

Stoffliche oder thermische Holznutzung?

Optimierung der Sortierung auf Forstbetriebsebene unter Risiko

Fabian Härtl

Im Rahmen des Projekts „Konkurrenz um Holz: Ökologische, soziale und ökonomische Effekte der stofflichen und energetischen Verwertung von Holz“¹⁾ wird eine Holzaufkommensprognose für Bayern erarbeitet, die betriebswirtschaftliche Aspekte berücksichtigt und es ermöglicht, Marktverschiebungen abzubilden. Daher wurde eine Herangehensweise gewählt, die auf der Forstbetriebsebene ansetzt und unterstellt, dass die Waldbesitzer bzw. Entscheidungsträger dieser Betriebe ein berechtigtes Interesse an einer in finanzieller Hinsicht optimalen Einschlagsplanung haben. Risiken wie Kalamitäten und Holzpreisschwankungen sowie unterschiedliche Sortiervarianten werden dabei berücksichtigt.

Hintergrund

Ein Forstbetrieb soll nachhaltig bewirtschaftet werden. Dies kann z. B. so interpretiert werden, dass die Fähigkeit des Betriebes, kontinuierlich und optimal Holznutzungen, Infrastrukturleistungen und sonstige Güter zum Nutzen der jetzigen und der kommenden Generationen bereitzustellen, erhalten bleiben soll [26]. Aufgrund der langen Produktionszeiträume ist es ein wesentliches Ziel der forstlichen Nutzungsplanung (und der hoffentlich erfolgenden Umsetzung), Fehlentscheidungen möglichst zu vermeiden, da deren Auswirkungen über Jahrzehnte spürbar bleiben. Daher haben entsprechende Planungsverfahren in der Forstwirtschaft eine lange Tradition. GEORG LUDWIG HARTIG [13] und HEINRICH COTTA [7] haben mit ihrem Flächen- bzw. Massenfach-

¹⁾ Das Projekt „Konkurrenz um Holz“ (s. Kasten auf S. 16) wird mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (G33) und des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Förderkennziffer 22009411) gefördert.

heiten oder einfach aus den Wünschen des Eigentümers ergeben.

Methode

Aus den Traktecken der BWI 2 in Bayern wurden wuchsgebietsweise und getrennt nach den vier Eigentümerkategorien Staatswald (StW, inkl. Bundeswald), Kommunalwald, Großprivatwald und Kleinprivatwald (unter 20 ha) Modellbetriebe geformt und die Ergebnisse im Anschluss auf die Waldfläche der jeweiligen Eigentümerkategorie umgelegt. Im Kleinprivatwald wird die Ebene der forstlichen Zusammenschlüsse (FZus) als Modellbetrieb angesehen. Rund zwei Drittel der Privatwaldfläche Bayerns ist in den FZus organisiert [25]. Das Modell unterstellt daher, dass ein Großteil der Holzmobilisierung über die FZus geplant und durchgeführt wird, und dass die Geschäftsführung dieser FZus ausreichende betriebliche Entscheidungsfreiräume bei der Einschlags- und Absatzplanung gegenüber ihren Mitgliedern besitzt. Mengen für den Eigenbedarf werden in die Kalkulation mit einbezogen, da ihre Realisation zu Holzerntekosten (kalkulatorischer Unternehmerlohn) führt und das geschlagene Holz über den kalkulatorischen Erlös bewertet wird. Der sich daraus ergebende kalkulatorische Deckungsbeitrag ist ein Ausdruck für den Nutzen, den die Nachfrage (den Eigenbedarf) des Eigentümers erzeugt.

Die bewerteten Bestandsdaten (s. Kasten auf S. 14) dienen als Koeffizientensatz für die finanzielle Optimierung. Bei dieser werden die Flächen der Waldbestände so auf die im Zeitraum von 30 Jahren möglichen Maßnahmen verteilt, dass eine gewählte Zielfunktion maximiert wird. Der Wert der Zielfunktion ergibt sich dann aus den aufsummierten Produkten der Flächen (in ha) mit den zugehörigen Barwerten. Im Sinne einer „Maximin“-Entscheidungsregel wird bei der Betrachtung unter Risikobedingungen allerdings nicht der errechnete Mittelwert der Zielfunktion optimiert, sondern ein zu erreichender

werk erstmals praktikable Verfahren zur Lösung dieses räumlichen und zeitlichen Zuordnungsproblems für den Forstbereich ausformuliert [19].

