

Optimierung in der praktischen Forstbetriebsplanung



Von Bernhard Felbermeier und Nikolaus Gieler

Aufgabe der Forsteinrichtung ist die Planung und Kontrolle der nachhaltigen Entwicklung von Forstbetrieben, um die ökologischen, ökonomischen und sozialen Ziele der Waldbewirtschaftung dauerhaft sicherzustellen. Als integrale Größe wird der waldbaulich hergeleitete, nachhaltige Hiebssatz bestimmt. Eine umfassende finanzielle Bewertung fehlt im Regelfall, sodass die zukünftige Entwicklung sozioökonomischer Kriterien nur eingeschränkt beurteilt werden kann. Ziel des hier vorgestellten Projektes¹⁾ ist es daher, ein gesamtbetriebliches Planungsinstrument zu entwickeln, welches die Prognose des nachhaltigen Hiebssatzes unter Berücksichtigung der Wertentwicklung des Forstbetriebes erlaubt.

Als Voraussetzung für den Einsatz des Verfahrens in der Forsteinrichtung muss das Planungsinstrument auf den bestehenden Informationsquellen aufsetzen, vom Forsteinrichter einfach anzuwenden und in die bestehenden Abläufe der Forsteinrichtung integrierbar sein sowie Ergebnisse in kurzer Rechenzeit liefern.

Material

Für die Entwicklung des Verfahrens stehen folgende Daten für ausgewählte Staatsforstbetriebe in Bayern zur Verfügung:

- Naturale Daten werden im Rahmen der Betriebsinventur gewonnen und durch Simulationsläufe mit dem Wachstumsmodell SILVA 3 [5, 6] für die Planung aufbereitet. Hierzu werden die Informationen der Inventurpunkte stratifiziert und die naturale Entwicklung der Straten in der Vornutzung für die kommenden 30 Jahre in 5-Jahres-Perioden prognostiziert [4].
- Als holztechnische Informationen dienen die in den Forstbetrieben angewandten Aushaltungs- und Sortierungsbestimmungen.
- Kennziffern für Kosten und Schadholzmen gen werden aus der Buchhaltung der Forstbetriebe abgegriffen.
- Als räumliche Daten können eine digitale Standortskarte und die Forstbetriebskarte der letzten Forsteinrichtungsperiode genutzt werden.

Dr. B. Felbermeier ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Entwicklung und am Lehrstuhl für Waldbau der TUM. Das Fachgebiet ist Teil des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan. N. Gieler ist Forsteinrichter bei den Bayerischen Staatsforsten AöR.

Bernhard Felbermeier
felbermeier@lrz.tu-muenchen.de

Methode

Die Prognose des waldbaulich und finanziell nachhaltigen Hiebssatzes erfordert eine Methodik, welche den Wert des Forstbetriebes unter den geltenden waldbaulichen Vorgaben optimiert. Diese Fragestellung lässt sich mithilfe der linearen Programmierung [2] lösen: In einer zu maximierenden Zielfunktion wird der Ertragswert des Betriebes definiert und im Rahmen der vom Forsteinrichter gesetzten Vorgaben (Restriktionen) maximiert.

¹⁾ Das Projekt wird aus Mitteln der Bayerischen Staatsforsten gefördert.

Im hier vorgestellten Optimierungsmodell dienen die durch das Wachstumsmodell SILVA 3 ausgeschiedenen Straten als waldbauliche Planungseinheit. Die Vornutzung wird durch das vom Forsteinrichter im Wachstumsmodell abgebildete waldbauliche Behandlungsprogramm festgelegt. Als variable Größe regelt das Optimierungsmodell die Nutzungsquote der Verjüngungsnutzung innerhalb der Vorgaben, sodass der Betriebswert maximiert wird (Abb. 1).

