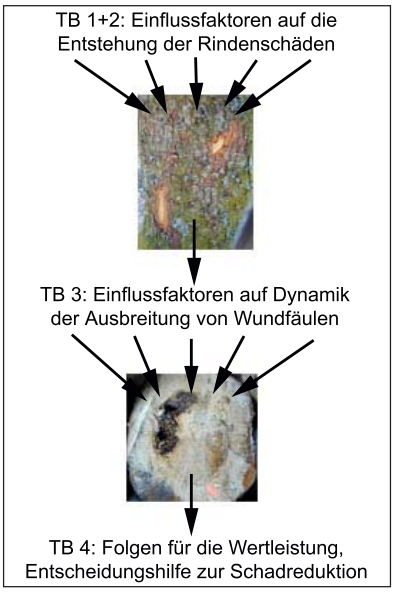
Die vier Teilbereiche

1. Auf der Basis von Inventurdaten (Betriebsinventuren) werden Schadsituation und Schadensdynamik (Wiederholungsschäden) analysiert sowie mögliche bestandes- und geländespezifischen Einflussfaktoren identifiziert.
2. Auf der Grundlage empirischer Schadenserhebungen nach Hiebseingriffen wird der Einfluss verschiedener Organisations- und Verfahrensmerkmale hinsichtlich Pfleglichkeit bzw. Schadenspotenzial erfasst und quantifiziert.
3. Im Rahmen einer Literaturrecherche sowie einzelner empirischer Versuche wird die Dynamik der Ausbreitung von Wundfäulen modelliert. Damit verbunden wird eine modellhafte Beschreibung (qualitativ und quantitativ) der mit dem Fäulefortschritt einhergehenden Entwertung von Stämmen.
4. Unter der Einbeziehung der zuvor erarbeiteten Ergebnisse werden die Folgen von Rindenschäden für die Wertleistung einzelbaum-, bestandes- oder betriebsklassenweise modelliert und betriebswirtschaftlich bewertet. Szenario-Studien dienen der Bilanzierung der Möglichkeiten verfahrenstechnischer und waldbaulicher Maßnahmen (Feinerschließung, Holzerntetechnik, Baumartenwahl, Produktionsziel) zur Minimierung der Schäden.

Aktueller Stand des Projekts

Projektbeginn war im Januar 2006. Seitdem wurden v.a. die Teilbereiche 1 und 3 bearbeitet, sodass heute Erkenntnisse über das Ausmaß und die Entwicklung der Rindenschäden sowie über die Auswirkungen von Rindenschäden auf die Holzqualität bei Fichte und Tanne vorliegen. In einer ersten Analyse kann klar gezeigt werden, dass unter sonst gleichen Verhältnissen an Tannen weniger Rindenschäden entstehen als an Fichten. Zudem ist das mit Rindenverletzungen verbundene Entwertungsrisiko durch Wundfäulen bei Fichten signifikant größer als bei Tannen. Momentan liegt der Schwerpunkt der Projektarbeit im Teilbereich 2. Hierzu werden in der Einschlagssaison 2007/2008 Stütz- punktversuche durchgeführt. Mit Ergebnissen wird gegen Ende 2008 zu rechnen sein. Die aktive Unterstützung durch Forstpraktiker ist für den Erfolg insbesondere dieses Teilbereiches unabdingbar. Daher soll eine breit angelegte, von Stützpunkten betreute Praxisuntersuchung einen wesentlichen Beitrag zur Klärung der Frage leisten.

Michael Nill
FVA, Abt. Waldwachstum
Tel.: (07 61) 40 18 – 3 20
michael.nill@forst.bwl.de



Die einzelnen Teilbereiche des Projekts bauen aufeinander auf.

Hiebsreifeanalyse von Waldbeständen

von Bernhard Bernauer

Im Rahmen der Forsteinrichtung werden in den größeren Forstbetrieben regelmäßig Betriebsinventuren (BI) durchgeführt. Diese sind als permanente BI besonders aussagekräftig, da sie auch Information über den laufenden Zuwachs liefern. Schon immer haben Forstleute verlangt, dass der laufende Zuwachs von Forstbetrieben und deren Einzelbeständen als wesentliches Nachhaltigkeitskriterium für die Festlegung des Hiebsatzes und die Steuerung des Holzeinschlags verwendet wird. Dem standen jedoch praktisch unüberwindliche Schwierigkeiten zu seiner Ermittlung in der Forsteinrichtung entgegen. Hierzu erforderliche genaue Vollaufnahmen der Bestände unter Bezeichnung der Messstelle oder Zuwachsbohrungen waren zu aufwändig oder wurden wegen der damit verbundenen Schäden (Bohrungen) abgelehnt. Die praxisübliche Schätzung des laufenden Zuwachses mit Hilfe von Ertragstafeln ist hingegen sehr ungenau. Diese enthalten überregionale Durchschnittswerte auf der Basis von Aufnahmen aus früheren Zeiten mit anderen klimatischen Wuchsverhältnissen.

