



BFW. Praxisinformation



Durchforstung 2.0

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEITES
ÖSTERREICH



EUROPÄISCHE UNION



Bundesforschungszentrum für Wald

Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich
<http://bfw.ac.at>

Inhalt

MARKUS NEUMANN Durchforstung: alte und neue Konzepte	3
WERNER RUHM, HANNES SCHÖNAUER Dickes Laubholz muss nicht wert- voll sein, wertvolles ist aber dick	7
MARKUS NEUMANN, GÜNTER RÖSSLER Versuchsergebnisse sind die Basis für Bewirtschaftungs- empfehlungen.....	12
GÜNTER RÖSSLER Zielführende Standraumgestaltung in Fichtenbeständen	16
ERNST LEITGEB, MICHAEL ENGLISCH Auswirkungen von Durch- forstungsmaßnahmen auf Boden und Bestand	20
NIKOLAUS NEMESTÓTHY Kosten und Nutzen einer zeitgerechten Durchforstung	24
MICHAEL REH, WOLFGANG JIRIKOWSKI Durchforstung: ein Kernthema forstlicher Aus- und Weiterbildung	28
RICHARD BÜCHSENMEISTER Durchforstungsreserven stiegen um 20 Millionen Volums- festmeter an	30



Die Waldbewirtschaftung orientiert sich an einem naturnahen Kreislauf: Es beginnt mit der Bestandesbegründung durch Förderung der natürlichen Verjüngung und Pflanzung von Bäumen. In weiterer Folge kommt es zur Pflege und Standraumgestaltung, um den Bäumen ausreichend Platz für eine optimale Entwicklung zu geben und die Stabilität der Bestände sicherzustellen.

Die Bewirtschaftungsstrategie muss sich an den Rahmenbedingungen orientieren, so hat die Veränderung der Kosten sowie der Ertragssituation gravierende Einflüsse auf die Durchforstungsmaßnahmen: Das Ziel war, mit weniger Eingriffen stärkeres Holz zu nutzen, um dadurch die Erntekosten zu reduzieren.

Ebenso muss sich eine geänderte Risikosituation in entsprechend angepassten Behandlungsstrategien niederschlagen: So rückt bei großer (und zukünftig eventuell noch zunehmender) Sturmgefährdung die Erhaltung der Bestandesstabilität in den Vordergrund. Durchforstung macht zwar Bestände nicht automatisch stabiler, es können aber bei niedrigeren und damit weniger sturmgefährdeten Baumhöhen bereits verwertbare Durchmesserdimensionen erreicht werden. Die Zielrichtung der Durchforstungsmaßnahmen unterscheidet sich prinzipiell: Geht es bei der Fichtenbewirtschaftung im Wesentlichen um die Erhaltung der Stabilität, so steht beim Laubholz das Erziehen einer entsprechenden Holzqualität im Vordergrund.

Unser umfassendes Wissen über den Wald haben wir aus unterschiedlichen Quellen bezogen: langfristigen Dauerversuchen, permanenten Inventuren und praxistauglichen Waldwachstumsmodellen. Seit 1882 betreibt das BFW forstliche Dauerversuche zu den unterschiedlichsten Themenbereichen, deren Ergebnisse Realinformationen und konkrete Anschauungsobjekte für fundierte Bewirtschaftungsstrategien liefern. Derzeit werden vom Institut für Waldwachstum und Waldbau des BFW rund 80 waldwachstumskundliche und waldbauliche Versuche geführt, wobei durch Neuanlagen auch auf neue Fragestellungen aus der forstlichen Praxis reagiert wird.

Mit diesem Heft verfolgen wir das Ziel, unser Wissen für die Praxis unmittelbar nutzbar zu machen. Bereits die zweite Ausgabe der BFW-Praxisinformation im Jahr 2003 widmete sich der Durchforstung. Für das vorliegende Heft wurde weiterhin Gültiges übernommen, anderes ergänzt und einiges auch deutlicher formuliert.

Die Expertinnen und Experten des BFW stehen jederzeit für Rückfragen zur Verfügung.

Dr. Peter Mayer

Leiter des BFW

Dr. Markus Neumann

*Leiter des Institutes für Waldwachstum
und Waldbau des BFW*

Impressum

ISSN 1815-3895

© Juli 2014

Nachdruck nur nach vorheriger
schriftlicher Zustimmung seitens des
Herausgebers gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt
verantwortlich:

Peter Mayer
Bundesforschungs- und Ausbildungs-
zentrum für Wald, Naturgefahren und
Landschaft (BFW)

Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien, Österreich

Tel.: +43 1 87838 0

Fax: +43 1 87838 1250

<http://bfw.ac.at>

Redaktion: Markus Neumann,
Christian Lackner,

Layout und Umschlag: Edith Franz

Titelbild: Werner Ruhm, BFW

Bezugsquelle: BFW-Bibliothek

Tel.: +43 1 87838 1216

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at

MARKUS NEUMANN

Durchforstung: alte und neue Konzepte

Die Bewirtschaftung von Wäldern folgt einem naturnahen Kreislauf, beginnend mit der Bestandesbegründung durch Förderung der natürlichen Verjüngung und der Pflanzung von Bäumen. Als weiteres Element im Bestandesleben folgt dann die Pflege und Standraumgestaltung, um den Bäumen ausreichend Platz für eine optimale Entwicklung zu geben und die Stabilität der Bestände sicherzustellen.

Überlegungen zur optimalen Gestaltung dieser Eingriffe fanden schon vor langer Zeit in Durchforstungsregeln ihren Niederschlag. Natürlich hat sich unser forstliches Wissen seither deutlich vermehrt. Wir wissen heute viel besser über die baumartenspezifischen Wachstums-gesetzmäßigkeiten, den Standraumbedarf und die sich daraus ergebenden Konsequenzen der Standraumgestaltung Bescheid.

Es hat sich aber nicht nur unser Wissen verändert, auch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und insbesondere die Kostenstrukturen haben sich entscheidend gewandelt. Neue Arbeitsverfahren sowie Maschinen und die geänderte Relation von Holzerlösen zu Werbungskosten machten und machen eine Anpassung der Zielsetzung erforderlich. Während früher die Rohstoffknappheit den Massenertrag in den Vordergrund rückte, wird heute durch ständig steigende Arbeitskosten neben dem Wertertrag der Deckungsbeitrag zur entscheidenden Steuerungsgröße.

Durchforstung seit 200 Jahren

Der Begriff „Durchforstung“ wurde von Hartig bereits 1791 geprägt. Auf die nachhaltige Brennholzversorgung abzielend, forderte er, dass ausschließlich unterdrückte und absterbende Bäume entnommen werden dürfen. Durch die

▼
Fichtenkronen von oben



Niederdurchforstung strebte er maximale Wuchsleistung bei ständigem Bestandeschluss in einschichtigen Beständen an, dies brachte ihm und seinen Schülern die Bezeichnung der „Dunkelmänner“ ein.

Bereits wenige Jahre danach formulierte Cotta 1816 als „Lichtfreund“ den noch immer gültigen Grundgedanken der aktiven Bestandespflege, wobei durch Eingriffe in den Kronenschluss der verbleibende Bestand gefördert werden sollte. Seine Erkenntnis, dass durch die Hochdurchforstung der Standraum für die verbleibenden Bäume beeinflusst werden kann und damit ein entscheidendes Lenkungsinstrument zur Verfügung steht, setzte sich überraschenderweise erst sehr langsam durch.

Lange Zeit wurden Bestände weiterhin im Sinne der „Dunkelmänner“ niederdurchforstungsartig behandelt. Wiedemann empfahl die „gestaffelte Durchforstung“, frühe und starke Eingriffe sollten später von mäßigen Niederdurchforstungen abgelöst werden. Assmann legte großen Wert auf eine Quantifizierung der Durchforstungsstärke und prägte den Begriff der kritischen Grundfläche. Dieser bezog sich auf die flächenbezogene

Wuchsleistung und nicht auf den Wertzuwachs. Vielfach hatte die unberechtigte Sorge, durch Bestockungsverminderung Zuwachsverluste zu erleiden, zu schwachen und damit wirkungslosen Eingriffen geführt.

Revolutionäre Ideen

In der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde in Frankreich die Idee formuliert, das Kronendach in Eichenbeständen zu durchbrechen und dadurch so genannte Elitestämme (für den Schiffsbau) zu begünstigen. Dieser erste Schritt zur Entwicklung des Ausleseprinzips setzte sich selbst in Frankreich nicht durch. In Österreich hat Schiffel erstmals zu Beginn des 20. Jahrhunderts eine starke Durchforstung von Fichtenbeständen bereits im Jugendstadium vertreten. Aber auch Schiffels zur damaligen Zeit revolutionäre Meinung hat sich nicht allgemein verbreitet. Ein entscheidender Wegbereiter in Deutschland für die Ausleседurchforstung war etwa zeitgleich Michaelis.

Der Schweizer Schädelin hat wohl als erster mit dem Begriff der „Erziehungsdurchforstung“ der Pflegefunktion der Durchforstung den Vorrang vor der Nutzungsfunktion eingeräumt. Von Leibundgut wurde dies zur kontinuierlichen Waldpflege weiterentwickelt, die auch Mayer in Österreich propagierte. Die Vorteile des Ausleseprinzips sind durch vielerlei Versuche belegt und zumindest in der Theorie weitgehend akzeptiert, es wird jedoch bei weitem noch nicht überall konsequent angewandt.

Schematische Durchforstungsverfahren, wie sie zu Beginn der Holzerntemechanisierung vorgeschlagen wurden, konnten sich in Österreich nicht richtig durchsetzen. Komplexere Durchforstungsverfahren wie die Strukturdurchforstung, bei der neben den Z-Bäumen in der Zwischenschicht eine zweite Generation von Zukunftsbäumen herangezogen werden soll, sind waldwachstumskundlich noch zu wenig untersucht, um dazu Aussagen machen zu können. Die



Plenterdurchforstung beruht auf der Entnahme vom starken Ende her; auch dabei sind die längerfristigen Auswirkungen auf den Zuwachs noch umstritten.

Ausleseprinzip der Durchforstung

Die Auslesedurchforstung trägt dem Umstand Rechnung, dass der überwiegende Teil des Erlöses im Endbestand und daher durch relativ wenige Bäume erwirtschaftet wird. Konsequenterweise wird ein, dem Betriebsziel möglichst entsprechender, idealisierter Endbestand definiert. Dazu können bestehende ältere Bestände oder Einzelbäume Hilfestellung geben. Diese klaren Zielvorstellungen werden dann in konkrete Baumdimensionen und Schaftqualitäten, eventuell auch bereits in Sortimenten umgesetzt. Baumartenspezifische Wachstumsgesetzmäßigkeiten ergeben schließlich die dafür notwendigen Kronendimensionen bzw. Baumabstände der Zukunfts- oder Z-Bäume und bestimmen die zeitliche Abfolge der Eingriffe. Die Eingriffe konzentrieren sich auf die Standraumgestaltung der Z-Bäume, die im gesamten Produktionszeitraum verbleiben und daher die Wertleistung eines Bestandes ausmachen. Eingriffe im übrigen Bestand wer-

den nur durchgeführt, soweit dies für die Erziehung der Z-Bäume erforderlich ist.

Unterschiedliche Betriebsziele (Nadel- oder Laubholz, Massenware oder Wertholz) variieren nur das Aussehen des Z-Baumes, die Methode der Behandlung bleibt jedoch im Prinzip gleich. Der sinnvollste Zeitpunkt zur Auswahl der Z-Bäume ist vom Betriebsziel, der Baumart, der erreichten Baumhöhe und den übrigen Bestandesverhältnissen abhängig.

Als Richtwert kann ein Drittel der Umtriebszeit oder ein Höhenrahmen von 10 - 15 m angenommen werden. Ein späterer Zeitpunkt erleichtert durch die bereits fortgeschrittene Differenzierung zwar die Auswahl von geeigneten Z-Bäumen, verringert jedoch die Möglichkeit, diese zu fördern. Die Qualität wäre später leichter festzustellen, die Stabilität hingegen erfordert ein früheres Eingreifen, solange die Baumkronen noch ausreichend lang, der H/D-Wert noch niedrig und die Bäume reaktionsfähig sind.

Wirtschaftliche Auswirkungen

Je größer die Schere zwischen Holzerlös und Erntekosten, desto wichtiger wird die Durchforstung. Nur zeitgerecht und konsequent durchgeführte Durchfor-

Zeitpunkt zur Auswahl der Z-Bäume: bei einem Drittel der Umtriebszeit oder bei 10 bis 15 Meter Höhe.

▼
Fertig zur Abfuhr



stungsmaßnahmen können nicht kosten-deckende Schwachholzsortimente mini-mieren. Das Zurückstellen von (Erst-) Durchforstungen wäre die vollkommen falsche Reaktion.

Durchforstung zielt nicht primär auf Vornutzungserträge, sondern ist als eine notwendige Maßnahme zur Bestandes-gestaltung anzusehen. Nur dadurch kön-nen Nadelholzbestände die erforderliche Stabilität erreichen und Laubholzbe-stände den erforderlichen Wertholzanteil erreichen. Dass Durchforstungen auch einen günstigen Effekt auf den Standort haben, kann als weitere Motivation dien-en: Einerseits wird der Streuumsatz gefördert und eine artenreiche Boden-vegetation ermöglicht, andererseits lässt ein aufgelockertes Kronendach mehr Niederschläge und Wärme auf den Bo-den kommen.

Wirtschaftliche Zwänge werden den Einsatz von Erntemaschinen in Zukunft fördern. Die Möglichkeiten, die Ernte-kosten noch weiter zu senken, erschei-nen aber begrenzt. Der Maschinenein-satz verstärkt die Tendenz, die Durch-forstungseingriffe räumlich und zeitlich zu konzentrieren, um dadurch einen größeren Holzanfall zu ermöglichen.

Nadelholz: „Früh, stark, selten“

Das von Heyer vor 170 Jahren als wald-baulich wünschenswerte Durchfor-stungsprinzip geprägte „Früh, mäßig, oft“ hat nun seine Gültigkeit verloren. In Na-delholzbeständen wird es durch das Prin-zip „Früh, stark, selten“ abgelöst.