Ergebnisse

Das Verfahren wurde anhand der Daten verschiedener bayerischer Staatsforstbetriebe entwickelt und auf der internationalen IUFRO-Tagung „Linking Forest Inventory and Optimization“ [7] (s. auch S. 906) für den Forstbetrieb München demonstriert (Abb. 2). Die Einbindung der Optimierung in die Forsteinrichtung orientiert sich an dem für den Bayerischen Staatswald festgesetzten Verfahrensablauf (Abb. 3):

- Die betriebsweise Waldinventur erfasst den aktuellen naturalen Zustand des Betriebes durch eine systematische (im Flachland permanente) Stichprobeninventur.
- Die Ergebnisse der Waldinventur werden dann vorläufig ausgewertet und zu statistisch

Zielfunktion $f(a) = \sum_{s=1}^{227} \left[\left(\sum_{p=1}^6 \sum_{h=1}^2 m_{s,p,h} \times a_{s,p,h} \times (1+r)^{(T-p) \times 5} \right) + \frac{m_{s,p=T, h=1}}{r} \right] \rightarrow \max$	
m = Deckungsbeitrag a = Fläche r = Zins	s = Stratum p = Periode h = Behandlung 1: Endnutzung 2: keine Endnutzung
T = letzte Periode	
Variable $a_{s,p,h}$	
Restriktionen (Beispiele) $\sum_{h=1}^2 a_{s,p,h} = a_{s,p}$	
Waldpflege ist zwingend vorgeschrieben	
$\sum_{s=1}^{227} (a_{s,p} \times v_{s,p}) \geq c$	
Minimaler Vorrat im Betrieb muss erhalten werden v = Vorrat c = konstanter Mindestvorrat	

Abb. 1: Die grundlegenden Funktionen des Optimierungsmodells im Forstbetrieb München, für den 227 Straten berechnet wurden



Abb. 2: Praktische Demonstration des Verfahrens vor internationalem Publikum im Forstbetrieb München (von links nach rechts):

Prof. LLOYD C. IRLAND (Yale University, USA),
 Inventurleiter HORST GRÜNVOGEL (Bayerische Staatsforsten),
 Prof. SUN JOSEPH CHANG (Louisiana State University, USA)

die Optimierung des Hiebssatzes zur Verfügung. Eine Optimierungsrechnung des Forstbetriebes benötigt auf Standard-PC wenige Minuten, sodass das Instrument vom Forsteinrichter sowohl zur Vorbereitung der Unterlagen als auch direkt beim Grundlagenbegang eingesetzt werden kann. Auf diese Weise lassen sich unterschiedliche Restriktionen unmittelbar testen, verschiedene Positionen über die Ausrichtung des Forstbetriebes objektiv überprüfen und damit abgestimmte Ziele für die nachhaltige Entwicklung des Forstbetriebes entwickeln.

- Die Ergebnisse der Optimierung gehen zusammen mit den während des Grundlagenbegangs festgelegten Zielen in die Richtlinien für den Forsteinrichtungsbegang ein und haben damit mittelbaren Einfluss auf die Entwicklung des Forstwirtschaftsplanes.

abgesicherten Informationen von Vorrat, Zuwachs, Altersklassenstruktur, Baumartenzusammensetzung, Vorausverjüngung, Totholz und Schäden verdichtet.

- Aus dem Vergleich zwischen den vorläufigen Inventurergebnissen und den Planungsvorgaben der vergangenen Forsteinrichtungsperiode wird der Erfolg des Betriebes im letzten Planungszeitraum vorläufig beschrieben. Im Grundlagenbegang, der sich aus einer fachlichen Besprechung und der Exkursion in den Forstbetrieb zusammensetzt, werden die Ergebnisse der Erfolgskontrolle ausgewertet und die Ziele für die kommende Forsteinrichtungsperiode abgestimmt. Am Grundlagenbegang nehmen der Forstbetrieb, die Forsteinrichtungssektion, der Bereichsleiter Waldbau und mindestens ein Vertreter des Vorstands der Bayerischen Staatsforsten teil.
- Auf diesen Vorgaben aufbauend erfolgt die waldbauliche Einzelplanung im Rahmen des

Forsteinrichtungsbegangs. Dabei werden die Nutzungsansätze für die Vornutzung auf Grundlage von Probeauszeichnungen und der Auswertung bisheriger Nutzungen in der Regel pauschal hergeleitet. Die Planung der Endnutzung erfolgt einzelbestandsweise.