Die permanente BI löst mithilfe der ab der ersten Wiederholung verfügbaren Vergleichswerte das Problem. Da die Stichprobenpunkte der BI in der Regel im 100x200 m Raster aufgenommen werden, fallen häufig zu wenige BI-Punkte in einen hiebsmöglichen Bestand. Im 1790 ha großen Untersuchungsobjekt Stadtwald Waldkirch waren die 55 aufgenommenen hiebsmöglichen Bestände im Alter über 80 Jahre im Schnitt 8,9 ha groß. Auf einen Bestand entfielen im Mittel 4,3 BI-Stichprobenpunkte, knapp die Hälfte der über 80 Jahre alten Bestände wiesen jedoch lediglich drei oder weniger Stichprobenpunkte auf. Daraus lassen sich Grundfläche, Baumartenanteile und Zuwachs derzeit nicht direkt für den Einzelbestand ableiten. Daher mussten zusätzliche Messungen durchgeführt werden, um die Baumartenanteile und Vorräte bestandesbezogen zu ermitteln. Diese Daten wurden mit Winkelzählproben (WZP) in den hiebsmöglichen Beständen erhoben.

Winkelzählproben gewähren direkte Einblicke in Bestände

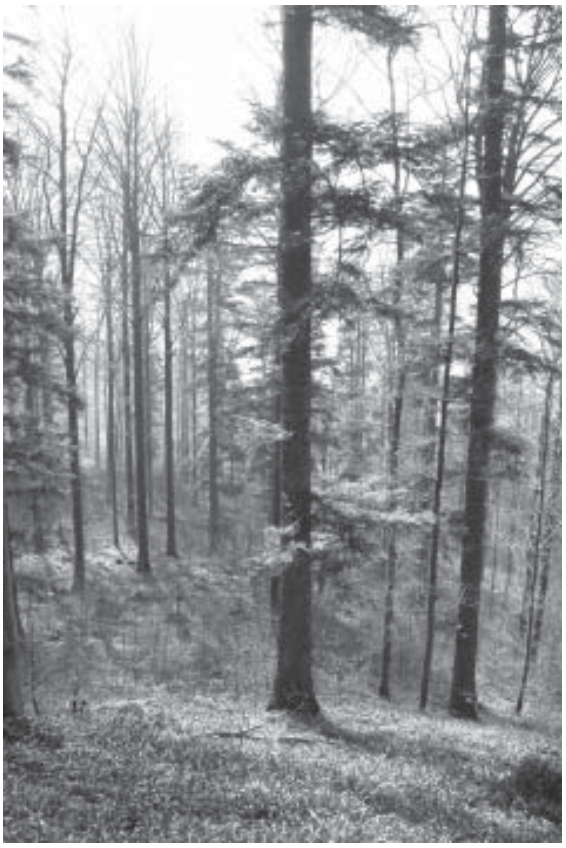
Winkelzählproben sind mithilfe eines modernen elektronischen Relaskops mit automatischer Hangkorrektur einfach und schnell durchführbar. In der Regel reicht ein Standard-Aufnahmeraster von 50x50 m. Das Raster sollte nach der Homogenität des aufzunehmenden Bestandes vor Ort eingeschätzt werden. In größeren homogenen Beständen, z. B. reine Fichten- oder Buchenbestände mit wenigen Störungen, kann das Raster bis auf 100x100 m erweitert, in kleineren gemischten oder stark gestörten Beständen weiter verdichtet werden. Im Untersuchungsobjekt konnte trotz vielfach schwierigem und steilem Gelände am Westabfall des Schwarzwaldes ein Stichprobenpunkt einschließlich Wegstrecke zum nächsten Punkt (Kompass und Schrittmaß) im Schnitt in knapp 5 Minuten bewältigt werden. Günstig erwies sich bei der Aufnahme die Zählbreite 3. Damit ist der Aufwand begrenzt, die weniger häufigen Mischbaumarten werden aber in der Regel trotzdem noch erfasst. Die Durchführung von Winkelzählproben empfiehlt sich im laubfreien Zustand der Bestände, da bei etwaigem Laubbaumunterstand die Sichtverhältnisse besser sind. Dies ist auch eine hervorragende Gelegenheit, einen hiebsmöglichen Bestand über seine ganze Fläche näher kennenzulernen, um ihn waldbaulich beurteilen zu können. Der mit einer WZP verbundene direkte Einblick in alle Teile eines Bestandes ist wesentlich informa-