Das klassische forstliche Planungsproblem der Zuordnung von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf verschiedene Waldflächen und Zeitpunkte kann als Maximierungsproblem einer Zielfunktion aufgefasst werden. Weil zudem Risiken in die Lösungssuche einbezogen werden sollen, eignet sich für die adressierte Fragestellung das Verfahren der nichtlinearen Optimierung (vgl. [15,17,29], Beitrag von GRIESS auf S. 6 bis 8 und HAHN auf S. 9 bis 12).

Auswirkungen von Leitplanken, die für die Aufrechterhaltung bzw. Bereitstellung von ökologischen oder sozialen Funktionen des Waldes nicht durchbrochen werden sollen, können durch den Vergleich des Ergebnisses mit einer Lösung ohne solche Einschränkungen finanziell bewertet werden. Auf diese Weise können Rückschlüsse auf die Kosten derartiger ökosystemarer Dienstleistungen gezogen werden, z. B. um die Höhe von Kompensationszahlungen an Waldbesitzer abzuleiten. Das ist hilfreich, da es für viele Ökosystemdienstleistungen keinen funktionierenden Marktmechanismus gibt [20]. Mit dem gleichen Ansatz können weitere Restriktionen der Bewirtschaftung in das Modell integriert werden: z. B. Mindest- oder Maximalvorräte sowie maximale oder minimale Nutzungssätze, Gesamthiebsätze oder Einreichungsflächen, die sich aus standörtlichen Gegeben-

Dipl.-Ing. silv. (Univ./) Forstass. F. Härtl ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung der Technischen Universität München (TUM).



Fabian Härtl
haertl@forst.wzw.tum.de

Verwendete Verfahren und Berechnungen

Als Datengrundlage wird auf den Wachstumssimulator WEHAM [4,5] zurückgegriffen, der auf den Daten der zweiten Bundeswaldinventur (BWI 2) aufsetzt [3]. Die aus der waldwachstumskundlichen Simulation über 30 Jahre (in sechs Perioden à fünf Jahre) fortgeschriebenen Naturaldaten werden mit dem integrierten Sortiermodul BDAT sortiert [22]. Anschließend erfolgt eine Bewertung (in €/ha). Dazu werden Holzerlöse und Aufarbeitungskosten für die Baumartengruppen Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Douglasie, Buche, Eiche, andere Laubbäume mit hoher Lebensdauer (ALH) und andere Laubbäume mit niedriger Lebensdauer (ALN) eingespeist. Der Kalkulationszinssatz ist auf 1,5 % festgelegt, einer innerhalb Deutschlands realistisch erzielbaren Größenordnung bei Waldinvestitionen [24]. Dieser „forstliche“ Zinssatz unterstellt, dass sich der typische Waldeigentümer tendenziell an sein Eigentum gebunden fühlt und dass er Alternativinvestitionen bevorzugt innerhalb der Möglichkeiten des Betriebes (z.B. durch einen Baumartenwechsel) oder durch Zu- und Verkauf von Waldflächen realisiert.

Das Optimierungssystem YAFO kann dann in einem Flächenfachwerk entscheiden, in welcher Periode es welchen Bestand nutzen möchte. Die Programmroutine hat dabei die Möglichkeit, auch lediglich Teilflächen der Bestände „einzuschlagen“. Zusätzlich besteht die Wahl zwischen zwei Sortiervarianten, die für jeden Bestand und jeden Zeitpunkt individuell kombiniert werden können. Dies gilt sowohl für Vornutzungen (geplante und ZE) als auch Endnutzungen. Lediglich die Mengen der Vornutzungen sind durch das Waldwachstumsmodell bzw. die unterstellten Ausfallwahrscheinlichkeiten festgelegt. So ist es möglich, unter Vorgabe verschiedener Preisszenarien zu untersuchen, welcher Bestand in Abhängigkeit von Baumartenzusammensetzung und Stärkeklassenverteilung auf welche Weise sortiert wird, und wie sich diese Entscheidungen auf das betriebliche und daraus abgeleitete (über)regionale Holzangebot auswirken. Die Preisschwankungen sind aus historischen Zeitreihen für Holzpreise im bayerischen Staatswald abgeleitet [1] und beschreiben die inflationsbereinigte Abweichung vom zwischen 1975 und 2010 erzielten mittleren Holzpreis für die Leitsortimente Fichte B L 2b und Buche B L 4. Für Fichte B L 2b wurden 70 €/Fm angesetzt, für Buche B L 4 95 €/Fm und Eiche B L 3b 150 €/Fm. Tanne wurde mit einem Abschlag von 5 €/Fm, Kiefer von 20 €/Fm, Douglasie und Lärche mit einem Aufschlag von 10 €/Fm gegenüber dem Fichtenpreis bewertet. Industrieholz wurde für ALH mit 30 €/Fm, ALN mit 25 €/Fm, Kiefer mit 30 €/Fm und für Tanne mit 35 €/Fm angesetzt und bei allen anderen Baumarten einheitlich mit 40 €/Fm bewertet. Für die Gütesortierung wurden durchschnittliche, in der Praxis anfallende stärkeklassenabhängige Aufteilungen unterstellt. Die Aufarbeitung erfolgt je nach Stärkeklasse in unterschiedlichen Anteilen motormanuell oder maschinell, wobei der Anteil der motormanuellen Aufarbeitung mit steigenden Durchmesser zunimmt. Die resul-