Entsprechende Versuche wurden vom BFW bereits angelegt. Diese sehr starken Eingriffe mit Entnahmen von bis zu 50% des Vorrats erfordern eine sehr stabile Bestandesstruktur, die nur durch weit-ständige Kulturen und starke Stammzahl-reduktion erreicht werden kann. In Laub-waldbeständen muss der Wertholzanteil trotz Kostenminimierung erhöht werden: Die Beschränkung der notwendigen Pflegeingriffe auf wenige Z-Bäume ist der richtige Weg dahin und eine sachgemäße Durchforstungsauszeige die Vorausset-zung dafür. Um Erfolg in der Praxis zu haben, werden waldbauliche Verfahren auf wirtschaftliche Rahmenbedingungen Rücksicht nehmen müssen.

Durchforstung muss nicht unbedingt in jedem Einzelfall positive Deckungs-beiträge erbringen, längerfristig kann je-doch nur eine wirtschaftlich erfolgreiche Forstwirtschaft überleben.



Dr. Markus Neumann
Institut für Waldwachstum und
Waldbau
Bundesforschungszentrum für Wald
Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien
markus.neumann@bfw.gv.at



Seminarangebote



Forstliche Ausbildungsstätte Ort des BFW
Johann Orth-Allee 16, 4810 Gmunden
Tel.: (+43) 07612/644 19-0
www.fastort.at/index.php/kurskalender



Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach des BFW
9570 Ossiach 21
Tel.: (+43) 04243-2245-0
www.fastossiach.at/index.php/kurskalender



Dickes Laubholz muss nicht wertvoll sein, wertvolles ist aber dick

Der Wert von Laubholzbeständen wird maßgeblich durch die waldbauliche Behandlung beeinflusst. Erfüllt ein Bestand die von ihm geforderte genetische Eignung und verläuft die Zeit, die er im Kultur- und Dickungsalter verbrachte, ohne größere Pannen, liegt es am Zeitpunkt und der Qualität der Erstdurchforstung, ob ein Bestand zum Ende des Umtriebs einen hohen Wertholzanteil aufweist oder hauptsächlich Brenn- und Faserholz liefert.

Speziell bei Laubholz ist der Wertunterschied zwischen den Qualitäten besonders hoch. Während die Fichte in den meisten Fällen mit einem Durchschnittspreis von A-C-Sortierungen gehandelt wird, kommt es bei hochwertigen Laubholzsortimenten zu einem Mehrwert von einigen hundert Prozent gegenüber C-Blochen.

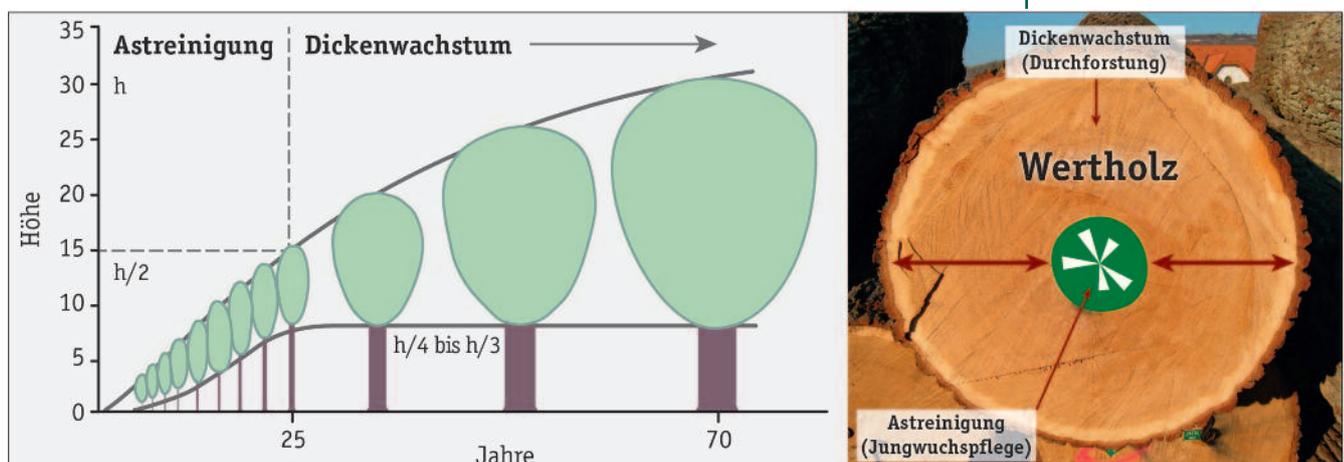
Der zweite große Unterschied zur Fichte ist die Preisentwicklung nach dem Durchmesser. Fichtenbloche werden mit einem Durchmesser von 20 cm bis 50 cm am stärksten nachgefragt und es kommt

ab 50 cm – 60 cm zu Preisabschlägen. Laubholzbloche hingegen können nicht dick genug sein und es steigt der Preis innerhalb der Qualitätssortierungen nach Stärkestufen.

Der Grund für die divergierende Preisbildung ist die unterschiedliche Holzverwendung: Während Nadelholz überwiegend als Konstruktionsholz Verwendung findet, wo Äste nur beeinträchtigend wirken, wenn durch ihre Größe oder Anzahl die mechanischen Eigenschaften zu stark eingeschränkt werden, kommt teures Laubholz hauptsächlich im Innenbereich als optisch anspruchsvolles Holz zur Verwendung.

Da bei diesen Sortimenten Äste unerwünscht sind, ist der Fokus auf die astreine Holzzone des Blochquerschnittes zwischen dem inneren astigen Kern und dem Splint bzw. der Rinde gerichtet. Je dicker der Bloch ist, umso größer ist die Ausbeute an astreinem Holz. Hohe Produktpreise kompensieren aufwändige Einschnittmethoden mit Blockbandsägen. Die Verarbeitung des Nadelholzes für den konstruktiven Bereich hingegen erfolgt

▼
Abbildung 1:
Links | die richtige waldbauliche Behandlung eines Laubwertholzbaumes von der Etablierung bis zur Ernte
Rechts | die Wirkung auf den Holzaufbau des Blochs: kleiner Astkern – gleicher Durchmesser wie der Z-Baum zum Zeitpunkt der Erstdurchforstung, umgeben von einem breiten astreinen Gürtel.



durch industriellen Masseneinschnitt, für den große Durchmesser ungeeignet sind.

Waldbautechnik für Laubwertholz

Aus den oben genannten Vorgaben – geringe Ausdehnung des inneren astigen Kerns und möglichst großer Durchmesser – ergibt sich zwingend eine Waldbautechnik, welche die Behandlung des Baumes von der Kultur bis zur Reife in zwei Phasen teilt (Abbildung 1).

Phase 1 | Dichtstand für gute Astreinigung wird angestrebt. Der Durchmesser des inneren astigen Kerns und damit sein Anteil am Baumquerschnitt sollen möglichst klein sein. Die Krone kann sich nicht frei entfalten und deswegen wird das Dickenwachstum gebremst. Die Äste im unteren Kronenraum dunkeln aus und sterben ab. Die Länge der grünen Krone soll 50 – 35 % der Baumhöhe nicht unterschreiten.

Phase 2 | Die Äste sind im Idealfall bis zur erwünschten Höhe am Stamm abgestorben und teilweise abgefallen. Jetzt gilt es, das Dickenwachstum des Stammes zum Aufbau der begehrten astreinen Schicht zu fördern. Dabei hilft die Tatsache, dass Kronendurchmesser und BHD des Baumes in einer engen funktionalen Beziehung zueinander stehen. Mit

der Eingriffsstärke und den Durchforstungsintervallen formt der Waldbauer mittels Konkurrenzsteuerung die Kronengröße des Baumes und damit indirekt sein Dickenwachstum. In dieser Phase sollte sich die Kronenbasis nicht mehr stammaufwärts verlagern und die Kronenexpansion bis zur Ernte durch permanente Freistellung gewährleistet sein.

Erstdurchforstung

Mit der Erstdurchforstung wird die Astreinigungsphase beendet. Die Auszeige für diesen Eingriff gehört zu den waldbaulich anspruchvollsten Tätigkeiten im Zyklus eines Laubholzbestandes. Es wird die Feinerschließung festgelegt; durch die Selektion der Z-Bäume wird bestimmt, auf welchen Bäumen sich in Zukunft der Zuwachs konzentriert. Fehler, sei es bei der Wahl des richtigen Durchforstungszeitpunktes oder bei der Qualität der ausgewählten Z-Bäume, wirken sich stark wertmindernd aus.

Eine fachmännische Auszeige, deren Notwendigkeit immer wieder angezweifelt wird, ist ein absolutes Muss. Der Zeitaufwand pro Hektar beträgt je nach Bestand zwischen sechs und zehn Stunden. Wenn man den oben angeführten großen Preisunterschied zwischen den Laubholzsortimenten betrachtet, kann dieser Kostenaufwand unter Umständen schon bei der optimierten Auswahl von einigen wenigen Z-Bäumen egalisiert werden.

Da der wirtschaftliche Erfolg beim Laubholz stark von der Qualität der erzeugten Sortimente abhängt, liegt der waldbauliche Fokus am Einzelbaum. Die Dominanz der Massenleistung und der Stabilität, wie beim Nadelholz, tritt gegenüber hohen Qualitätsansprüchen in den Hintergrund. Die fachgerechte Auszeige von Laubholzbeständen wird von Schlägerungsunternehmern durchwegs begrüßt, weil der Eingriff effizienter und für den Z-Baum schonender durchgeführt werden kann.

▼
Abbildung 2:
Harvestereinsatz in
ausgezeigtem Bestand



Wann ist ein Bestand reif für die Erstdurchforstung?

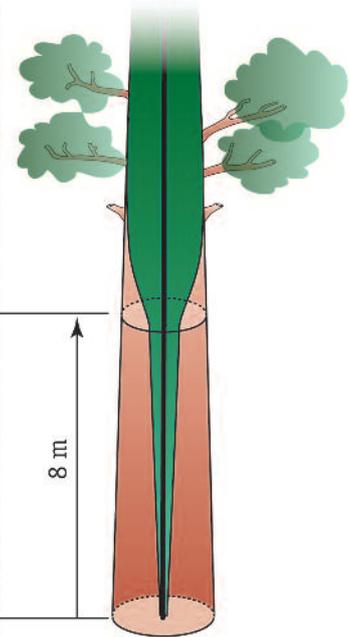
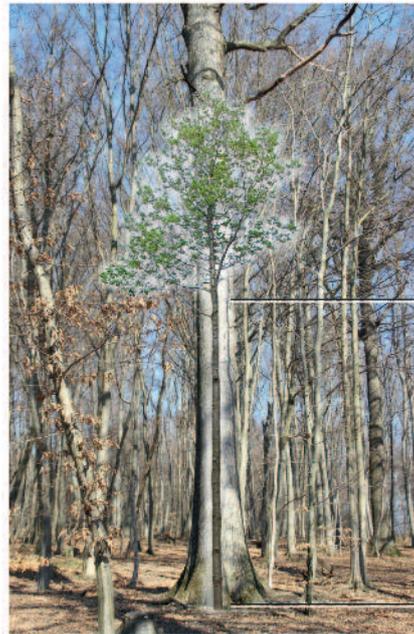
Bei den potenziellen Zukunftsstämmen soll die Astreinigung bis auf eine Höhe fortgeschritten sein, die einem Viertel bis maximal einem Drittel der standortsbedingten Endbaumhöhe entspricht. Das bedeutet für gute Standorte, wo Endbaumhöhen von 30 m und mehr möglich sind, eine astfreie Schaftlänge von 8 – 10 m und für schlechtere Standorte mit Bäumen von nur 20 m Höhe ein entsprechend kürzeres Stammstück von 5 – 6 m.

Noch ein Argument für den rechtzeitigen Durchforstungsbeginn: Es macht keinen Sinn, den Kronenschluss länger aufrecht zu halten, weil oberhalb der angegebenen Höhe kein Wertholz mehr produziert werden kann. Der Astreinigungsprozess geht wegen der länger werdenden Krone und den damit verbundenen dickeren Ästen immer langsamer vor sich. Deswegen vergrößert sich die Ausdehnung des inneren Astkernes stammwärts und die Ausbeute an astreinem Holz wird zu gering. Man fördert durch zu langen Dichtstand die Astreinigung an einem Stammbereich, wo nach den Wuchsgesetzen nur äußerlich astreines Industrieholz oder bestenfalls C-Bloche erzeugt werden können. Dieser Prozess bremst außerdem das Stärkenwachstum und man verliert Wertzuwachs im Erdstammbereich

RZB = Rückegasse, Z-Baumauswahl und Bedrängerauszeige

Die Jugendphase des Laubholzbestandes ist ohne größere Pannen verlaufen und die Qualität der Bäume erlaubt die Prognose, dass bei einer fachgerecht durchgeführten Auslesedurchforstung im Endbestand ein hoher Wertholzanteil vorhanden sein wird.

Wenn jetzt auch die Astreinigung bei den meisten Bäumen auf die angestrebte Stammhöhe vorangeschritten ist, werden im Schleppergelände zuerst die Rückegassen (im steilen Gelände die Seil-



trassen) festgelegt. Ihr Verlauf ist vom Gelände und ihr Abstand zueinander von der Erntemethode abhängig. Im Seilgelände sind bei der Trassierung jene Leute, welche die Nutzung durchführen, mit einzubeziehen. Bei motormanuellen Verfahren und bei Harvestereinsätzen hängen die Abstände von der Kranreichweite ab. Aus Erfahrungen hat sich ein Abstand von 20 m von Mitte zu Mitte der Gasse bewährt. Die Breite der Rückegassen sollte 4 m nicht unterschreiten. Nachdem die Rücke- und Seilgassen festgelegt und mit Farbspray gekennzeichnet sind, folgt die Auszeige der Z-Bäume. Danach werden in einem weiteren Arbeitsschritt die Bedränger markiert.