tiver als der Blick vom Waldweg aus und qualifiziert die Planung des Wirtschafters. Allerdings ist für die praktische Forsteinrichtung oder im Zuge der Jahresplanung die Durchführung zusätzlicher WZP in der Regel nicht vertretbar. Zur Zeit laufen Untersuchungen für die Ableitung einzelbestandsweiser Informationen mithilfe neuer Technologien (z. B. Laserscanning) und mathematischer Modellierung. Erste Ergebnisse lassen erwarten, dass in Zukunft bestandesbezogene Daten ohne weitere terrestrische Messungen gewonnen werden können.

Aus den über die WZP ermittelten Grundflächen der im Bestand vorhandenen Baumarten lässt sich regressionsanalytisch mithilfe der Informationen aus der wiederholten permanenten Betriebsinventur des Forstbetriebes Zuwachs und Vorrat baumartenweise und insgesamt für die einzelnen Bestände ableiten. Der Vorrat des Bestandes wird dann baumartenweise in vermarktbare Sortimente zerlegt und daraus mit aktuellen Holzpreisen der Marktwert des jeweiligen Einzelbestandes berechnet.

Laufende Wertleistung (LWL)

Zunächst wird der ermittelte Zuwachs des Bestandes anhand der Durchschnittserlöse der Baumarten in den Wertzuwachs umgerechnet. Dieser Wert hängt sehr stark vom noch vorhandenen Holzvorrat ab. Im nächsten Schritt wird der Wertzuwachs durch gutachtlich eingeschätzte Zuschläge für die Schutz- und Erholungsleistung des vorhandenen Bestandes ebenso für die möglichen Vorteile des Weiterwachsens des Bestandes hinsichtlich Dimensionsentwicklung und Erntekosten (Stück-Masse-Gesetz) modifiziert. Auch die Speicherwirkung des Waldbestandes für CO_2 kann berücksichtigt werden. Weiterhin müssen vor Ort die Risiken eingeschätzt werden, die den aktuell vorhandenen Bestand künftig in seiner Wertentwicklung bedrohen. Dieses Risiko musste vom Forstpraktiker für die jährliche Hiebsplanung schon immer geschätzt werden, seine Berücksichtigung wird durch die möglichen negativen Auswirkungen des drohenden Klimawandels immer wichtiger. Am praktikabelsten erscheint die Abschätzung, wie viel Vorrat des aktuell vorhandenen Bestandes aus der örtlichen Erfahrung heraus vermutlich in den nächsten 10 Jahren Insekten und Sturm zum Opfer fallen oder durch Fäule entwertet wird. Entsprechend wird die laufende Wertleistung mit dem Risikofaktor reduziert. Ist ein Bestand sehr stark gefährdet, kann der Risikofaktor durchaus so groß sein, dass seine laufende Wertleistung als negativ beurteilt wird. Solche Bestände wären nicht hiebsreif, sondern hiebsnotwendig. Künftig kann die Abschätzung des Risikos voraussichtlich durch die Ergebnisse von Forschungsvorhaben zu überregionalen Risikoanalysen erleichtert werden.



Im Stadtwald Waldkirch, der durch überwiegend gemischte, recht stabile und vielfach an steilen Hängen stockende Bestände am Westabfall des Schwarzwaldes gekennzeichnet ist, wurde in den als hiebsmöglich angesehenen über 80-jährigen Beständen ein laufender Zuwachs zwischen 2,7 Efm und 17,5 Efm, im Mittel von 8,5 Efm/Jahr/ha, ermittelt. Mit den erwähnten Zuschlägen sowie der Einschätzung des Risikos ergibt sich nach jetzigem Berechnungsstand eine laufende Wertleistung der aufgenommenen Bestände mit Holzpreisen des Jahres 2006 zwischen 90 und 1.580 EUR pro Jahr und Hektar mit einem Mittel von 610 EUR. Die starke Streubreite zwischen den Beständen ist hauptsächlich durch die sehr unterschiedliche Ausstattung der vorhandenen Altbestände mit Vorräten der einzelnen Baumarten zu erklären. Der alte Förster-spruch, dass Holz nur an Holz wächst, wird wieder einmal bestätigt. Die sehr differenzierten Werte weisen deutlich darauf hin, dass eine falsch gewählte Hiebsfolge erhebliche ökonomische Nachteile verursachen kann.