tierenden Erntekosten inkl. Bringung liegen in einem Bereich von 16 bis 26 €/Fm. Hackgut aus Reisholz mengen wurde mit einem erntekostenfreien Erlös von 8 €/Fm bewertet. Die Brennholzmengen sind mit Selbstwerbertarifen zu 10 €/Fm für das Nadelholz bzw. 20 €/Fm für das Laubholz eingepreist.

Bei den Sortiereinstellungen wird im Sinne einer möglichst allgemein anwendbaren Vorgabe lediglich nach Laub- und Nadelholz unterschieden. Zwei Sortiervarianten werden dem Modell zur Auswahl angeboten, die auch anteilig gemischt werden können:

1) Eine Variante **stoffliche Verwertung**, in der schwächeres Nadelholz bis Bhd von 42 cm zu 80 % als Fixlänge und zu 20 % als Langholz ausgehalten wird. Beim stärkeren Holz über Bhd 42 liegt das Verhältnis von Fixlänge zu Langholz bei 50 : 50. Laubholz wird lang ausgehalten. Um die derzeit üblichen Sortiergewohnheiten abzubilden, die z.B. beim Laubholz Stammholzanteile von lediglich 30 bis 40 % aufweisen, wurden relativ hohe Zopfdurchmesser von 20 cm für Nadelholz und 23 cm beim Laubholz (28 cm ab Bhd 30) angesetzt. Für den Aufarbeitungszopf wurden 16 cm gewählt. Diese erhöhten Grenzen gleichen die im Sortiermodul fehlende Absortierung von fehlerhaften und kranken Stammabschnitten ins Industrie- bzw. Energieholz aus.

2) Eine Variante **thermische Verwertung**, in der die Aufarbeitungsgrenze auf den höchsten Zopf der Variante 1 festgelegt wurde (28 cm) und der Stammholz zopf um weitere 8 cm auf 36 cm angehoben wurde. Nadelholz wird in dieser Variante nur als Fixlänge ausgehalten. Industrieholzsortimente gehen vollständig in die thermische Verwertung.

Zusätzlich ist für den Kleinprivatwald unterstellt, dass Stammholz bis 2b als Energieholz verwertet wird und dass die Aufarbeitung zu 100 % motormanuell erfolgt. Hierdurch wird der hohe Anteil an Energieholzsortimenten (inkl. Eigenbedarf) in dieser Eigentümerkategorie nachgebildet, wie ihn die Einschlagserhebungen der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) ausweisen [14]. In den anderen Eigentumsarten wird Stammholz bis einschließlich der Stärkeklasse 1a dagegen ins Industrieholz sortiert.

Um die an Bedeutung gewinnende Hackschnitt-Bereitstellung aus Reisholz mengen unterhalb der Derbholzgrenze mit abzubilden, werden mithilfe von Volumenexpansionsfunktionen nach ZELL [27] Reisholz mengen (inkl. Nadelmasse) errechnet, deren wirtschaftlich nutzbares Potenzial auf 50 % geschätzt wird.

Die Kalamitätsrisiken wurden über Überlebenswahrscheinlichkeiten ermittelt, die aus vorhandenen Forschungsarbeiten abgeleitet sind [9]. Im Schadensfall wird der Bestand zwangsgenutzt (mit um 50 % reduzierten Erlösen), und ein neuer Bestand wird begründet. Die anfallenden Kulturkosten hängen dabei vom Alter des Ausgangsbestands ab und berücksichtigen so Naturverjüngungspotenziale.

Mindestwert [15,16]. Dieser soll im vorgestellten Beispiel so lange maximiert werden, dass er den höchsten Wert erreicht und noch mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit von 99 % erreicht wird. Im Finanzsektor ist dieses Konzept als „Value at Risk“ bekannt (VaR) [19].