Eigenschaften der Z-Bäume

Qualität | Die Zukunftsstämme werden aus dem Kollektiv der geeignetsten Bäume des Bestandes ausgewählt. Es gibt keine absoluten Qualitätskriterien für Z-Bäume, sondern es müssen die relativ besten des Bestandes sein. Der Mindeststandard ist, dass zur Zeit der Reife die Ernte von zumindest einem Bloch (Länge ab zirka 3 m) in Nutzholzqualität wahrscheinlich ist. Denn erst dann ist die zentrale Voraussetzung für

▲
Abbildung 3:
Ein optimal gewachsener Laubholzstamm auf gutem Standort. Der Z-Baum hinterlässt seine Astspuren als innerer astiger Kern (grün), der wegen verzögerter Astreinigung in zunehmender Höhe breiter wird. Der begehrte Wertholzgürtel (braun) wird nach oben hin kleiner, bis der Qualitätsrahmen für Wertholz verlassen wird und nur mehr minderwertiges Holz produziert werden kann

eine Auslesedurchforstung erfüllt: Lenkung des Zuwachses auf jene Bestandsglieder, bei denen es durch steigenden BHD zu einem Wertzuwachs kommt. Das trifft nicht auf Bäume zu, die wegen ihrer Qualität nur zur energetischen Nutzung oder für die Verwendung in der Papier- und Plattenindustrie geeignet sind.

Anzahl | Wie viele Z-Bäume pro Hektar ausgezeigt werden, hängt vom angestrebten Zieldurchmesser der Bäume ab, der wiederum mit bestimmten Kronengrößen erreicht werden kann. Annäherungswerte, die von entsprechenden mathematischen Funktionen geliefert werden, können für die Baumart Eiche der Tabelle 1 entnommen werden.

Eiche	
BHD (cm)	Kronenbreite (m)
30	5,2
40	7,1
50	9,0
60	10,9
70	12,8
80	14,7

Spekulationen, welche Hölzer in 80 oder mehr Jahren wie auszusehen haben, damit sie begehrt sind, sind selbstredend schwierig bis unmöglich. Orientiert man sich am Holzmarkt der letzten Jahrzehnte und versucht eine Prognose, so wird man bei der Eiche, der Nuss, dem Ahorn und anderen Hölzern, die bevorzugt der höheren optischen Verwendung zugeführt werden und außerdem rar sind, auf sehr große Durchmesser von 80 cm und mehr abzielen, was eine maximale Z-Baumanzahl von 70 – 80 Stück pro Hektar bedeutet.

Bei der Buche, die wegen ihrer großen Verbreitung und dem relativ hohen Anteil in vielen Waldgesellschaften schon Züge eines Massenproduktes aufweist und auch in der Vergangenheit nicht den großen Preisanstieg innerhalb der Stärkeklassen wie etwa jenen der Eiche er-

reichen konnte, sind höhere Anzahlen je nach Betriebsziel anzustreben.

Verteilung | Optimal wäre ein fixer Abstand zwischen den Z-Bäumen, der dem Durchmesser der erwünschten Endkrone entspricht. Dieser Wunsch kann nur in Idealbeständen, die leider sehr selten sind, erfüllt werden. In der Praxis ist man zu ständigen Kompromissen gezwungen und man muss laufend Abstriche bei der optimalen Verteilung der Zukunftsstämme machen. Wenn zwei sehr schöne potenzielle Z-Bäume in einem Abstand von 5 m zueinander zu finden sind und dann 25 m weit keiner, besteht kein Grund, nur einen und nicht beide auszuzeigen. Die Kronen werden sich arrangieren, was uns die Natur in vielen Beispielen zeigt. Wichtig ist, dass dieser geringe Abstand nicht obligatorisch wird und es auf diese Weise zu vielen Z-Bäumen pro Hektar kommt.

Bedränger | Es müssen alle Bäume, deren Äste die Kronenentwicklung des Z-Baumes behindern oder ihn anderswertig beeinträchtigen, entfernt werden. In der Regel werden bei Ausgangsverbänden, die aus einem Pflanzverband mittlerer Dichte (baumartenabhängig zwischen 2500 – 5000 Stück pro Hektar) entstanden sind, fünf bis acht Bedränger entfernt. Mit dieser Eingriffstärke sollten die Zukunftsstämme fünf bis acht Jahre ohne wesentliche Konkurrenzbeeinträchtigung wachsen können. Das Durchforstungsintervall verlängert sich gewöhnlich ab dem dritten Eingriff und es tritt in der zweiten Hälfte des Umtriebs eine Reifezeit mit Hiebsruhe ein. Diese Werte dienen jedoch nur zur groben Orientierung, ob tatsächlich ein Durchforstungseingriff notwendig ist, entscheidet man nach der Konkurrenzsituation im Kronenraum. Ein guter Indikator für die überfällige Durchforstung ist das beginnende Absterben von Ästen an der Kronenbasis. Sollte ein Nebenbestand vorhanden sein, müssen die von unten

►
Tabelle 1:
BHD und dazugehöriger
Kronendurchmesser bei
der Eiche (Spieker, 1979)

Eiche, Nuss und Ahorn:
große Durchmesser
über 80 cm

in die Krone der Z-Bäume einwachsenden Individuen rechtzeitig entfernt werden.

Bei alternativen Aufforstungskonzepten (Gruppen oder Nester, sehr weite Reihenverbände) gelten prinzipiell gleiche Grundsätze.

Warum eigentlich nicht mit der Maschine?

Geschärftes Bewusstsein, dass zeitgerecht durchgeführte Durchforstungen ein Schlüssel zu qualitativ hochwertigen Laubholzbeständen sind, und kostenbedingt auftretende Personalengpässe in den Betrieben machen einen steigenden Mechanisierungsgrad notwendig.

Um den Einsatz von Harvestern bei Auslesedurchforstungen in wertholztauglichen Laubholzbeständen auf ihre Praxistauglichkeit zu testen, wurde eine Kooperation ins Leben gerufen. Folgende Partner sind daran beteiligt: Der Forstbetrieb Wienerwald der österreichischen Bundesforste AG, das auf Laubholzeinsätze spezialisierte Harvesterunternehmen



men Sattler F & F Holz KG aus Hernstein und das Institut für Waldwachstum und Waldbau des BFW mit forsttechnischer Unterstützung der Forstlichen Ausbildungsstätte Ort, Gmunden.

Mittlerweile wurden zirka 50 Hektar Erstdurchforstungen nach der Z-Stammmethode in wertholztauglichen Eichen- und Buchenbeständen von der Sattler F & F Holz KG durchgeführt. Es kam eine Maschine der Mittelklasse mit einem Harvesteraggregat und einer Kranreichweite von rund 10 m zum Einsatz. Anschließend wurde das seitlich an der Rückegasse liegende Holz mit dem Forwarder aus dem Bestand gebracht und an der Forststraße der örtlichen Hackenschnitzelerzeugung im Wald zugeführt. Die Schäden an den Z-Bäumen gingen gegen Null und bei den derzeit herrschenden Energieholzpreisen konnte in allen Fällen ein Deckungsbeitrag erzielt werden.

Ende 2014 wird das BFW eine DVD zu diesem Thema veröffentlichen. Die Inhalte reichen vom richtigen Zeitpunkt der Erstdurchforstung, der Anlage der Feinerschließung und der Auswahl der Z-Bäume bis hin zur vollmechanisierten Holzernte in Auslesedurchforstungen beim Laubholz.

An praxisnaher Schulung interessiert?

Die Abteilung Waldbau bietet Weiterbildung zur Laubholzbewirtschaftung an. In der Regel handelt es sich um einen Theorieblock mit Vorträgen und anschließender Praxis im Wald. Die Veranstaltungen können sowohl bei Ihnen vor Ort als auch auf Versuchsflächen des BFW im Raum Wien stattfinden. Umfang, Inhalt und Dauer sind individuell gestaltbar. Wenn dazu Fragen bestehen oder eine spezifische Beratung gewünscht wird, kann jederzeit mit den Autoren Kontakt aufgenommen werden.



▲
Abbildung 4:
Richtig und damit stark freigestellter Z-Baum

Harvestereinsatz im wertholztauglichen Laubholzbeständen!

◀
Abbildung 5:
Schonender Harvester-
einsatz in ausgezeichneter
Eichen-Erstdurchforstung

Dipl.-Ing. Werner Ruhm
Hannes Schönauer
Institut für Waldwachstum und
Waldbau
Bundesforschungszentrum für Wald
Hauptstraße 7, 1140 Wien
werner.ruhm@bfw.gv.at

MARKUS NEUMANN, GÜNTER RÖSSLER

Versuchsergebnisse sind die Basis für Bewirtschaftungsempfehlungen

Die Anlage und laufende Führung von langfristigen Versuchen war Anlass zur Gründung der forstlichen Versuchsanstalten im 19. Jahrhundert. Insbesondere sollten anhand von Dauerversuchsflächen die Auswirkungen von Durchforstungsmaßnahmen überprüft und Grundlagen für die Aufstellung von Ertragstafeln erarbeitet werden.

Konsequenterweise wurden von der Versuchsanstalt bereits um 1880 die ersten Durchforstungs- und Pflanzweieversuche eingerichtet. Lange Zeit stand die Frage nach der Gesamtwuchsleistung und der Maximierung des Volumenzuwachses im Zentrum des Interesses. Damaliger Versuchsstandard war die Anlage von drei Niederdurchforstungsvarianten unterschiedlicher Eingriffsstärke (in Deutschland als A-, B- und C-Grad bezeichnet). Fallweise wurde auch eine Hochdurchforstungsvariante nach „französischer Methode“ eingerichtet. Als Vergleich dienten die schwach niederdurchforsteten Flächen, die durch Entnahme von abgestorbenen und absterbenden Bäumen den heutigen Nullflächen entsprachen.

Nach dem Zerfall der Monarchie verblieben nur mehr wenige - fast ausschließlich auf Buche beschränkte - Versuche in Österreich, deshalb beschränkten sich ältere Informationen auf diese Baumart. Die nicht immer konsequente Versuchsführung verringert die Aussagekraft dieser Versuche weiter. Dennoch erkannte Böhmerle bereits 1898: „In Durchforstungsflächen ist die Schneefahrt umso größer, je dichter und stammzahlreicher die Bestände sind“.

Wesentliche Grundlagen für die Wahl von Pflanzverbänden bei Fichte lieferte die Auswertung des Pflanzweieversuchs Hauersteig im Wienerwald; darüber hinaus konnte Pollanschütz relevante Aussagen zur Stabilität und Betriebssicherheit von Fichtenbeständen ableiten. Im Laufe der Zeit haben sich nicht nur die wissenschaftlichen Methoden verbessert, sondern auch die Fragestellungen und Durchforstungsstrategien geändert. Vom Institut für Waldwachstum und Waldbau des BFW wurden deshalb seit 40 Jahren spezielle Durchforstungsversuche in Fichte (im Waldviertel und in der Steiermark), Kiefer (im Burgenland) und Buche (im Alpenvorland) angelegt. Auch der Wechselwirkung von Düngung und Durchforstung wurde in einem speziellen Versuch nachgegangen.

Stammzahl und Durchmesser hängen zusammen

Im Wald ist leicht festzustellen, dass in dichten Beständen die Bäume dünner bleiben und nur Bäume mit ausreichendem Standraum stark werden. Dieser Zusammenhang wurde bereits vor 80 Jahren in den Vereinigten Staaten von Reineke wissenschaftlich belegt und als „stand density rule“ bezeichnet. Sterblichkeit kommt der Verdienst zu, diese wichtige waldwachstumskundliche Regel auch in Mitteleuropa bekannt gemacht zu haben.

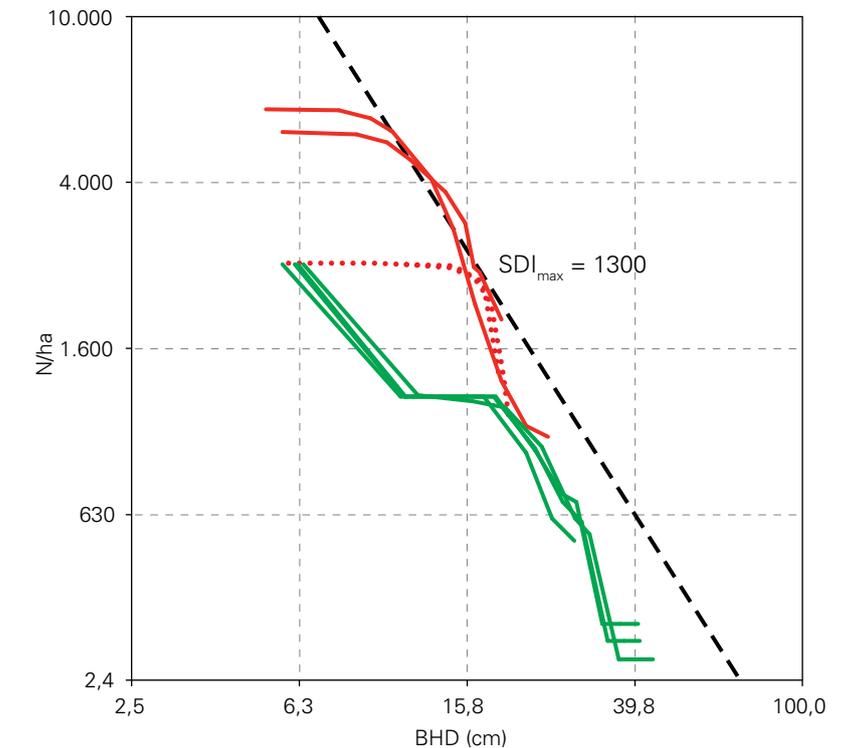
Anhand unserer Versuchsergebnisse kann dieser Zusammenhang verdeutlicht werden. Dazu wurden für die Abbildung 1 Ergebnisse von drei unterschiedlich behandelten Versuchsvarianten des Versuches in Ottenstein ausgewählt: die voll-

kommen unbehandelte Vergleichsvariante und die zu Beginn auf 2500 Stämme je ha reduzierten Parzellen sowie die bei 10 m Oberhöhe schon auf 1200 Stämme je ha reduzierten Parzellen der Auslesedurchforstungsvariante. Die Entwicklung der Stammzahlen wurde über dem jeweiligen Mitteldurchmesser aufgetragen; für die grafische Darstellung wurden beide Achsen logarithmisch transformiert. Die Kurvenverläufe zeigen, dass die Bestockung nicht über eine bestimmte Grenze steigen kann. Die Gerade in Abbildung 1 ist die bei einem bestimmten Durchmesser maximal mögliche Stammzahl. Wird wachstumsbedingt diese Linie erreicht, so muss mit weiterer Durchmesserzunahme die Stammzahl abnehmen, das heißt, es tritt Mortalität ein (rote Linien der unbehandelten Variante). Bestände mit niedriger Stammzahl der Durchforstungsvariante (grüne Linien) können solange ungestört wachsen, solange sie die Linie der maximal möglichen Bestockung noch nicht erreichen.