Durchschnittliche Wertleistung (DWL)

Die DWL kann aus den Daten des aktuell vorhandenen Bestandes abgeleitet werden. Dies jedoch nur dann, wenn der Waldentwicklungstyp (WET) dieses Bestandes der langfristigen Zielvorstellung des Betriebes auf dem jeweiligen Standort entspricht (z.B.

„Bergmischwald“). Ist eine Umwandlung vorgesehen, muss die laufende Wertleistung des Bestandes mit dem „Ertragsvermögen“ des Standortes verglichen werden. Die Ermittlung des Ertragsvermögens kann mithilfe langfristig beobachteter Versuchsflächen oder über standortsbezogene Wuchsmodelle erfolgen. Im Stadtwald Waldkirch entsprechen die vorhandenen, durchweg gemischten, ökologisch wertvollen und stabilen WET weitgehend der langfristigen waldbaulichen Zielsetzung. Die Schäden durch den Sturm „Lothar“ waren gering. Deshalb wurde hier versucht, die DWL aus dem Wert der aktuell vorhandenen hiebsmöglichen Bestände abzuleiten. Die DWL ergibt sich aus dem Wert des Bestandes, wie er zum Bewertungszeitpunkt sein könnte, geteilt durch Alter und Fläche. Dazu wird der aktuelle Wert des Bestandes mithilfe von Sollwerten aus Wuchsmodellen um Zuschläge wegen Bestockungsmängeln und um den geschätzten Wert der Vornutzungen erhöht. Im Falle von Qualitätsmängeln wegen suboptimaler Bestandespflege sowie vorhandener vermeidbarer Schäden im Bestand wird ein vor Ort geschätzter Zuschlag hinzugerechnet und so der „potenzielle Wert“ des Bestandes geschätzt. Dieses Verfahren ist eine in diesem Fall versuchte Annäherungsmethode zur Ermittlung der DWL. Weiterführende Forschungen und Auswertungen vorhandener Erkenntnisse zum Fragenkomplex der standortsbezogenen Wertleistung von Waldbeständen können die Schätzgrundlagen verbessern.

„Testbetriebsnetz Kleinprivatwald“ ist online

Das „Testbetriebsnetz Kleinprivatwald Baden-Württemberg“ ist seit dem 31. Juli 2007 im Internet der FVA unter der Rubrik „Daten/Monitoring“ freigeschaltet (http://www.fva-bw.de/). Ziel ist es, forstökonomische Daten aus den Archiven zu holen und im Internet für alle Interessierten und zu Ausbildungszwecken attraktiv und professionell aufbereitet darzustellen. Recherchen mit der Suchmaschine „GOOGLE“ haben ergeben, dass über den Kleinprivatwald kaum Daten verfügbar sind. Im Hintergrund stand auch die Idee, den Nutzern die Enstehungsgeschichte des Kleinprivatwaldbesitzes und seine heutige Bedeutung für die ländlichen Räume Baden-Württembergs näher zu bringen. Die Seiten gliedern sich in eine Übersicht über die Waldbesitzarten, einen Grafik- und einen Tabellenteil sowie einen Abriss über die Besonderheiten der Kleinprivatwaldgebiete (Bauernwaldgebiete). Die Daten werden jährlich im Herbst aktualisiert. Ansprechpartner für Anregungen und detailliertere Auskünfte ist Wolfgang Hercher, Abteilung Forstökonomie, Tel. 0761-4018-266.

Die Hiebsreife als Quotient LWL/DWL

Leistet der jeweilige Bestand weniger an Produkten (alle Waldfunktionen, auch Naturschutz und Klimaschutz), als man auf dem gegebenen Standort erwarten könnte, und/oder ist er einem hohen Risiko ausgesetzt, ist er hiebsreif. In diesem Fall liegt der Quotient LWL/DWL unter 1, das Ertragsvermögen des Standorts wird nur noch suboptimal genutzt. Da die LWL sehr stark vom naturalen Zuwachs und damit der Witterung des jeweiligen Jahres abhängt, ist der gesuchte Schnittpunkt von LWL und DWL nicht ein eindeutiger Zeitpunkt, sondern ein zeitlicher Bereich. Bestände mit einem Hiebsreifequotienten um 1 (ca. 0,9 bis 1,1) können deshalb genutzt oder auch stehen gelassen werden. Weicht der Quotient deutlicher nach oben oder unten ab, ergibt sich eine zunehmend stabile Aussage. Änderungen des Holzpreises wirken sich nur wenig aus, da diese gleichgerichtet sowohl auf die LWL (Zuwachs) wie die DWL (Vorrat) einwirken.