Zur Berücksichtigung von Risiken werden die Auswirkungen von Holzpreisschwankungen und Kalamitäten in die Ermittlung der in finanzieller Hinsicht optimalen Lösung integriert. Die dafür benötigte Streuung der Zielfunktion wird mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation abgeschätzt. Dazu werden 1 000 Simulationsläufe durchgeführt, bei denen sowohl Holzpreisschwankungen als auch Kalamitätsereignisse auftreten können.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Optimierung unter Berücksichtigung des Risikos werden am Beispiel des bayerischen Wuchsgebietes 12 (Tertiäres Hügelland) für den Staatswald und den Kleinprivatwald dargestellt. Von den in der BWI² 2002 erhobenen Daten wurde für den Zeitraum 2007 bis 2037 eine Prognose erstellt. Das „Prognose“-Jahr 2007 wurde integriert, um die Unterschiede zwischen der realen und der durch das Modell empfohlenen Nutzung aufzuzeigen, die insbesondere im Kleinprivatwald augenscheinlich sind.

Der Modellbetrieb Staatswald wurde aus den 267 Aufnahmepunktecken der BWI² geformt, die im Staats- und Bundeswald liegen. Der Modellbetrieb Staatswald weist einen für das Wuchsgebiet typischen hohen Vorrat von 411 Efm/ha auf. 156 ha sind mit führender Fichte bestockt und besitzen überproportional hohe Anteile der Altersklassen III bis V (70 % der Fläche). Ältere Fichtenbestände sind kaum vorhanden. Bestände mit führender Buche sind auf 52 ha zu finden. Hier herrscht mit einem Anteil von einem Drittel die Altersklasse V vor. Weitere bedeutende Anteile nehmen das sonstige Laubholz mit 32 ha und die Kiefer mit 11 ha ein.

Aus den 473 Eckpunkten im Kleinprivatwald wurde eine Stichprobe mit 95 Beständen gezogen (20 %) und daraus ein Modell-FZus gebildet. Mit einem Anteil von 59 ha ist hier die Dominanz der Fichtenbestände noch deutlicher. Auch hier liegt der Schwerpunkt der Bestände in den Altersklassen III und IV. Der Flächenanteil der Altersklassen VI+ ist jedoch mit 20 % rund doppelt so hoch wie im Staatswald. Der Beitrag der Buche beläuft sich lediglich auf 9 ha. Bestände mit führender Kiefer stocken auf 9 ha, gefolgt von Eiche und sonstigem Laubholz mit jeweils 6 ha.

Im Staatswald

bewegen sich die Nutzungssätze bis 2027 in einem Bereich zwischen 10 und 11 Efm/ha/a und liegen knapp unter dem prognostizierten Zuwachs von 12 Efm/ha/a. Der dadurch verbundene Vorratsaufbau von 411 auf 434 Efm/ha wird ab dem Eingriff 2027 gestoppt und über die folgenden 10 Jahre bis zum Ende des Prognosezeitraums wieder auf 412 Efm/ha abgebaut (vgl. Abb. 2). Grund hierfür ist, dass es nur wenige Fichtenbestände gibt, die das Alter 100 überschreiten. Es findet daher kein Abbau von überhiebsreifen vorratsreichen Beständen statt; der bisherige Nutzungsrhythmus wird beibehalten. Der Vorratsabbau zum Ende der Prognose mit den Eingriffen 2027 und 2032 beruht dagegen überwiegend auf den in diesem Zeitabschnitt zusätzlich anfallenden Laubholzmengen. Der Staatswald im Wuchsgebiet 12 weist in der Altersklassenausstattung der Bestände mit führender Buche im Jahr 2007 einen Schwerpunkt in der Altersklasse V auf. Knapp über ein Drittel der Buchenwälder sind dann in dieser Altersklasse. Diese erreichen 25 Jahre später das Ende der Altersklasse VI und werden verstärkt genutzt. Abb. 1 zeigt den daraus resultierenden steigenden Anteil von Buchen-Stammholz am ausscheidenden Bestand.

Das Hackgutpotenzial aus Nichtderbholz liegt in etwa bei 1,2 Efm/ha/a. Im Mittel werden 10 % der anfallenden Mengen nach der Sortiervariante 2 mit erhöhten Zöpfen und ohne Industrieholz-Aushaltung dem Markt angeboten. Dabei handelt es sich vor allem um jüngere Laubholzbestände, in denen es bei dem unterstellten Preisszenario lukrativer ist, sie als Selbstwerbermengen anstatt als in Eigenregie geerntetes Industrie- oder schwaches Stammholz abzugeben. Der mittlere Barwert (diskontierte Summe aller Deckungsbeiträge aus Vornutzungen und Endnutzungen sowie des am Ende des Betrachtungszeitraums verbleibenden Abtriebswertes aller Bestände) liegt bei 18 731 €/ha mit einer Standardabweichung von 1 522 €/ha bzw. 8,1 %.