Zahlen sprechen für eine konsequente Standraumregulierung

In den derzeit 40- bis 60-jährigen Versuchsbeständen sind die Auswirkungen der verschiedenen Behandlungsvarianten hinsichtlich Bestandesstabilität und Stammdimensionen bereits deutlich erkennbar. Der internationale IUFRO-Durchforstungsversuch bei Ottenstein im Waldviertel ist die größte und bekannteste dieser Versuchsanlagen. Die Ergebnisse der dort untersuchten Durchforstungsvarianten von hoher bis niedriger Stammzahlgaltung sind beispielhaft. Bei 5 m Oberhöhe wurde auf 2500 Bäumen je ha reduziert, danach erfolgten die Eingriffe in unterschiedlicher Stärke und Raschheit.

Bei 15 m Oberhöhe hatten die Versuchspartellen zwischen 700 und 1600 Bäume je ha. Auf den zwei unbehandelten Parzellen sind von den ursprünglich über 5200 bis 5900 Bäumen je ha innerhalb von 28 Jahren 2800 bis 3900

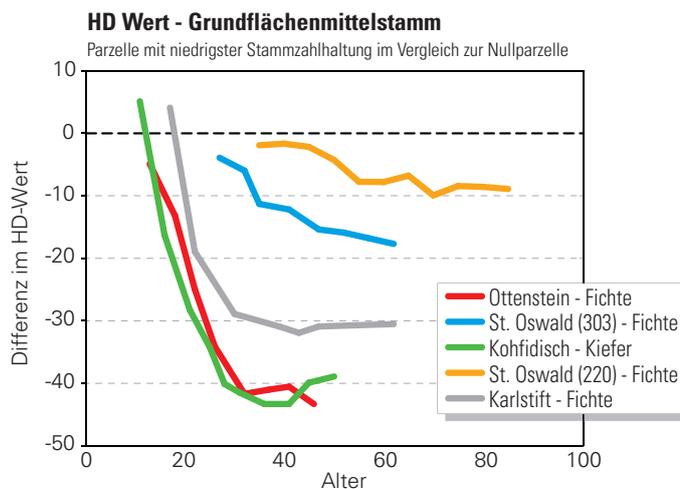
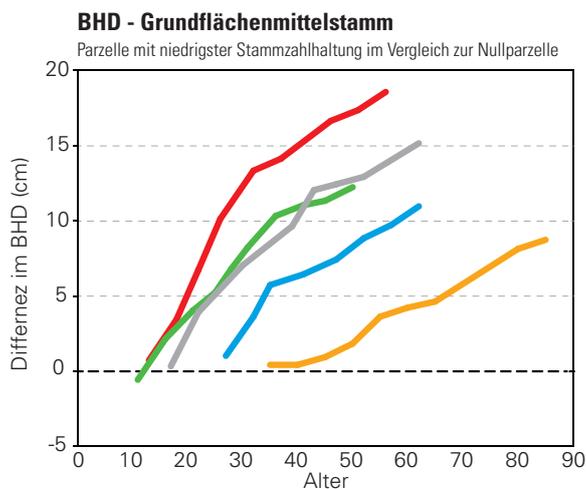


Bäume durch Konkurrenz, Schneebruch oder auch vereinzelt Windschäden ausgeschieden. In den folgenden 15 Jahren fielen weitere 1100 bis 2200 Bäume je ha aus, wobei auf der am stärksten durch den Sturm Kyrill betroffenen unbehandelten Parzelle lediglich nur mehr 170 Fichten je ha übrig geblieben sind.

Diese große Labilität in undurchforsteten Flächen wird auch durch H/D-Werte von weit über 100 belegt. Die H/D-Werte der stark reduzierten Parzellen liegen hingegen aktuell unter 80. In diesen Flächen gab es auch keine Schneebrüche. Auf der nur mäßig durchforsteten Parzelle mit H/D-Werten über 90 kam es in den letzten Jahren hingegen zu mehreren Wipfelbrüchen.

Ebenfalls für ausreichenden Standraum spricht die Entwicklung der Durchmesser: Die Durchmesserzuwachsleistung im weitständig erzogenen Bestand liegt erheblich über den anderen. Die Differenz gegenüber dem unbehandelten Bestand beträgt im Alter 56 bereits über 18 cm. Entscheidend ist weiters, dass bei Vornutzungen bereits früher verwertbare Dimensionen erreicht werden. Beim

▲
Abbildung 1:
Verlauf von Stammzahl und Mitteldurchmesser für drei Varianten des Versuchs in Ottenstein (rot: unbehandelte Nullvariante; rot, punktiert: zu Beginn auf 2500/ha reduziert; grün: bei 10 m Oberhöhe auf 1200/ha reduziert)



▲ **Abbildung 2:** Differenz im Durchmesser (links) bzw. im HD-Wert (rechts) zwischen der unbehandelten Vergleichsvariante und der Variante mit niedriger Stammzahlhaltung von fünf Dauerversuchen

ersten Durchforstungseingriff bei einer Oberhöhe von 10 m und einem Bestandesalter von 18 Jahren betrug der mittlere Brusthöhendurchmesser des Aushiebs 11,1 cm. Beim folgenden Eingriff 14 Jahre später bei einer Oberhöhe von 20 m wurde bereits ein mittlerer Durchmesser von 20,8 cm erreicht.

In Abbildung 2 und 3 sind Ergebnisse von fünf Durchforstungsversuchen (Fichte bzw. Weißkiefer in Kohfidisch) dargestellt. Sie zeigt einerseits die Differenz im Durchmesser zwischen der Variante mit niedriger Stammzahlhaltung und der unbehandelten Vergleichsvariante und andererseits die Unterschiede im H/D-Wert. Auf allen Standorten mit unterschiedlicher Bonität konnten durch den größeren Standraum sowohl eine eindeutig bessere Durchmesserzuwachsleistung als auch eine wesentlich höhere Bestandesstabilität durch niedrigere H/D-Werte nachgewiesen werden. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass durch frühe und starke Eingriffe das Leistungspotenzial eines Standortes optimal genutzt wird und gleichzeitig Bestände zu großer Stabilität erzogen werden können.

Versuchsflächen sind Anschauungsobjekte für die Praxis

Die Dauerversuche liefern nicht nur Erkenntnisse und Grundlagendaten für weitere Analysen, von denen hier nur ein Teil dargestellt werden konnte. Sie

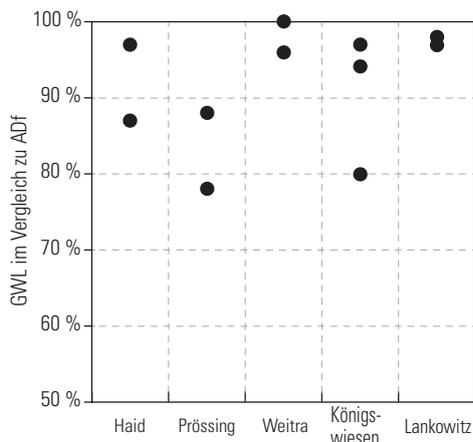
sind auch unmittelbare Anschauungsobjekte und werden laufend im Rahmen von Exkursionen und Seminaren den Forstleuten und bäuerlichen Waldbesitzern vor Ort gezeigt.

Neue Versuchsanlagen für zukünftige Fragestellungen

Die traditionellen Versuchskonzepte wurden gemäß den damaligen Fragestellungen unter Beachtung der jeweiligen Rahmenbedingungen entwickelt. Waldwachstumskundliche Versuche sind meist sehr langfristig und müssen daher vorausschauend konzipiert werden. Nur so ist es möglich, auf neu auftauchende Fragen mit Versuchsergebnissen Antworten zu finden.

Als Reaktion auf neue Fragestellungen wurden in jüngerer Vergangenheit weitere Versuche eingerichtet. Auf diesen werden - mit zum Teil extremen Behandlungsvarianten oder sehr ausgefeiltem Versuchsdesign – nicht primär bereits bestehende Behandlungskonzepte überprüft, sondern es sollen vielmehr prinzipielle waldwachstumskundliche Grundlagen erarbeitet werden.

Wegen der stets limitierten Arbeitskapazität konnte nur eine kleine Anzahl von Versuchen eingerichtet werden. Die Ein-Klonversuche, die Solitärversuche und die Neuanlage des Pflanzweitereversuchs Hauersteig versprechen für die Zukunft wesentliche Erkenntnisse für die



Bewirtschaftung unter schwieriger werdenden Rahmenbedingungen. Erste Ergebnisse von den erst relativ kurz beobachteten „Solitärversuchen“ zeigen auf fünf verschiedenen Versuchsorten, dass Bestände, die bereits im Dickungsstadium auf 700 Bäume je ha reduziert wurden, trotzdem 78 bis zu 100% (!) der Gesamtwuchsleistung von „normal“ auslesedurchforsteten Parzellen leisten können (Abbildung 3). Dieser etwas überraschende Umstand findet zumindest teilweise eine Erklärung in den längeren und breiteren Baumkronen mit größeren Nadelmassen der bereits sehr früh stammzahlreduzierten Bestände.

Die ersten Messergebnisse der fünf im Jahre 1992 angelegten Fichten-Einklonversuche mit drei verschiedenen

Stammzahlvarianten von 2664, 1282 und 321 Bäumen je ha ließen die Vermutung aufkommen, dass Zuwachsreduzierender Konkurrenz Einfluss nicht nur im Kronenraum, sondern bereits vorher im Wurzelbereich stattfindet. Bohrkernanalysen haben gezeigt, dass es bereits einige Jahre vor Eintritt des Kronenschlusses zu unterschiedlichen Jahrringbreitenentwicklungen kam. Auch bei diesen Versuchen kann der Volumenzuwachs bei geringerer Bestockung durch deutlich bessere Kronendimensionen und bessere Zuwachsleistung weitgehend ausgeglichen werden. Dazu sind aber noch weitere Untersuchungen beabsichtigt.

Zur Prüfung der Umsetzbarkeit des Konzepts des „früh, kräftig und selten“ wurden zwei entsprechende Versuche in Oberösterreich und Niederösterreich eingerichtet: Dabei soll in der einen Variante mit nur zwei Durchforstungseingriffen und einem Entnahmeanteil von jeweils 50% die Endbestockung erreicht werden, als Vergleich sollen drei Eingriffe mit jeweils der Entnahme eines Drittels dienen. Diese Versuche zeigen bereits nach kurzer Zeit sehr anschaulich, wie schnell sich Bestände auf entsprechend wüchsigem Standort wieder schließen können und wie rasch sich die Zuwächse nach dem Eingriff auch wieder angleichen.



◀ **Abbildung 3:** Bestände, die im Dickungsstadium auf 700 Bäume/ha reduziert wurden, erreichen 78 bis zu 100% (!) der Gesamtwuchsleistung von „normal“ auslesedurchforsteten Parzellen

◀ **Abbildung 4:** Früh, kräftig, selten

Dr. Markus Neumann
 Dipl.-Ing. Günter Rössler
 Institut für Waldwachstum und
 Waldbau
 Bundesforschungszentrum für Wald
 Seckendorff-Gudent-Weg 8
 1131 Wien
 markus.neumann@bfw.gv.at

Zielführende Standraumgestaltung in Fichtenbeständen

Anfangsbestand ist nicht gleich Endbestand: Die Bäume wachsen von selbst, sie werden doch immer dicker und höher. Wozu eigentlich aufwändige und kostspielige Durchforstungen? Warum können Bestände nicht im Endverband begründet werden?

Weil Bäumchen, die in Überzahl gepflanzt wurden, im Laufe ihres Bestandeslebens wichtige Aufgaben erfüllen:

- Reservefunktion (auch bei Ausfall anderer Pflanzen soll der Bestandeschluss erhalten bleiben),
- Erziehungsfunktion (ab einer gewissen Entwicklungsstufe ist Konkurrenz notwendig, um stärkere Äste zu verhindern und die Astreinigung zu fördern),
- Auswahlfunktion (Auswahlmöglichkeit der stabilsten, vitalsten und qualitätsmäßig besten Bäume) und
- Vornutzungsfunktion (Sicherung der Flächenproduktivität durch Anfall von Vornutzungen).

Waldbau braucht Ziele

Bevor Maßnahmen im Wald gesetzt werden, soll man sich über das Ziel klar sein: Wie soll sich der betreffende Bestand entwickeln? Gerade Fichtenbestände sollen möglichst rasch verkaufbare Dimensionen liefern; weiters soll die Umtriebszeit, also der Zeitraum zwischen Bestandesbegründung und Schlägerung, möglichst kurz sein. Außerdem ist entscheidend, dass die Bäume stabil sind und nicht schon vor Erreichen des Abtriebsalters vom Wind oder Schnee gebrochen werden. Nachfolgend die wichtigsten Regeln zur Erziehung von leistungsfähigen und stabilen Fichtenbeständen.

Stammzahlreduktion

Stammzahlreduktionen sind Baumentnahmen in der Jugendphase vor der Durchforstung, bei denen kaum verkaufbare Holzsortimente anfallen. Diese Pflegeeingriffe kosten Zeit und Geld, sind aber notwendige Investitionen in die Zukunft, um einen Bestand zu erziehen, der in ferner Zukunft einen maximalen Ertrag bringen soll.

Als Richtwert sollen bei einer Bestandesoberhöhe von maximal fünf Metern - dies gilt auch für Naturverjüngungen - nicht mehr als 2500 einigermaßen gleichmäßig verteilte Bäume auf einem Hektar stehen. Das entspricht einem Baumabstand von durchschnittlich zwei Metern. Es hätte wenig Sinn, mehr Bäume zu pflanzen, die bald wieder nutzlos entnommen werden müssen.

Dieser Standraum ist bis zum Erreichen des Stangenholzalters für eine entsprechende Entwicklung der Kronen ausreichend und gewährleistet gute Voraussetzungen für die folgenden Durchforstungseingriffe. Wenn Bestände bereits mit diesen oder geringeren Stammzahlen begründet werden, sind bis zur ersten Durchforstung keine kostspieligen Maßnahmen notwendig. Im Zuge der Stammzahlreduktion ist es auch möglich, die Baumartenmischung zu steuern und eine negative Auslese (Vorwüchse unerwünschter Baumarten, Zwiesel und ähnliches mehr) durchzuführen.