Mithilfe des Hiebsreifequotienten lassen sich die hiebsmöglichen Bestände eines Betriebes in eine Rangordnung der Hiebsreife einordnen. Damit ergibt sich ein deutlicher Hinweis für die sinnvolle zeitliche Reihenfolge der Hiebe. Eine sachlich fundierte periodische wie jährliche Hiebsplanung im Forstbetrieb wird erleichtert und das nur begrenzt verfügbare Naturkapital Wald kann effizienter genutzt werden.

Keine Zinseszinsrechnung bei der Ermittlung der Hiebsreife ?

Das Verfahren ist methodisch eine „Marginalanalyse“. Es ist eine Entscheidungshilfe für die in Mitteleuropa übliche ordnungsgemäße Forstpraxis, nicht etwa für Plantagenbetriebe. Kalkulatorische Zinsen im Sinne von Opportuni-

tätskosten wurden dabei nicht berücksichtigt, was im Folgenden begründet wird. Setzt man alternativ mögliche Zinssätze in eine Zinseszinsrechnung nach der Faustmannschen Formel zwecks Bestimmung der Hiebsreife ein, müssten bei 8 % praktisch alle, bei 4 % immer noch die meisten Waldbestände mit ihrem gesetzlich zulässigen Mindestalter von 50 Jahren bei Nadelholz und 70 Jahren bei Laubholz geerntet und verjüngt werden. Beispielsweise erzielten in Deutschland langfristige Geldanlagen in Aktien in den letzten 50 Jahren trotz großer Schwankungen im Schnitt gut 8 % Rendite pro Jahr, Bundesschatzbriefe erzielen derzeit gut 4 %. Je höher der Zinssatz, um so kürzer ist die Produktionsdauer und um so größer ist die zeitliche Vorverlegung der damit berechneten finanziellen Hiebsreife gegenüber dem Zeitpunkt der Hiebsreife der maximalen flächenbezogenen Wertproduktion des Waldbestandes. Entsprechend sinkt die Wertproduktion des Waldes in jeder Hinsicht (auch Kohlenstoffspeicherung) mit steigender Zinsforderung und die daraus resultierende Forstwirtschaft wird zunehmend suboptimal. Mit der Zinseszinsrechnung kann die Hiebsreife der maximalen Flächenproduktivität eines Einzelbestandes grundsätzlich nicht bestimmt werden, da die naturalen Größen von der Zinsforderung marginalisiert werden. Es kann damit lediglich eine Aussage getroffen werden, welche Produktionsdauer unter den zum Berechnungszeitpunkt gegebenen Verhältnissen einer bestimmten Zinsforderung entspricht.

Für den öffentlichen Wald Baden-Württembergs ist die Zielsetzung der Bewirtschaftung in §45 (1) des Landeswaldgesetzes im Sinne einer maximalen Flächenproduktivität fixiert: „Der Staatswald soll dem Allgemeinwohl in besonderem Maße dienen, Ziel der Bewirtschaftung des Staatswaldes ist, die den standörtlichen Möglichkeiten entsprechende, nachhaltig höchstmögliche Lieferung wertvollen Holzes zu erbringen, bei gleichzeitiger Erfüllung und nachhaltiger Sicherung der dem Wald obliegenden Schutz- und Erholungsfunktionen“. Für den Körperschaftswald ist nach § 46 der § 45 (1) entsprechend anzuwenden. Somit ist diese Zielsetzung für 63 % der Waldfläche gesetzlich vorgegeben. Wie der Zustand der Wälder zeigt, arbeitet die praktische Forstwirtschaft auch tatsächlich nach dieser Zielsetzung und versucht, aus den vorhandenen Waldflächen ein Maximum an Werten zu gewinnen. Dies nicht nur im öffentlichen Wald, sondern auch im Privatwald.