Im Kleinprivatwald

fällt eine deutliche Verschiebung hin zu den thermisch genutzten Sortimenten (Sortimente „Sonstiges“ und „Hack“) sowie ein wesentlich geringerer Laubholzanteil auf (Abb. 3). Das Modell empfiehlt (im Rahmen der gewählten Annahmen) einen Abbau der im Kleinprivatwald vorhandenen hohen Vorräte von anfangs 457 Efm/ha auf 320 Efm/ha bis 2037. Damit gehen jährliche Nutzungssätze von 12 bis 16 Efm/ha, im Mittel von 14,3 Efm/ha, einher. Die

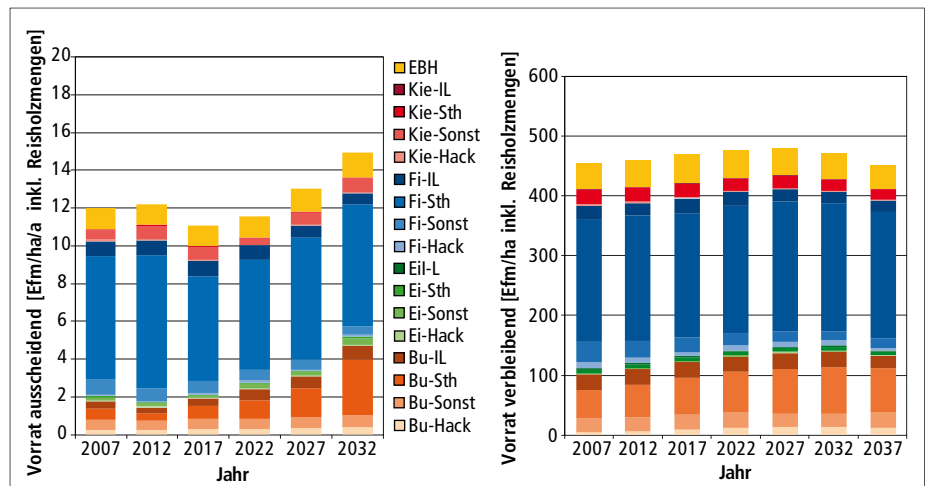


Abb. 1 und 2: Staatswald Wuchsgebiet 12, ausscheidender Vorrat (links) und verbleibender Vorrat (rechts)

In allen Abb. sind die Holzvorräte auf die vier Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Eiche und Buche und vier Hauptsortimente „Stammholz“, „Industrieholz“, „Hackschnitzel“ (aus Derbholz) und „Sonstiges“ (Energieholzsortimente) aufgeteilt. Zusätzlich geben sie als weiteres Sortiment jeweils das Hackschnitzelpotenzial aus Reisholzmengen über alle Baumarten an (EBH: Energie-/Brennholz aus NH). Die Trennung der Hackschnitzelmengen nach Derb- und Reisholz erleichtert die Einordnung der Ergebnisse gegenüber der forstüblichen Rechnung in Derbholzmengen.

höheren Entnahmen sind im Wesentlichen auf die größeren Flächenanteile von hiebsreifen Fichtenbeständen der Altersklassen VI+ zurückzuführen. Rund 10 % Fichten stocken zu Beginn des Prognosezeitraums in Beständen mit einem Alter von über 120 Jahren, deren Anteil sich über die 30 Jahre halbiert. Ein Alter von 100 Jahren übertreffen zu Beginn sogar 20 % der Bestände.

Als weiterer Grund ist die abweichende Sortierung zu nennen. Bei der im Kleinprivatwald gegenüber dem Staatswald höheren Bedeutung der „Energieholzschiene“ wäre es unter streng finanziellen Gesichtspunkten weit weniger attraktiv, die Bestände alt werden zu lassen, da beim Brennholz Stärkeklassensprünge nicht vergütet werden. Den gleichen Befund lässt das Ergebnis zu, dass im Kleinprivatwald sogar 30 % der anfallenden Mengen nach der Variante 2 sortiert werden. Das größere Interesse an der thermischen Nutzung des Holzes führt folglich zu einem gegenüber dem Staatswald dreimal größeren Anteil der „Brennholzsortierung“ am Gesamteinschlag. Das Hackgutpotenzial aus Nichtderbholz steigt durch die erhöhte Nutzung auf 1,2 bis 1,5 Efm/ha/a.