Auswahl der Zukunftsbäume

Eine sichtbare Differenzierung der Bäume setzt mit dem Übergang ins Stangenholzalter bei 12 bis 15 Meter Oberhöhe ein. Das ist der Zeitpunkt, zu dem die für



den Endbestand geeigneten Bäume erkannt werden können. In der Praxis werden diese Bäume als Z-Bäume (Zukunftsbäume) bezeichnet. Die Auswahlkriterien sind:

- Vitalität,
- Stabilität,
- Qualität und
- Verteilung im Bestand.

Die Anzahl der Z-Bäume wird auch vom angestrebten Zieldurchmesser bestimmt: Je stärker dieser ist, desto geringer muss die Z-Baumannzahl sein. In rechtzeitig auf die vorhin empfohlene Stammzahl reduzierten Beständen sollte es möglich sein, 200 bis 350 geeignete Fichten auszuwählen. Diese Bäume haben wegen des verfügbaren Standraumes gut ausgebildete Kronen und günstige H/D-Werte (Verhältnis von Baumhöhe zu Durchmesser). Bei H/D-Werten um oder unter 80 gilt ein Baum als stabil, bei Werten um oder über 100 besteht hingegen hohe Bruchgefahr. Bei der Auswahl von Z-Bäumen geht im Zweifel Stabilität vor Qualität.

Je nach Bestandessituation können Mischbaumarten zur Förderung der Diversität ebenfalls zu Z-Bäumen werden. Eine Markierung der Z-Bäume hilft mit, diese vor Ernte- und Rückeschäden zu bewahren und erleichtert die Übersicht. Je nach Geländesituation und gewähltem

Ernteverfahren ist die Anlage von Rückegassen sinnvoll, Z-Bäume sollen nicht direkt an diesen stehen.

Förderung der Zukunftsbäume

Die ausgewählten Z-Bäume sind konsequent von Konkurrenten freizustellen. Eine Entnahme der ein bis zwei (in Ausnahmefällen auch mehr) stärksten Konkurrenten sichert dem Z-Baum ausreichenden Wuchsraum. Der Neben- und Zwischenbestand kann, muss aber nicht durchforstet werden. Durch die starke Förderung der Z-Bäume bleibt die Kronenausbildung unbehindert und der Zuwachs wird optimiert. Es wäre ein Fehler, Ersatzbäume als Reserve für Z-Bäume auszuwählen, weil diese schnell zu Konkurrenten der Z-Bäume würden.

Bis zur Hälfte der Umtriebszeit erfolgen noch ein (bis zwei) weitere Durchforstungseingriffe. Schon beim zweiten Eingriff sind die Z-Bäume dem restlichen Bestand so deutlich überlegen, dass sich eine Kennzeichnung eigentlich erübrigt. Es besteht dann auch keine Gefahr mehr, dass sie sich bis zur Endnutzung nicht günstig weiterentwickeln würden. Negatives Umsetzen („Absteigen“) von Z-Bäumen findet nur statt, wenn entweder zu gering vitale Bäume ausgewählt oder die ausgewählten zu schwach gefördert werden. Gefährdungen biotischer Art können nie ausgeschlossen werden, die Widerstands-

▲ Dauerversuche dienen der wissenschaftlichen Untersuchung, aber auch der praktischen Übung

fähigkeit gegen abiotische Einflüsse wird bei konsequent geförderten Z-Bäumen hingegen maximiert. Wenn die erreichbare Stabilität bei Katastrophalereignissen nicht ausreichen sollte, gewährleisten die bereits erreichten größeren Dimensionen jedenfalls höhere Erlöse.

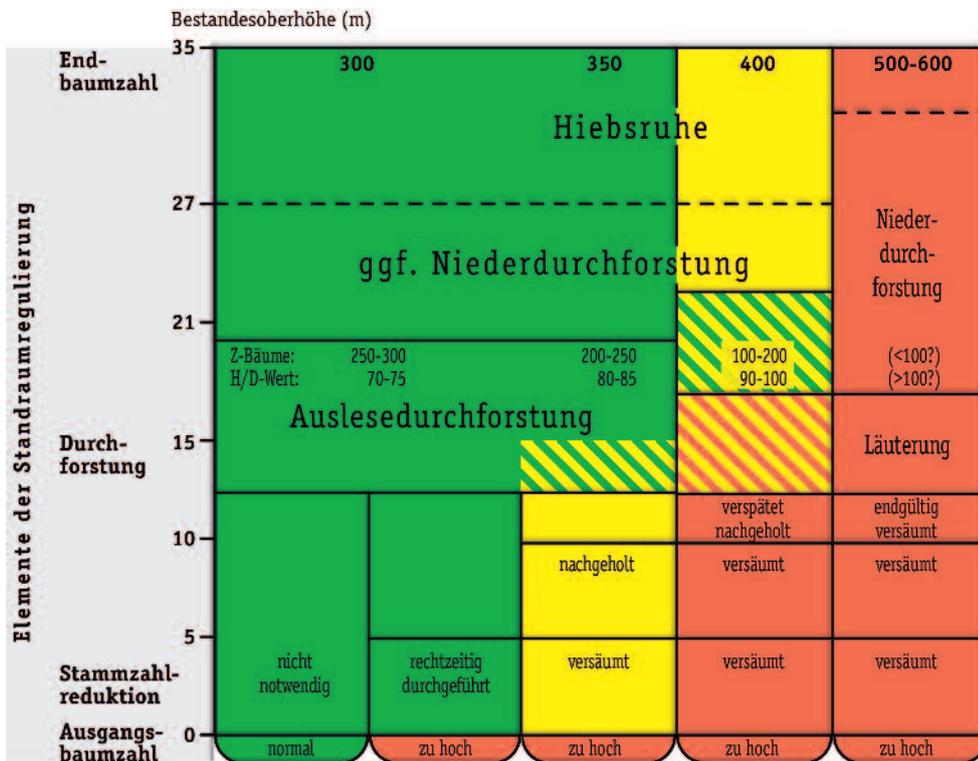
Versäumtes kann nicht nachgeholt werden

In dichten Stangenhölzern, in denen eine Stammzahlreduktion versäumt wurde, ist eine Auslesedurchforstung

nicht zielführend. Man findet nicht genügend Bäume, die den Kriterien (insbesondere Stabilitätskriterien) von Z-Bäumen entsprechen, um die starke Freistellung nutzen zu können. In solchen Beständen kann man danach trachten, die jeweils relativ stabilsten Bäume durch kurz aufeinander folgende schwache Eingriffe zu fördern. Vielfach wird bei diesen Beständen das geplante Umtriebsalter aufgrund von Schädigungen durch Wind und Schnee nicht erreicht werden.

► Dauerversuch Ottenstein:
neue Versuchsanlage mit
neuer Zielsetzung





Die Abbildung zeigt Elemente der Standraumregulierung für Fichtenbestände. Sie verdeutlicht, welche Maßnahmen zu welchem Zeitpunkt bei unterschiedlichen Ausgangsbaumzahlen im jeweiligen Bestand zu setzen sind. Naturgemäß vereinfacht ein solches Schema die tatsächlichen Möglichkeiten der Bestandesbehandlung. Dieses Schema soll als Hilfe zur Entscheidungsfindung verwendet werden, es kann jedoch nicht die vor Ort zu treffende Entscheidung vorwegnehmen. Diese muss sich am Standort, am Zustand des Bestandes und am Betriebsziel orientieren.

Konsequenzen der Auslesedurchforstung

Die Gesamtwuchsleistung wird durch die Durchforstung nur wenig beeinflusst, wie unsere Durchforstungsversuche beweisen. Bei größerem Standraum wird von wenigen Bäumen mehr Zuwachs geleistet, die dickeren Bäume leisten durch ihre größeren Kronen trotz geringerer Anzahl in Summe etwa die gleiche Masse. Falls jedoch nicht oder schwach durchforstete Bestände von Schäden betroffen sind, kann sich dieses Verhältnis durch entstehende unbestockte Lücken sogar umkehren. Nur durch rechtzeitige und konsequente Förderung von Z-Bäumen können labile Bestandesphasen vermieden werden.

Das Hauptziel der Auslesedurchforstung ist die Lenkung des Zuwachses auf ausgewählte Z-Bäume und damit die Produktion von wertvollem Sägeholz anstatt von schwachen Industriesortimenten. Das Höhenwachstum ist von der Leistungsfähigkeit (Bonität) des

Standortes abhängig und wird nicht durch den Standraum beeinflusst. Die Holzqualität wird neben der Dimension von der Aststärke und der Jahringbreite bestimmt, wobei ein größerer Standraum zu stärkeren Ästen und größeren Jahringen führt. In den empfohlenen Bereichen überwiegen jedoch die positiven Konsequenzen der Zuwachsteigerung bei weitem.

Gerade hohe Kosten und niedrige Holzpreise bei schwächeren Sortimenten machen konsequente Pflege notwendig, um rasch kostendeckende oder gewinnbringende Sortimente zu produzieren.



Dipl.-Ing. Günter Rössler
 Institut für Waldwachstum und
 Waldbau
 Bundesforschungszentrum für Wald
 Seckendorff-Gudent-Weg 8
 1131 Wien
 guenter.roessler@bfw.gv.at

Auswirkungen von Durchforstungs- eingriffen auf Boden und Bestand

Bei der Entscheidung, wann und mit welcher Intensität ein Bestand durchforstet werden soll, spielen neben den waldwachstumkundlichen Überlegungen und ökonomischen Erfordernissen auch ökologische Aspekte eine wesentliche Rolle. Durchforstungseingriffe verändern die Überschirmung und damit das Bestandesklima.

Es ändern sich die Wind- und Lichtverhältnisse, der Wärmehaushalt im Bestand und an der Bodenoberfläche sowie der Wasserhaushalt. Das so veränderte Bestandesklima regt die Aktivität des Bodenlebens an, es kommt zu einem verstärkten Abbau der organischen Substanz (Mineralisierung). Die Bodenvegetation und die Humusform werden daher zu Indikatoren eines veränderten Bestandesklimas infolge eines Durchforstungseingriffes.

Besonders junge Bestände können sich nach einer Durchforstung rasch wieder schließen, die gewünschten, ökologisch positiven Wirkungen sind also hier oft nur temporär.

Windverhältnisse

Die Abnahme der Windgeschwindigkeit im Bestandsinneren hängt von der Bestandesdichte, vom Bestandesalter und von der Baumartenmischung ab. Stammzahlreiche, dichte Bestände, die ein geschlossenes Kronendach aufbauen, sorgen durch ihre Oberfläche für eine starke, abrupte Windbremsung und Windberuhigung im Bestandsinneren.

Bei stürmischen Verhältnissen führt dies zu Verwirbelungen über dem Kronendach und zum raschen Absinken

der Luftmassen im Lee. An der windabgewandten Seite ist daher die Gefahr von Windwürfen besonders groß. Ein ungünstiges H/D-Verhältnis begünstigt durch verstärktes Schwingen der Bäume bei Sturm die Turbulenzbildung; es kann zu vermehrtem Windbruch kommen. Bei durchforsteten und daher winddurchlässigeren Beständen kommt es hingegen zu einer flacheren Abdrift der Luftmassen und somit zu geringerer Windwurfgefährdung im Lee. Auch eine günstige vertikale Bestandesstruktur, die zur Ausbildung eines mehr oder weniger offenen Kronendaches führt, reduziert die Gefahr von Windturbulenzen.

Die Windberuhigung ist ein wesentliches Element des Bestandesklimas und hat Folgewirkungen auf die Bestandeshydrologie, wie etwa auf Transpiration, Evaporation, relative Luftfeuchte und Bodenfeuchte, und damit auf das Baumwachstum.

Strahlungs- und Beleuchtungsverhältnisse

Die Strahlungs- und Beleuchtungsverhältnisse im Bestandsinneren variieren sehr stark und hängen von der Durchforstungsintensität, von der Baumart (Nadel- oder Laubholz) und von der Bestandesstruktur ab.

Durchforstung erhöht das direkte Strahlungs- und Lichtangebot am Waldboden und den seitlichen Lichtgenuss an den Bestandesrändern. Auch die wandernden Lichtflecken am Waldboden sind von großer Bedeutung. Die Beleuchtungsstärke in nicht durchforsteten Fichtenbeständen ist am Boden naturgemäß am geringsten, nimmt aber auch

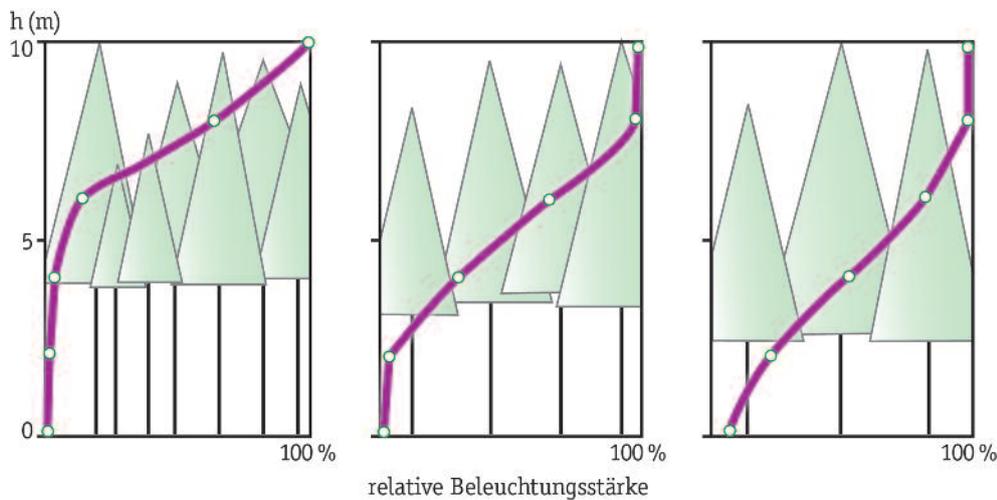


Abbildung 1:
Beleuchtungsverhältnisse
im Bestand bei unter-
schiedlicher Stammzahl
(nach Chroust, 1971, in
Mitscherlich, verändert)

bis zum Kronenansatz kaum zu. Erst in der Höhe des Kronenansatzes steigt die Beleuchtungsstärke deutlich an. Bedingt durch den Lichtmangel und die Konkurrenz ist die Baumkrone in dichten Beständen nur sehr kurz. In durchforsteten Fichtenbeständen nimmt hingegen die Beleuchtungsstärke mit der Bestandeshöhe, trotz der tief angesetzten Kronen, stetig zu. Ein Viertel der relativen Beleuchtungsstärke wird hier noch im untersten Kronendrittel erreicht (Abbildung 1).