Weitere Information

Zur Anwendung des Verfahrens als Entscheidungshilfe für die periodische und jährliche Planung im Forstbetrieb wurde von Daniel Berron in enger Zusammenarbeit mit dem Autor für PC/Laptop mit Betriebssystem Windows auf der Basis der Datenbank Microsoft Access eine erste Programmversion entwickelt. Damit lassen sich die Daten aus Betriebsinventur, Wuchsmodellen und Winkelzählproben erfassen, zusammenführen, auswerten und die Ergebnisse für die Einzelbestände und den Forstbetrieb darstellen.

Das Verfahren wird beim FVA-Kolloquium am 15.01.2008 vom Autor vorgestellt und in einem Forschungsbericht beschrieben.

Dr. Bernhard Bernauer
FVA, Abt. Biometrie und Informatik
Tel.: (07 61) 40 18 – 2 07
bernhard.bernauer@forst.bwl.de

Impressum

Herausgeber:
Der Direktor der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Prof. Konstantin Frhr. von Teuffel

Adresse:
Wonnhaldestr. 4, D-79100 Freiburg
Telefon: (07 61) 40 18 – 0
Fax: (07 61) 40 18 – 3 33
E-Mail: fva-bw@forst.bwl.de
Internet: www.fva-bw.de

Redaktion:
Frank Brodbeck, Thomas Fillbrandt, Elli Mindnich, Marco Reimann, Jürgen Schäffer, Thomas Weidner, Diana Weigerstorfer

Auflage:
2.000 Exemplare

Die Redaktion behält sich die sinnwahrende Kürzung, das Einsetzen von Titeln und Hervorhebungen vor. Die Beiträge müssen nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wiedergeben.

Freiburg i. Brsg., Dezember 2007

FVA-Kolloquien 2007/08

Jeweils dienstags im Sitzungssaal der FVA, Wonnhaldestraße 4, 79100 Freiburg. Eine Anmeldung ist nicht erforderlich.

18.12.2007, 14.00 – 17.00
Jürgen Zell: Zum Einfluss der Waldbewirtschaftung auf die Kohlenstoffspeicherung im Wald
Stefan Wilhelm, Dr. Christoph Hartebrodt: Ökonomische Bewertung von Nutzungseinschränkungen

15.01.2008, 14.00 – 17.00
Dr. Gerald Kändler: Biomasseschätzung für Waldbestände - Methodische Grundlagen und Anwendungen
Dr. Bernhard Bernauer: Hiebsreifeanalyse von Waldbeständen auf der Basis von Betriebsinventuren
Johannes Breidenbach: Regionalisierung von Stichprobeninventuren mit Hilfe der Laserscannertechnologie

12.02.2008, 14.00 – 17.00
Jürgen Schäffer: Wirkung der Waldkalkung auf Humusdiversität und Bodenfauna
Dr. Heike Puhlmann: Wirkung der Bodenschutzkalkung auf den Gewässerchemismus - Fallbeispiel Kleine Kinzig
Dr. Ralf Petercord: Gefährdung der Rotbuche durch Schadinsekten bei veränderten Klimabedingungen

04.03.2008, 14.00 – 17.00
Dr. Rudi Suchant, Friedrich Burghardt, Ariane Lorenz: Rotwild in Baden-Württemberg - Neue Erkenntnisse für das künftige Management
Micha Herdtfelder: Luchs in Baden-Württemberg?! - Wissenschaftliche Grundlagen als Basis für Entscheidungsfindungen

08.04.2008, 14.00 – 17.00
Dr. Udo Hans Sauter, Dr. Franka Brüchert, Rafael Baumgartner: Automatisierte Erkennung von inneren Holzeigenschaften mittels Röntgentechnologie

06.05.2008, 14.00 – 17.00
Dr. Gerhard Schaber-Schoor: Wie viel Totholz braucht der Wald? Ergebnisse einer Literatur- und Fallstudie
Dr. Thomas Waldenspuhl: Ökokonto - Lust und Frust

FVA-vor-Ort 2008

Wissenschaft für die Forstpraxis – Auswirkungen einer Klimaveränderung auf die Wälder Baden-Württembergs

Anmeldung erforderlich. Weitere Informationen unter www.fva-bw.de oder bei Elli Mindnich, Tel. (07 61) 40 18 - 1 90.

15.04.2008: Forstliche Versuchs– und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg

22.04.2008: Forstliches Bildungszentrum, Königsbronn

11.06.2008: Schwäbische Bauernschule, Bad Waldsee

16.07.2008: Kurhaus, Bad Rappenau