Bei einer Hochrechnung dieser Ergebnisse auf die gesamte Kleinprivatwald-Fläche ist zu beachten, dass im Gegensatz zu dem angenommenen Modell-FZus nicht die gesamte Fläche des Kleinprivatwalds tatsächlich regelmäßig bewirtschaftet wird. Nimmt man an, dass die Nutzung der Kleinprivatwald-Fläche ungefähr dem Organisationsgrad in den FZus entspricht, also lediglich zwei Drittel regelmäßig ge-

nutzt werden, reduziert sich der im Mittel bei 14,3 Efm/ha/a liegende Nutzungssatz auf 9,5 Efm/ha/a. Im Vergleich dazu lag der reale Einschlag im Privatwald über alle Besitzgrößen in Bayern im Jahr 2010 jedoch nur bei 7 Efm/ha/a [14]. Es wird also weit weniger genutzt, als unter den getroffenen Annahmen möglich wäre. Das Ergebnis der Modellrechnung für den Kleinprivatwald drückt somit ein unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten nutzbares Potenzial der Holzmobilisierung aus.

Um abschätzen zu können, welche Kosten der Verzicht auf dieses Potenzial mit sich bringt, wurde eine zweite Berechnung für den Kleinprivatwald durchgeführt, in der eine betriebliche Restriktion einen Zielwert für den durchschnittlichen Vorrat (in Vfm/ha) zum Ende des Betrachtungszeitraums in Höhe des Startvorrats vorgibt. Der Vorrat in Efm/ha steigt leicht von 456 auf 462 Efm/ha. Die Nutzungssätze liegen zwischen 9 und 16 Efm/ha/a, im Mittel bei 10,8 Efm/ha/a. Die erhöhte Vorrathaltung bringt Nutzungsverzichte von ca. 3,5 Efm/ha/a mit sich (21 Efm/ha über den ganzen Betrachtungszeitraum). Die erhöhte Vorrathaltung führt zu einer Reduktion der Nutzungsätze auf ca. 9 Efm/ha/a. Unterstellt man auch in dieser Berechnungsvariante eine Bewirtschaftung auf zwei Drittel der Fläche, ergibt sich ein Nutzungssatz von 7,2 Efm/ha/a. Der mittlere Barwert sinkt gegenüber der ersten Variante von 17 327 €/ha (Standardabweichung 1 475 €/ha bzw. 8,5 %) auf 16 737 €/ha (1 461 €/ha bzw. 8,7 %). Im Ergebnis bringt die konstante Vorrathaltung

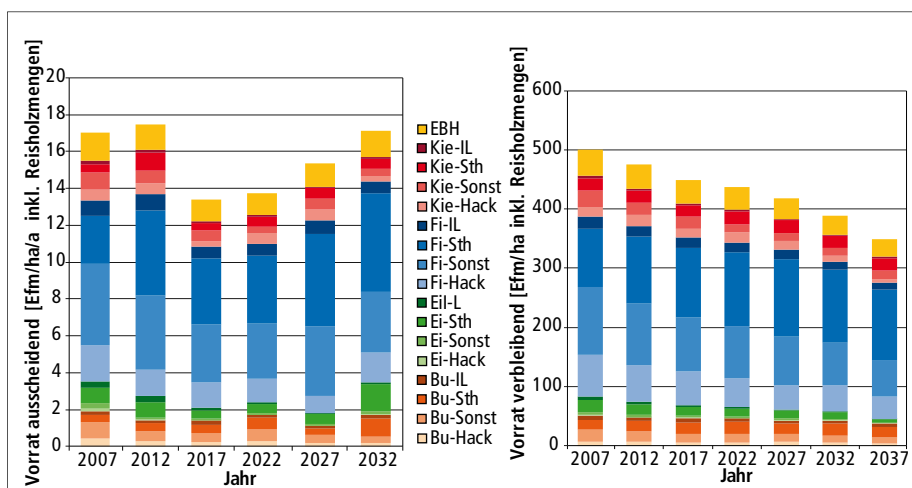


Abb. 3 und 4: Kleinprivatwald Wuchsgebiet 12, ausscheidender Vorrat (links) und verbleibender Vorrat (rechts)

einen Wertverlust von 590 €/ha mit sich, bei einer gleichzeitigen Verringerung der Standardabweichung um lediglich 14 €/ha. Anders gesagt, die erhöhte Vorratshaltung verringert den Barwert der Vor- und Endnutzungen um 3,4 %, erhöht jedoch die relative Unsicherheit, diesen Wert zu erreichen, um 0,2 %.