Temperaturhaushalt

Der Temperaturhaushalt ist eng mit dem Strahlungshaushalt verbunden. Im oberen Kronenbereich kommt es daher zu den größten Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht. Bei dichtem Kronenschluss wird das Lufttemperatur-Maximum im Wipfelbereich erreicht und nimmt Richtung Boden relativ rasch ab. Bei starker Durchforstung wandert das Lufttemperatur-Maximum in den unteren Kronenbereich, die Verteilung der Lufttemperatur innerhalb des Bestandes ist ausgeglichen, auch am Boden werden höhere Temperaturwerte erreicht. Eine rasche Erwärmung des Waldbodens kann daher nur unter einem aufgelockerten Kronendach erfolgen.

Niederschlagsverhältnisse

Durchforstung verändert auch das Wasserangebot im Bestand und die Wassernutzung durch den Bestand. In durchforsteten Beständen gelangt mehr Niederschlag auf den Waldboden, während in dichten Beständen relativ hohe Interzeptionsverluste auftreten.

Die Interzeption ist baumartenspezifisch. Laubholzbestände haben im Allgemeinen geringere Interzeptionsverluste als Nadelholzbestände (Abbildung 2). Das Bestandeswasserangebot hängt aber auch von der Art (Schnee, Regen) und Intensität (Starkniederschlag, Dauerregen) des Niederschlagsereignisses und von den Windverhältnissen zum Zeitpunkt des Niederschlages ab.

Ebenfalls bedeutsam ist die Rückhaltung des Niederschlages durch Sträucher, Waldbodenvegetation und durch den Auflagehumus. Der durch die Durchforstung angeregte Abbau der Humusaufgabe wirkt sich günstig auf die Wassereinsickerung in den Boden aus. Rohhumusähnliche Auflagen, die in dichten undurchforsteten Beständen – auch unter Laubholzbestockung – häufig zu finden sind, vermindern die Wassereinsickerung in den Oberboden deutlich.

Die verringerte Anzahl an Bäumen kann das Wasserangebot im Bestand

►
Abbildung 2:
Überdichter Fichtenbe-
stand mit hoher Interzep-
tion und ungünstigem
Bestandesklima



deutlich anheben. In durchforsteten Fichtenbeständen sind Trockenphasen seltener oder kürzer. Nach Ergebnissen eines Versuches in Schweden wird dieser positive Effekt allerdings nach kurzer Zeit durch erhöhten Verbrauch des verbleibenden Bestandes kompensiert. Ob dabei der Wassernutzungskoeffizient der Bäume durch höheres Wasserangebot verändert wird, ist unklar. Es gibt jedoch starke Hinweise darauf, dass Bäume abhängig vom Wasserangebot ihr Wasserleitungssystem modifizieren und – in Grenzen – auch das Wurzelwachstum anpassen. Derartige Untersuchungen basieren meistens auf Einzeluntersuchungen, die infolge der Standortsunterschiede nur bedingt verallgemeinerbar sind.

Ökologische Folgewirkungen für Boden und Vegetation

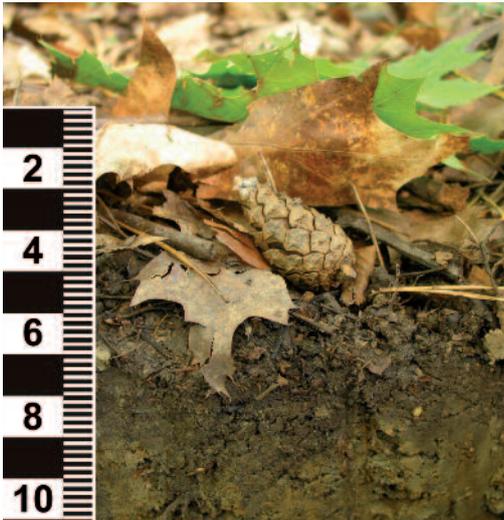
Durchforstungen wirken sich positiv auf den Nährstoffhaushalt von Wäldern aus. Ein günstiges Mikroklima im Bestand, vor allem hinsichtlich Temperatur und Feuchtigkeit, fördert die Aktivität des Bodenlebens, welches sich in einer erhöhten Mineralisationsrate und in einem

beschleunigten Abbau des organischen Materials widerspiegelt.

Dadurch wird Aufbau und Mächtigkeit des Auflagehumus verändert, in durchforsteten Laub(misch)wäldern finden sich oft geringmächtige Mullhumusformen (Abbildung 3). In durchforsteten Beständen lassen sich im Oberboden oft deutlich höhere Nährelementkonzentrationen (z.B. Stickstoff, Kalzium, Kalium und Magnesium) und höhere pH-Werte nachweisen.

Auf nährstoffarmen Standorten sind negative Auswirkungen der Durchforstung aufgrund des Biomassen- und damit auch des Nährstoffentzuges zu beachten: Im Allgemeinen können erhöhte Nährstoffverluste durch Durchforstung jedoch nur einige Jahre nach der Maßnahme festgestellt werden. Die Effekte werden jedenfalls durch das Belassen der Nadeln und Zweige, in welchen die wichtigsten Nährstoffe viel konzentrierter als im Holz sind, minimiert. Die Holznutzung auf diesen sensiblen Standorten muss sich daher an diese Gegebenheiten anpassen (Vermeidung der Vollbaumernte).

Der erhöhte Lichtgenuss in durchforsteten Beständen wirkt sich positiv



auf die Photosynthese und das Baumwachstum aus. Bäume können innerhalb gewisser Grenzen Nährstoffmangel durch höheren Lichtgenuss kompensieren. Vor allem Lichtbaumarten reagieren stark auf erhöhtes Lichtangebot. Beispielsweise können Birken und Kiefern ihre Photosyntheseleistung unmittelbar nach einer Durchforstung bis zum Zehnfachen steigern. Das rasche Baumwachstum führt aber, je nach Intensität der Durchforstung, sehr bald wieder zum Kronenschluss und schränkt damit die Wirkung der Durchforstung in Bezug auf das Lichtangebot wieder ein.

Neben dem Licht- und Nährstoffangebot spielen der Wasserhaushalt und die Windverhältnisse eine große Rolle für die Assimilation. Schwacher Wind im Bestand wirkt sich beispielsweise positiv auf die Photosynthese und damit auf das Wachstum aus, während zu starker Wind negativ wirkt.

Abhängig von Standort und Waldgesellschaft haben Durchforstungen, insbesondere starke mit Entnahmen von mehr als 50 % der Stammzahl, deutliche Auswirkungen auf die Bodenvegetation (Abbildung 4). Im Allgemeinen steigt sowohl die Artenzahl als auch die Biomasse. Begünstigt werden aber zumeist Ruderalpflanzen (Flutterbinse, Schmalblättriges Weidenröschen) infolge der Schaffung von Bestandeslücken und der

Störung des Oberbodens durch Befahren.

Einige Pflanzenarten besitzen spezielle Strategien, die ökologischen Situationen – wie sie durch Durchforstungseingriffe geschaffen werden – besonders gut zu nutzen: Das ist zum Beispiel

- die hohe Schattentoleranz der Drahtschmiele, die bereits geringe Auflichtungen nutzen kann,
- die Samenverbreitung über weite Distanz (Weidenröschen – 300 km),
- die vegetative Vermehrung (Klonbildung) von Brombeere und
- die lange Überlebefähigkeit von Samen ("Boden-Samenbank") bei Adlerfarn (bis 50 Jahre) und Himbeere (50-100 Jahre).

Es kann daher resümiert werden, dass Durchforstung insgesamt eine Vielzahl günstiger ökologischer Wirkungen bietet – etwa günstigere klimatische Verhältnisse (Licht, Wärme), mittel- bis langfristige Erhöhung des Nährstoffangebotes, besserer Wasserhaushalt im Bestand, während nur wenige ungünstige Folgen (zum Beispiel vorübergehend erhöhte Gefährdung durch Schneebruch und Windwurf in überdichten Beständen mit ungünstigem H/D-Verhältnis) eintreten können, die bei entsprechender Bestandesvorbereitung leicht vermeidbar sind.



▲
Abbildung 3, links:
Typischer Mull unter
einem Eichenmischbe-
stand (© Wiley VCH,
Waldböden, 2013).

Abbildung 4, rechts:
Artenreiche Boden-
vegetation unter aufge-
lockertem Bestand

Dr. Ernst Leitgeb
Dr. Michael Englisch
Institut für Waldökologie und Boden
Bundesforschungszentrum für Wald
Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien
ernst.leitgeb@bfw.gv.at

Kosten und Nutzen einer zeitgerechten Durchforstung

Die Durchforstungsrückstände in Österreichs Wäldern haben wieder zugenommen, nicht zuletzt wegen zu geringer Deckungsbeiträge durch die in der Durchforstung möglichen Sortimente. Mehrere frühere Durchforstungen wären aber wirtschaftlicher als ein einziger späterer Eingriff.

Die österreichische Waldinventur 2007/09 weist einen „natürlichen Abgang“ von über zwei Millionen Festmeter pro Jahr aus. Diese nicht genutzte Holzmenge mag für die Biodiversität gut sein, aber zumindest in günstigen Bringungslagen verrottet damit gutes Geld im Wald, gehen wertvolle Rohstoffe für die Holzindustrie verloren und werden große Mengen CO₂ – ohne energetischen oder stofflichen Nutzen – in den Kreislauf der Natur freigesetzt.

Durchforstung kostet Geld

Abhängig von Hangneigung, Bringungserchwernissen, Gelände- und Bodenbeschaffenheit sinken die Erntekosten mit zunehmendem Mechanisierungsgrad. Die zu erntende Holzdimension (Media) hingegen hat unabhängig vom Ernteverfahren einen wesentlichen Einfluss auf die Holzerntekosten.

Gut befahrbar | Nur 37 % der österreichischen Waldfläche liegt im meist gut befahrbaren Gelände bis 30 % Hangneigung. Hier ist die vollmechanisierte Durchforstung mit Harvester und Forwarder allen anderen Verfahren überlegen.

Bedingt befahrbar | Aber 38 % der Waldfläche hat Hanglagen mit 31 bis

60 %. Dieser Übergangsbereich zum Seilgelände ist nur bedingt befahrbar. Die Bandbreite anwendbarer Verfahren reicht je nach Bodenbeschaffenheit von kostengünstigem Harvester/Forwarder-Einsatz über eine Kombination von Traktionswinden unterstütztem Spezialharvester zur Fällung, Aufarbeitung und Vorrückung sowie einem Seilgerät zur Bringung im Sortimentverfahren bis zur teuren motormanuellen Ernte mit Tragseilbringung.

Steiles Gelände | 25 % der Waldflächen liegen in steilerem, mehr als 60 % geneigtem Gelände. Hier kommt nur noch motormanuelle Ernte mit Seilgerätebringung in Frage. Die höchste Mechanisierungsstufe kann durch den Einsatz leistungsfähiger Seilgeräte im Baumverfahren in Kombination mit Kranprozessoren erreicht werden. Aber nicht nur die Kosten der Holzernte sind im steilen Gelände hoch. Auch das Ausmaß der Ernteschäden ist in der Durchforstung - abhängig vom Verfahren und von der Motivation der Erntemannschaft - oft bedenklich hoch.

Aber zurück zu den befahrbaren Lagen: Hier entscheiden Kleinwaldbesitzerinnen und -besitzer mit der Auswahl des Verfahrens über die Wertschöpfung aus ihrem Wald. Die Anwendung hoch- oder vollmechanisierter Verfahren bedingt in der Regel einen Unternehmereinsatz und damit einen Verzicht auf das Arbeitseinkommen aus der Holzernte. Ob die Holzernte in Eigenleistung erbracht werden kann bzw. sinnvoll ist, entscheidet

■ die verfügbare Zeit des/der Waldeigentümers/in,

Bis 30% Hangneigung
Durchforstung mit
Harvester und
Forwarder

Holzanfall		Baumdimensionen	mittlere bis gute Bodentragfähigkeit				
			Bodenrauigkeit				
			gering			mittel	
			30 %	40 %	50 %	60 %	> 60 %
Sortimentverfahren	hoch	Baumholz - stark	Raupen od. Seil-Harvester		Schreit-Harvester		
	mittel	- mittel	Seil-Forwarder		Tragseilbringung		
		- schwach	Kleinfächige Einsätze: Kombimaschinen z.B. Ponsse Dual		Logline für Kleinmengen		
	gering	IF	Energieholz				
Baumverf.	hoch	Baumholz mittel - stark	Raupenharvester+Skidder		Fällung MS + Prozessorseilgerät		
	gering		Kombimasch. z.B. Highlander		Motorsäge + Seilgerät		
			MS* + Schlepper				

Die Vielfalt der möglichen Verfahren nimmt bei steigender Hangneigung deutlich ab

- Können, Routine und Erfahrung,
- vorhandene Ausstattung mit Maschinen, Geräten und Ausrüstung,
- Lieferfristen bzw. die Forstschutzsituation beispielsweise nach Katastrophen,
- aber auch die Verfügbarkeit von Dienstleistern

Die hohe Unfallgefahr bei geringer Routine und mangelhafter Ausrüstung sollte jedenfalls auch bedacht werden.

Wenn Leistung, Kosten und Schadenspotenzial der einsetzbaren Arbeitssysteme bekannt wären, wäre eine Vorkalkulation von Kosten und Nutzen einer Durchforstung einfach und damit die Entscheidung für ein bestimmtes Verfahren erleichtert.

Die Ermittlung der Kosten des Erntesystems (Maschinen, Personal, Hilfsmittel) ist mit Hilfe betriebseigener Daten, der Forstmaschinendaten vom BFW oder des Österreichischen Kuratoriums für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL) meist nicht schwer.