Eine höhere Vorratshaltung kann innerhalb eines bestimmten Betrachtungszeitraums bei gleicher Ausgangssituation nur durch geringere Eingriffsstärken erzielt werden. Das bedeutet, dass die durchschnittliche Umtriebszeit der Einzelbäume ansteigt. Somit sind die Bäume zum einen länger dem Risiko einer Kalamität ausgesetzt. Zum anderen verringert sich durch Absenkung der Eingriffsstärken die Möglichkeit, auf Holzpreisschwankungen flexi-

bel reagieren zu können. Beides führt, wie gezeigt, zu einem relativ leicht erhöhten Gesamtrisiko für den Bewirtschafter.

Ausblick

Die beiden Beispiele „Staatwald“ und „Kleinprivatwald“ zeigen, wie bei gleichem Modellansatz eine finanziell optimierte Einschlagsplanung auf Betriebsebene zu verschiedenen Zielen führen kann. Während der Staatwald mit seinem geringeren Altersdurchschnitt, dem höheren Laubholzanteil und dem deutlicheren Interesse an der Produktion hochwertiger Sortimente den Vorrat auf einem konstanten Niveau halten sollte, wäre es für den Kleinprivatwald finanziell vorteilhafter, seine hohen Vorräte abzubauen. Als treibende Mo-

mente für letzteres sind der höhere Altersdurchschnitt und die stärkere Bedeutung als Brennholzlieferant anzusehen.

Es ist geplant, ähnliche Auswertungen für den Kommunal- und Großprivatwald und schließlich für alle Wuchsgebiete Bayerns durchzuführen. In weiteren Schritten soll mithilfe unterschiedlicher Preisszenarien untersucht werden, wie dadurch das Angebot an Holz mengen und -sorten beeinflusst wird. Insbesondere soll untersucht werden, welche Auswirkungen die Renaissance der Brennholznutzung im Zuge des steigenden Ölpreises – und die damit einhergehende Preissteigerung im Energieholzsektor – auf die zukünftigen Sortiergewohnheiten haben könnte.

Literaturhinweise:

[1] BAYSF/STAF OV (2010): Holzpreisstatistik für das Kalenderjahr ... für die Jahre 1975-2010. München, Regensburg. [2] BEINHOFER, B. (2009): Anwendung der Portfoliotheorie in der Forstwissenschaft – Finanzielle Optimierungsansätze zur Bewertung von Diversifikationseffekten. Dissertation. [3] BMVEL (2005): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI 2: Der Inventurbericht. Berlin. [4] BÖSCH, B. (2004): Benutzeranleitung WEHAM. Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung Version 1.14. [5] BÖSCH, B. (2004): WEHAM II: Modelle und Algorithmen. [6] BRAZEE, R.; MENDELSON, R. (1988): Timber Harvesting with Fluctuating Prices. Forest Science; 34 (2), S. 359-372. [7] COTTA, H. (1804): Systematische Anleitung zur Taxation der Waldungen. J. D. Sander, Berlin. [8] FELBERMEIER, B.; KNOKE, T.; MOSANDL, R. (2007): Forstbetriebsplanung unterstützen durch lineare Programmierung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung (3), S. 115-116. [9] GRIESS, V.; ACEVEDO, R.; HÄRTL, F.; STAUPENDAH, K.; KNOKE, T. (2012): Does mixing tree species enhance stand resistance against natural hazards? A case study for spruce. Forest Ecology and Management, 267, S. 284-296. [10] HAHN, A.; KNOKE, T. (2010): Sustainable development and sustainable forestry: analogies, differences, and the role of flexibility. European Journal of Forest Research, 129 (5), S. 787-801. [11] HAIGHT, R. (1990): Feedback Thinning Policies for Uneven-Aged Stand Management with Stochastic Prices. Forest Science, 36 (4), S. 1015-1031. [12] HANWINKEL, M.; HUMMEL, S.; ALBRECHT, A. (2011): Assessing natural hazards in forestry for risk management: a review. European Journal of Forest Research, 130 (3), S. 329-351. [13] HARTIG, G. (1795): Anweisung zur Taxation der Forste oder zur Bestimmung des Holzertrags der Wälder: Ein Beitrag zur höheren Forstwissenschaft. Heyer, Gießen. [14] HASTREITER, H. (2012): Der Holzeinschlag 2010 in Bayern: Holznutzung gegenüber dem Vorjahr wieder leicht angestiegen. LWF-aktuell, 19 (86), S. 44-46. [15] HILDEBRANDT, P.; KNOKE, T. (2009): Optimizing the shares of native tree species in forest plantations with biased financial parameters. Ecological Economics, 68 (11), S. 2825-2833. [16] HILDEBRANDT, P.; KNOKE, T. (2011): Investment decisions under uncertainty – A methodological review on forest science studies. Forest Policy and Economics, 13 (1), S. 1-15. [17] KNOKE, T.; MOOG, M. (2005): Timber harvesting versus forest reserves – producer prices for open-use areas in German beech forests (Fagus sylvatica). Ecological Economics, 52 (1), S. 97-110. [18] KNOKE, T.; MOOG, M.; PLUSCZYK, N. (2001): On the effect of volatile stumpage prices on the economic attractiveness of a silvicultural transformation strategy. Forest Policy and Economics, 2 (3-4), S. 229-240. [19] KNOKE, T.; SCHNEIDER, T.; HAHN, A.; GRIESS, V.; RÖBINGER, J. (2012): Forstbetriebsplanung als Entscheidungshilfe. Ulmer, Stuttgart. [20] KNOKE, T.; STIMM, B.; WEBER, M. (2008): Tropical farmers need productive alternatives. Nature, 452 (7190), S. 934. [21] KOUBA, J. (2002): Das Leben des Waldes und seine Lebensunsicherheit. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 121(4), S. 211-228. [22] KUBLIN, E.; SCHARNAGL, G. (1988): Verfahrens- und Programmbeschreibung zum BWI-Unterprogramm BDAT. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg 87. [23] MARKOWITZ, H. (1952): Portfolio Selection. The Journal of Finance (7), S. 77-91. [24] MÖHRING, B.; RÜPING, U. (2008): A concept for the calculation of financial losses when changing the forest management strategy. Forest Policy and Economics, 10 (3), S. 98-107. [25] SCHREIBER, R.; HASTREITER, H. (2009): Der forstliche Zusammenschluss aus Sicht der Waldbesitzer: Zusammenschlüsse genießen hohes Vertrauen bei Waldbesitzern. lwf aktuell, (70), S. 38-40. [26] SPEIDEL, G. (1984): Forstliche Betriebswirtschaftslehre: Mit 27 Abb. u. 28 Tab. 2. Aufl., Parey Hamburg. [27] ZELL, J. (2008): Methoden für die Ermittlung, Modellierung und Prognose der Kohlenstoffspeicherung in Wäldern auf Grundlage permanenter Großrauminventuren. Dissertation. Freiburg.