Schwieriger ist die Anschätzung der Leistung des jeweiligen Systems für einen

speziellen Holzernteeinsatz. Fehlen dazu betriebseigene Erfahrungswerte, kann das Internet-Werkzeug HeProMo von der Schweizerischen WSL (Gratis-Download auf Waldwissen.net) bzw. die Broschüre „Leistungsdaten Harvester“ von FHP bei der Schätzung der Systemproduktivität helfen. Eine wertvolle Hilfe für die Produktivitätsschätzung bietet auch die Tabelle „Leistungsdaten – Holzernte“ im Forst-Jahrbuch des Agrarverlages. Für die Ermittlung der Produktivität sollten BHD und Volumen des Grundflächenmittelstammes der Entnahmebäume sowie die Bringungsverhältnisse bekannt sein.

Die Abschätzung des Schadenspotenzials eines Arbeitssystems in einer bestimmten Situation ist Erfahrungssache. Der Anteil der Z-Stämme mit Rindenverletzung kann je nach Verfahren, Arbeitsvorbereitung und äußeren Bedingungen bis 40 % zu betragen. Jede Verletzung am Erdstamm bedeutet eine gravierende Wertminderung und schmälert den zu erwartenden Wertzuwachs. Reine Kostenoptimierung bei der Durchforstung kann langfristig sehr teuer werden.

Forstmaschinendatenbank des BFW:
<http://bfw.ac.at/fmdb>



▲
Eine gut geplante
Abfuhrlogistik spart Geld

Sorgfältige Planung und Arbeitsvorbereitung

Der Schlüssel zur Schadensvermeidung liegt in sorgfältiger Planung und Arbeitsvorbereitung. Mit zunehmender Mechanisierung nimmt der Aufwand für die Arbeitsausführung ab, der Planungs- und Vorbereitungsaufwand jedoch steigt.

- Die Auszeige der zu entnehmenden Stämme, aber auch die Kennzeichnung der Z-Bäume mit maschinengerechter Markierung, um Schäden an den Z-Stämmen zu vermeiden.
- Die optimale Feinerschließung (Rückegassen und Lagerplätze) des Waldes ist eine der wichtigsten Grundvoraussetzungen für einen erfolgreichen Holzernteeinsatz – ganz gleich mit welcher Technik.
- Eine gut geplante Abfuhrlogistik sowie Koordinierung der Einsatzorte (kürzere Wartezeiten, weniger Maschinenübersiedlungen) sparen Geld. Die Auszeige hat einen gravierenden Einfluss auf die Bestandesschäden. Bort und Pfeuffer (1999) haben festgestellt, dass bei der Durchforstung mit Harvester mit gut sichtbarer Auszeige der Z-Stämme und der Entnahmestämme die wenigsten Z-Stämme beschädigt wurden (0 bis 2 %). Ohne Markierung der Z-Bäume wurden hingegen 10 % beschädigt.

Weitere Schäden passieren bei der Rückung durch den Forwarder, wobei ne-

ben der Geländeneigung und der Sorgfalt des Fahrers die richtige Breite und der Verlauf der Rückegassen entscheidend sind.

Arbeit im steilen Gelände belastet den Fahrer überdurchschnittlich, die Konzentrationsfähigkeit sinkt rasch ab. Häufigere Pausen können Abhilfe schaffen, sind aber oft auf Grund des Kosten- und Leistungsdruckes nicht möglich. Größere Schäden an Boden und Bestand sind meist die Folge.

Oberflächenschäden am Boden sind von Geländeneigung, Wassersättigung und Witterung, aber auch von der Ausrüstung der Maschine abhängig. Verdichtungsschäden hingegen sind an der Bodenoberfläche nur selten direkt erkennbar, wirken aber viele Jahrzehnte nach.

Kosten und Nutzen bei verschiedenen Durchforstungsstrategien

Ein früher Beginn der Durchforstung lohnt sich mehrfach:

1. Die Bestandesstabilität wird durch frühe Durchforstung bei gutem H/D-Verhältnis weniger beeinträchtigt. Eine späte Durchforstung ist aufgrund des hohen H/D-Wertes ein hohes Risiko.
2. Geringere Zuwachsoffer durch frühe Begünstigung der Wertträger.
3. Frühere Konzentration des Zuwachses auf wertvolle Z-Stämme.
4. Bei Folgedurchforstung höherer Durchforstungserlös durch größeren Anteil höherwertiger Sortimente bei geringeren Erntekosten.

Aus Daten der Durchforstungsdauerversuchsfläche „Ottenstein Zieringer Teich“ und der modellierten weiteren Entwicklung dieser Bestände wurden Erntekosten und Durchforstungserlöse bei verschiedenen Behandlungsvarianten berechnet (siehe auch Seite 12 ff.).

Bei allen Versuchsvarianten wurde zunächst im Alter 10 eine Stammzahlreduktion auf etwa 1500 Stämme/ha durchgeführt.

In der Folge wurden verschiedene Durchforstungsstrategien verglichen. In

Parzelle 6 wurde zwölf Jahre nach der ersten Stammzahlreduktion eine Durchforstung (verbleibend 816 Stämme/ha) durchgeführt und zwölf Jahre später eine zweite Durchforstung aus den modellierten Bestandesdaten berechnet, bei der die Stammzahl auf 550 Stämme/ha herabgesetzt wurde.

In Parzelle 1 wurde nach der ersten Stammzahlreduktion bis heute nicht durchforstet. Eine verspätete erste Durchforstung im Alter 34 bei einer Bestandeshöhe von 21,3 m wurde bei dieser Parzelle ebenfalls aus der modellierten Bestandesentwicklung berechnet.

Die Berechnung der Durchforstkosten erfolgte aus den mittels HeProMo (WSL) ermittelten Produktivitäten und den mittels BFW-Forstmaschinen-Datenbank ermittelten Gesamtkosten der eingesetzten Arbeitssysteme. Die Kosten wurden für drei Mechanisierungsstufen bzw. Organisationsformen kalkuliert:

- Vollmechanisiert mit Harvester/Forwarder als Unternehmerleistung
- Teilmechanisiert im Sortimentverfahren mit Motorsäge sowie Traktor mit Seilwinde als Nachbarschaftshilfe im Maschinenring
- Teilmechanisiert im Sortimentverfahren mit Motorsäge sowie Traktor mit Seilwinde als Eigenleistung

Zur Vereinfachung wurde bezüglich Ausformung der Sortimente in allen Varianten die gleiche Sorgfalt vorausgesetzt, womit der Erlös aus den Durchforstungssortimenten bei allen Verfahren gleich angenommen werden konnte.

Wenig überraschend ist: Die Kosten eines frühen Eingriffes im Alter von 22 Jahren (15,2 cm BHD des Grundflächenmittelstammes der Entnahme) sind in jeder Variante sehr hoch. Vollmechanisiert müssen für die erste Durchforstung rund 40 bis 49 €/Efm und teilmechanisiert, in der Nachbarschaftshilfe nach Maschinenringsätzen verrechnet, 55 bis 59 €/Efm veranschlagt werden. Diesen Kosten stehen durchschnittliche Erlöse (Preise 2013, Agrarpreisstatistik der Statistik

Austria) in der Höhe von 47,5 €/Efm gegenüber.

Durch den Wachstumsimpuls werden aber bis zum zweiten Eingriff nach weiteren zwölf Jahren die Erntekosten auf 20 bis 31 €/Efm halbiert und die Erlöse auf 85 €/Efm nahezu verdoppelt. Ein allfälliger Verlust aus der ersten Durchforstung wird dadurch kompensiert.

Lässt man den ersten – teuren – Durchforstungseingriff aus und durchforstet das erste Mal im Alter 34, erzielt man bei einem Durchschnittserlös von knapp 73 €/Efm und Erntekosten von 23 bis 28 €/Efm bei Vollmechanisierung sowie 32 bis 36 €/Efm bei Teilmechanisierung zwar etwa den gleichen Gesamtertrag wie aus zwei Eingriffen im Abstand von zwölf Jahren.

Während der verbleibende Vorrat auf beiden Varianten praktisch ident ist (270 zu 273 Vfm/ha), ist aber der Bestand nach zwei Durchforstungen mit einem H/D-Wert von 80 weiterhin sehr stabil, das H/D-Verhältnis des verspätet durchforsteten Bestandes steigt hingegen bereits auf 89 und kommt damit in den Gefährdungsbereich durch Schnee und Wind. Erwähnenswert ist auch, dass durch frühe erste Durchforstung in Summe um etwa 5% mehr Holz für die Industrie bereitgestellt werden kann.

Entscheidende Faktoren

- Frühe Durchforstung ergibt stabile und wertvolle Bestände.
- Perfekte Arbeitsvorbereitung (Feinerschließung, Auszeige).
- Einsatz gut angepasster Verfahren und Maschinen.
- Qualifizierte Arbeitskräfte.
- Perfekte Einsatzplanung und Logistik: Speziell bei Maschineneinsatz im Kleinwald Sammel-Holz mengen von mind. 500, besser 1000 fm mit einer Übersiedlung der Maschinen.
- Qualitätssicherungssystem
- Faire Entlohnung der Arbeit



Erste Durchforstung:
Kosten für Variante
vollmechanisiert:
40 bis 49 €/Efm,
für teilmechanisiert/
Nachbarschaftshilfe:
55 bis 59 €/Efm

Zweite Durchforstung
bereits gewinnbringend

Mehr im Web:

Forstmaschinen-Datenbank:
<http://bfw.ac.at/fmdb>

HeProMo – Gratisdownload
auf waldwissen (dort He-
ProMo in die Suche einge-
ben)

Dipl.-Ing. Nikolaus Nemestóthy
Fachbereich Forsttechnik
Forstliche Ausbildungsstätte Ort
des BFW
Johann Orth-Allee 16
4810 Gmunden
nikolaus.nemestothy@bfw.gv.at

Durchforstung: ein Kernthema forstlicher Aus- und Weiterbildung

Durchforstungseingriffe bringen dem Waldeigentümer viele Vorteile: Am wichtigsten ist die Stärkung des Bestandes gegenüber Gefährdungen. Wurzeln und Krone der im Bestand verbliebenen Bäume entwickeln sich besser. Der Bestand wird widerstandsfähiger gegen Schnee und Sturm.

Der Bestandeswert erhöht sich, da der Zuwachs auf eine geringere Anzahl, qualitativ aber bessere Bäumen gelenkt wird. Dickere Bäume bedeuten höhere Preise und geringere Holzerntekosten. Mit der Durchforstung kann auch die Baumartenmischung reguliert werden. Außerdem wird der Waldboden mit der Durchforstung positiv beeinflusst (siehe Seite 20 ff.).

Schließlich lässt sich mit der Durchforstung ein Einkommen aus dem Wald erzielen: Selbst bei relativ geringen Erlösen für Schwachholzsortimente ist das Arbeitseinkommen aus dem Wald ungleich höher als das landwirtschaftliche Arbeitseinkommen.

Breites Angebot

Die Bildungsträger und Berater sind bemüht, durch Veranstaltungen den Kursteilnehmerinnen und -teilnehmern die Durchforstung näher zu bringen. Dabei bieten sich verschiedene Zugänge an.

Nutzungstechnik | Sehr attraktiv werden Lehrgänge durch praktische Vorführungen oder den Einsatz von Forstmaschinen: Es werden Praktika zur methodisch richtigen Arbeitsausführung mit der Motorsäge angeboten, ergänzt durch die händische Vorrückung und nachfolgende Schlepper-

rückung. Fragen der Arbeitssicherheit und effizienten Arbeitsdurchführung haben hohen Stellenwert.

Ergänzt werden die Vorträge durch Exkursionen, welche Hightech bei der Durchforstung mit Harvester und Forwarder zeigen. Darüber hinaus können die Kursteilnehmer am Harvestersimulator vorübergehend in die Rolle des Maschinenisten wechseln, dies stößt erfahrungsgemäß auf großes Interesse und ermöglicht es, Aspekte zur Durchforstung, die über die Frage der technischen Durchführung hinausgehen, zu thematisieren.

Ertragskunde | Von besonderem Interesse ist die Abschätzung der Steigerungsmöglichkeit von Stärke- und Wertzuwachs eines Bestandes durch gezielte Pflegeeingriffe. Dazu gehören Simulationsmodelle zur Darstellung der Zuwachsentwicklung, Methoden der Quantifizierung des Vorertrages nach Masse und Sortenverteilung, zeitgemäße Verfahren der Erhebung von Vorratsdaten oder die Ermittlung des Nutzungsvolumens.

Waldbau | Waldbauliche Schwerpunkte sind die Reaktion des Bestandes auf Durchforstungseingriffe, die Lenkung des Zuwachspotenzials auf den Zukunftsbaum, die Auswirkung der Durchforstung auf die Bestandesstabilität und Risikostreuung in der Waldbewirtschaftung, die Verbesserung des Nährstoffkreislaufes, Auswirkungen auf die Baumartenmischung und Strukturierung des Bestandes.

Betriebswirtschaft | Die forstliche Betriebswirtschaft wird immer mehr zum in-

tegrierenden Bestandteil jeder Weiterbildung: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer möchten wissen, wie sich die Maßnahmen auf die wirtschaftliche Situation des Betriebes auswirken. Dabei geht es vor allem um die Ermittlung der Leistung und des Zeitaufwands von forstlichen Arbeitsverfahren in der Durchforstung. Die Verrechnungssätze werden hergeleitet, die Kosten berechnet und mögliche Erlöse mit dem Ziel einer Einkommensberechnung und der Kalkulation von Deckungsbeiträgen ermittelt.

Zielgruppenorientierte Wissensvermittlung

Das im Lehrgang vermittelte Wissen muss für die Kursteilnehmer geeignete Anknüpfungspunkte aufweisen.

Basisausbildung für Schüler und Neueinsteiger | Werden Teilnehmerinnen und Teilnehmer erstmals mit Fragen der Durchforstung konfrontiert, so muss sich die Wissensvermittlung auf vereinfacht dargestellte Kernaussagen konzentrieren.

Die klassische Auslesedurchforstung eignet sich gut zur Veranschaulichung von Grundsätzen. Es sollte vom Ziel der Durchforstung ausgegangen und Vorgaben hinsichtlich der Anzahl von Zukunftsbäumen im Endbestand gemacht werden. Einfache Regeln und Faustzahlen können Anhaltspunkte liefern.

So kann bereits nach der Dickungsphase eine Prognose abgegeben werden, welcher Baum bis zum Ende des Bestandeslebens verbleiben sollte. Die Höchstzahl ist vom Ziel und der Bestandessituation abhängig, als Obergrenzen gelten 400 Stämme pro Hektar. Ein Z-Baum muss aber auch eine ausreichende Stabilität besitzen. Auch die Stammqualität spielt eine Rolle. Feinastige Stämme sind besser geeignet als grobastige.

Vor Beginn der Durchforstung müssen die Möglichkeiten der Holzbringung überlegt und die Feinerschließung angelegt werden. Bei der Z-Stammauszeige (positive Auslese) wird der ausgewählte



Baum mit einem Farbband markiert. Die Auszeige der zu entnehmenden Stämme erfolgt am besten mit einem Farbspray in Richtung des Arbeitsfortschrittes. Die Theorie sollte durch praktische Vorführungen mit ausreichend Übungsmöglichkeit ergänzt werden.

Im Wald wird die Ermittlung von Stammzahlen und Baumabständen, die Höhenmessung und die Bestimmung des H/D- Wertes so gezeigt, dass auch die Neueinsteigerin und der Neueinsteiger das erworbene Wissen entsprechend anzuwenden lernen. Die Ansprache und Auswahl der Z-Bäume, Fragen zur Verteilung und Auszeige werden in weiterer Folge in kleinen Arbeitsgruppen geübt.

Weiterbildung von Forstpersonal | Um die Praktikerin und den Praktiker mit Weiterbildungsangeboten zu erreichen, ist es notwendig, bereits in der Ankündigung auf den besonderen Informationsgehalt und die Ziele der Veranstaltung hinzuweisen. Neue Erkenntnisse können Veranstaltungen attraktiver machen: Es bieten sich dazu die Themen „Durchforstung vor dem Hintergrund des Klimawandels“, „Durchforstung von Mischbeständen“ oder die „Strukturdurch-

▲ Unterweisung im Wald erleichtert das Lernen

Dipl.-Ing. Michael Reh, Landwirtschaftskammer Oberösterreich – Urfahr, Gstöttnerhofstraße 12, 4040 Linz;

Dr. Wolfgang Jirikowski, Forstliche Ausbildungsstätte des BFW, Johann Orth-Allee 16, 4810 Gmunden, fastort@bfw.gv.at

forstung" als vertiefende Inhalte an. Weiters bietet sich der Einsatz moderner didaktischer Hilfsmittel an. So stellen etwa Auszeigeübungen mit Ergebnispräsentation stets eine gute Möglichkeit zur Selbstkontrolle dar und geben Gelegenheit, im Expertenkreis das Thema Durchforstung zu diskutieren.

Im Verlauf eines Praktikums sollten bereits durchforstete Fichtenbestände be- sichtigt und auch Negativbeispiele gezeigt werden. Die Übungsflächen sollen um- fassend vorbereitet sein und alle Be- standesdaten vorliegen, damit in Arbeits- gruppen die Auszeige nicht nur praktisch geübt, sondern auch die Auswirkungen der geplanten Maßnahme den Teilneh- mern vor Auge geführt werden können. Idealerweise sollten zu Ende dieser Ver- anstaltungen die Gruppenergebnisse nach Eingriffstärke und Kennzahlen betreffend Holzanfall und Eigenschaften des verblei- benden Bestandes quantifiziert und mit den Teilnehmern besprochen werden.

Waldbau-Modul

Seit 2012/13 bietet die Forstberatung der Landwirtschaftskammer für Oberöster- reich in Zusammenarbeit mit dem Länd- lichen Fortbildungsinstitut für Waldbesit- zerinnen und -besitzer eine Veranstal- tungsreihe zum Waldbau an. Diese ist in vier Module aufgeteilt, eines beschäftigt sich intensiv mit der Durchforstung in Laub- und Nadelwaldbeständen, das BFW ist durch Referenten vertreten.

Bei dieser Eintagesveranstaltung wird versucht, die Vorteile einer rechtzeitigen Durchforstung und die Unterschiede der Behandlung von Laub- und Nadelholzbe- ständen herauszuarbeiten. Neben dem theoretischen Teil wird vor Ort die praktische Umsetzung geübt. Da die Waldbesitzer bei der Laubwaldbewirt- schaftung (Pfleßmaßnahmen und Durch- forstung) im Vergleich zur Fichtendurch- forstung noch einen höheren Informati- onsbedarf haben, liegt der Schwerpunkt auf dieser Problematik.



RICHARD BÜCHSENMEISTER

Durchforstungsreserven stiegen um 20 Millionen Volumsfestmeter an

Die österreichische Waldinventur (ÖWI) ist das umfangreichste Waldin- formationssystem des Landes, das auf Stichprobenbasis Daten periodisch bundesweit sammelt und zu Ergebnis- sen für verschiedene geografische und fachlich thematische Einheiten aufbe- reitet. Unter anderem erhebt die ÖWI periodisch den Pflegezustand des österreichischen Waldes.

Betrachtet man diese Entwicklung in den letzten zwei Jahrzehnten anhand der drei

vorherigen Erhebungsperioden der ÖWI, so erhebt sich die Frage: Wurden weitere Reserven angelegt oder haben sich die Rückstände vermehrt?

Durchforstungsflächen

Auf den Probeflächen wird die Durch- forstungsnotwendigkeit beurteilt. Die ge- samte Durchforstungsfläche beträgt 591.000 ha nach der letzten ÖWI 2007/09, das sind rund 18 % der gesam- ten bewirtschafteten Waldfläche. In den letzten drei Erhebungsperioden (1992/96,

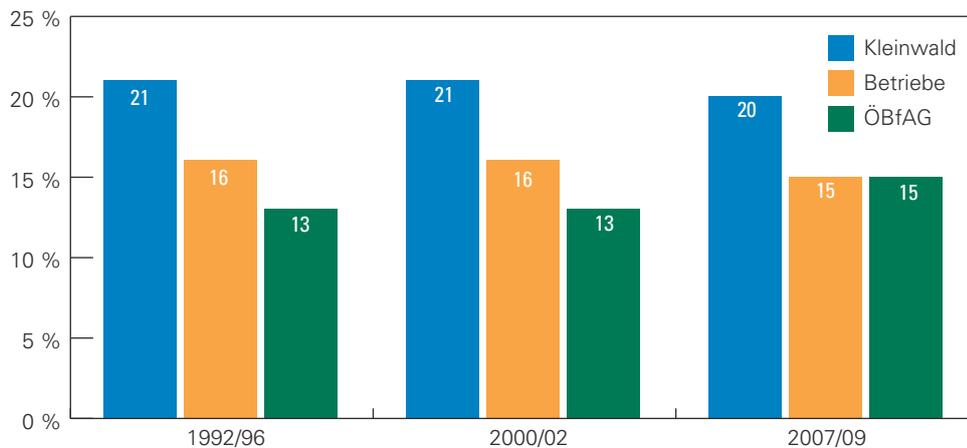


Abbildung 1:
Anteil der Durchforstungsfläche nach Eigentumsart

2000/02, 2007/09) zeigte dieser Anteil insgesamt nur leichte Schwankungen. Der Entwicklungsverlauf im Kleinwald und den Betrieben ist tendenziell leicht abnehmend, während er bei der Österreichischen Bundesforste AG (ÖBf AG) gegenläufig ist (Abbildung 1).

Potenzieller Holzanfall

Auf diesen Durchforstungsflächen wurden vom Erhebungspersonal auch jene Bäume ausgewählt, die innerhalb der nächsten zehn Jahre bei einem Pflegeeingriff zu entnehmen wären. Der daraus zu erwartende Holzanfall beträgt rund 80 Millionen Vorratsfestmeter Schaftholz mit Rinde (VfmS). Dieses Potenzial hat trotz gleichbleibender Fläche seit den neunziger Jahren ständig zugenommen und sich von 47 Millionen auf 66 Millionen VfmS beim Nadelholz und von 10 Millionen auf 14 Millionen VfmS beim Laubholz erhöht (Abbildung 2).

Den größten Anteil am Durchforstungsvorrat hat aufgrund seiner Waldfläche die Steiermark mit 28 %, gefolgt von Kärnten und Oberösterreich mit je 17 % und Niederösterreich mit 15 %. Seit den neunziger Jahren ist der ausgezeichnete Vorrat in allen Bundesländern angestiegen.

Vergleicht man die Vorräte je Hektar, so liegt Oberösterreich mit 31 VfmS vor dem Burgenland und Kärnten, dann folgt die Steiermark mit 26 VfmS. Im Burgen-

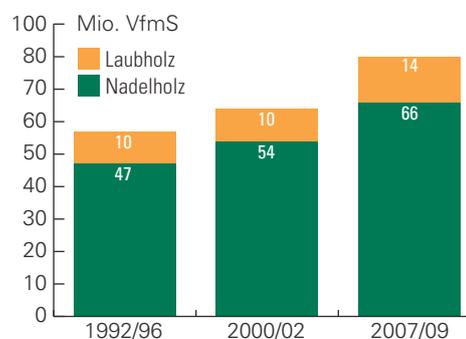


Abbildung 2:
Möglicher Holzanfall (Auszeige Nadel-/Laubholz) in Millionen Vorratsfestmeter Schaftholz mit Rinde

land ist der Anteil am Gesamtvorrat mit über 10 % am größten, gefolgt von Oberösterreich mit über 8 %, Kärnten mit knapp unter 8 % und der Steiermark mit rund 7 %. Auffallend ist der deutliche Anstieg der Hektarwerte seit der Jahrtausendwende um 4 bis 8 VfmS in allen Bundesländern (Tabelle 1).

Der ausgezeichnete Vorrat je Hektar nach Eigentumsarten ist im Kleinwald erwartungsgemäß mit 27 VfmS am größten, dort besteht seit längerem der meiste Pflegebedarf. Die Situation ist in diesem Jahrtausend auch bei den Betrieben (21 VfmS) und der ÖBf AG (19 VfmS) ähnlich wie im Kleinwald. Der Holzanfall je Hektar ist um den gleichen Betrag angestiegen, der sich im Wege einer Durchforstung ergibt.

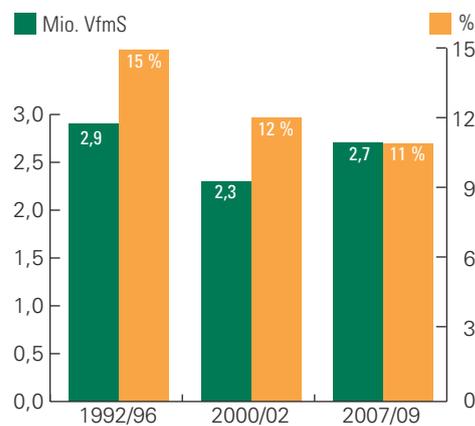
Vermutlich wurden im intensiver bewirtschafteten Wald der Großbetriebe die Pflegeeingriffe nur zurückstellt, da dieses Potenzial vorher ziemlich konstant war.

VfmS =
Vorratsfestmeter
Schaftholz mit Rinde

►
Tabelle 1:
Durchforstungsvorräte
in Hektar (Vorratsfest-
meter Schaffholz mit
Rinde) je Bundesland
und in Prozent am
Gesamtvorrat

Bundesland	1992/96		2000/02		2007/09	
	Vorrat/ha VfmS	%	Vorrat/ha VfmS	%	Vorrat/ha VfmS	%
Burgenland	15	6,2	24	8,7	29	10,4
Kärnten	19	6,4	21	6,4	28	7,8
Niederösterreich	17	6,1	16	5,3	18	5,7
Oberösterreich	19	5,9	23	6,5	31	8,5
Salzburg	17	5,4	18	5,4	23	6,7
Steiermark	20	6,4	22	6,4	26	7,3
Tirol	12	4,2	15	4,8	20	6,1
Vorarlberg	12	3,3	11	2,8	17	4,2
Wien	31	8,5	16	4,1	26	6,0
Österreich	18	5,9	20	5,9	24	7,1

►
Abbildung 3:
Durchforstung durchge-
führt (grün) und Durch-
forstung in Prozent der
Gesamtnutzung in Mio.
VfmS/Jahr



Verhältnis Vornutzung zu Endnutzung

Die Gesamtnutzung ist seit den neunziger Jahren von 19,5 Millionen VfmS auf 25,9 Millionen VfmS pro Jahr angestiegen. Der Anteil der durchgeführten Durchforstungen ist dagegen von 15 % auf 11 % zurückgegangen. Kalamitätsnutzungen und teilweise einhergehende Endnutzungen standen offensichtlich im Vordergrund, sodass der Holzanfall aus Pflegenutzungen verhältnismäßig gering ausfiel (Abbildung 3).

Nutzbare Potenzial

Die Wirtschaftlichkeit der Vornutzung hängt vom erzielbaren positiven Deckungsbeitrag ab, der sich einerseits aus dem Erlös der vermarktbar Dimensionen und deren kostengünstiger Bring-

barkeit ergibt. Der Anteil der schwächeren Durchmesser bis 15 cm der insgesamt ausgezeigten Bäume ist von 34 % auf 20 % zurückgegangen und erhöht damit die Rentabilität dieses Nutzungspotenzials. Weit mehr als die Hälfte des Durchforstungsvorrates stockt außerdem in Lagen mit weniger als 40 % Geländeneigung, dort wäre prinzipiell eine vollmechanisierte Holzernte möglich. Nur ein geringer Teil der gesamten Durchforstungsfläche sind flachgründige, sensible Böden und daher nicht befahrbar. Eine Bringung wäre dort nur mit Seil möglich und damit vermutlich oft nicht rentabel.

Höhere Durchforstungsreserven

Die Ergebnisse zeigen, dass seit den neunziger Jahren die Durchforstungsreserven um über 20 Millionen VfmS aufgestockt worden sind. Die Gesamtnutzung im ersten Jahrzehnt dieses Jahrtausends ist sehr stark angestiegen, wobei Sturmereignisse sicher eine nicht unbeträchtliche Rolle gespielt haben. Dennoch bleibt die Frage offen, ob deswegen Durchforstungen zurückgestellt oder generell unterlassen wurden. Eine Erhellung der Situation werden vermutlich die nächsten Ergebnisse der Waldinventur liefern können.