Konkurrenz stofflicher und energetischer Holzverwertung

Mit dem Verbund-Projekt „Konkurrenz um Holz: Ökologische, soziale und ökonomische Effekte der stofflichen und energetischen Verwertung von Holz“ sollen die Auswirkungen von möglichen Verschiebungen zwischen der stofflichen und energetischen Verwertung von Holz untersucht, wahrscheinliche ökologische, soziale und ökonomische Folgen bewertet, sowie Anpassungsstrategien für den Cluster Forst und Holz in Bayern herausgearbeitet werden. Für diese Untersuchung werden moderne Bewertungsmethoden weiterentwickelt, mit denen Wege für eine wald-ökosystemerhaltende, ökonomisch effiziente sowie sozial vertretbare – also nachhaltige – Produktion und Verwertung der in den nächsten 30 Jahren einschlagbaren Holz mengen gefunden werden können. Dazu werden auf Basis der vorhandenen Clusterstudien und Analysen der Holzströme Bilanzen ökologischer und sozialer Indikatoren sowie die Wertschöpfungsbilanz der aktuellen Holzströme in Bayern erstellt. Unter sich ändernden Rahmenbedingungen (Energieholznachfrage, Holzpreise) werden Holzproduktion und Holzflüsse modelliert und Szenarien zum Holzaufkommen und seiner Verteilung entwi-

ckelt. Um die stoffliche und die energetische Nutzung von Holz bewerten zu können, werden Nutzungsvarianten erstellt und anhand von Nachhaltigkeitsindikatoren miteinander verglichen. Aufbauend auf diesen Ergebnissen werden die Holzströme über diese Modellierungen optimiert. Die Erkenntnisse sollen zu detaillierten Einsichten führen, zu einer effizienteren und nachhaltigeren Nutzung des Rohstoffes Holz beitragen und bei der Entscheidungsfindung auf betrieblicher wie politischer Ebene Hilfestellung leisten.

Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (G33), vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (FK 22009411) und vom Verband Bayerischer Papierfabriken e.V. finanziert. Projektkoordinator ist die Holzforstung München der Technischen Universität München. Projektpartner sind der Lehrstuhl für Holzwissenschaft sowie das Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung der Technischen Universität München, die Professur für Holzenergie der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf sowie die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.