- Die Ergebnisse der Waldinventur und des Forsteinrichtungsbegangs werden dann verschnitten und die endgültige Auswertung des aktuellen Waldzustandes erstellt.
- Aufbauend auf den vorliegenden Informationen wird die endgültige Erfolgskontrolle durchgeführt, die Planungsgrößen für den nächsten Forsteinrichtungszeitraum festlegt und der Forstwirtschaftsplan verfasst.

Das Optimierungsmodell dient derzeit vorwiegend bei der Entwicklung von Zielvorgaben für die Forsteinrichtung und wird daher beim Grundlagenbegang eingesetzt (Abb. 4):

- Der Forsteinrichter definiert aus den Ergebnissen der vorläufigen Auswertung der Waldinventur, der vorläufigen Erfolgskontrolle und allgemeinen Waldbaugrundsätzen Vorgaben für die Simulation der Straten.
- Aus den Straten wird das betriebsbezogene Optimierungsmodell erstellt und steht für

Ausblick

Lineare Optimierungsverfahren sind prinzipiell für den Einsatz in der Forsteinrichtung geeignet [3, 1]. Anhand des laufenden Projektes konnte gezeigt werden, dass sich die Verfahren zu effektiven Planungsinstrumenten entwickeln lassen. Das Verfahren wird derzeit im Rahmen der laufenden Forsteinrichtungen in Bayern weiterentwickelt und soll im Praxiseinsatz getestet werden.

Literaturhinweise:

[1] FELBERMEIER, B.; KNOKE, T.; MOSANDL, R. (2007): Forstbetriebsplanung unterstützen durch lineare Programmierung. AFZ-DerWald, 62. Jg., Nr. 3, S. 115-116. [2] DANTZIG, G. B. (1951): Application of the Simplex Method to a Transportation Problem. In: Koopmans, T. C. (Ed.): Activity Analysis of Production and Allocation. Wiley, New York, S. 359-373. [3] KNOKE, T.; MOSANDL, R. (2004): Integration ökonomischer, ökologischer und sozialer Ansprüche: Zur Sicherung einer umfassenden Nachhaltigkeit im Zuge der Forstbetriebsplanung. Forst und Holz, 59. Jg. S. 535-539. [4] MOSHAMMER, R. (2006): Vom Inventurpunkt zum Forstbetrieb. AFZ-DerWald, 61. Jg., Nr. 21., S. 1164-1165. [5] PRETZSCH, H.; BIBER, P.; DURSKEY, J. (2002): The single tree-based stand simulator SILVA: construction, application and evaluation. For. Ecol. Manage, 162, S. 3-21. [6] SEIFERT, S.; SEIFERT, E.; BIBER, P.; SEIFERT, T.; KLEMMT, H.-J.; PRETZSCH, H. (2005): SILVA 3 - eine modulare Softwarelösung. AFZ-DerWald 60. Jg., Nr. 21, S. 1144-1145. [7] NEUFANGER, M.; SEERIEDER, W.; FELBERMEIER, B. (2008): Excursion to the State Forest District of Munich. In: Hahn, A.; Knoke, T.; Schneider, T.: Linking Forest Inventory and Optimization". International Conference of the IUFRO units 4.02.00 and 4.04.00. S. 87-96.

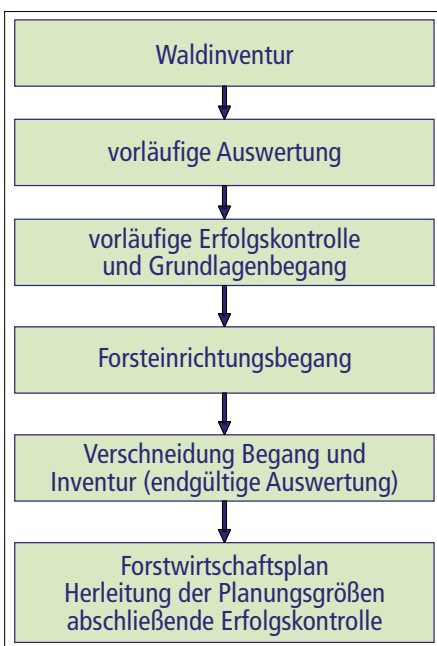


Abb. 3: Verfahrensablauf der Forsteinrichtung im Staatswald Bayerns

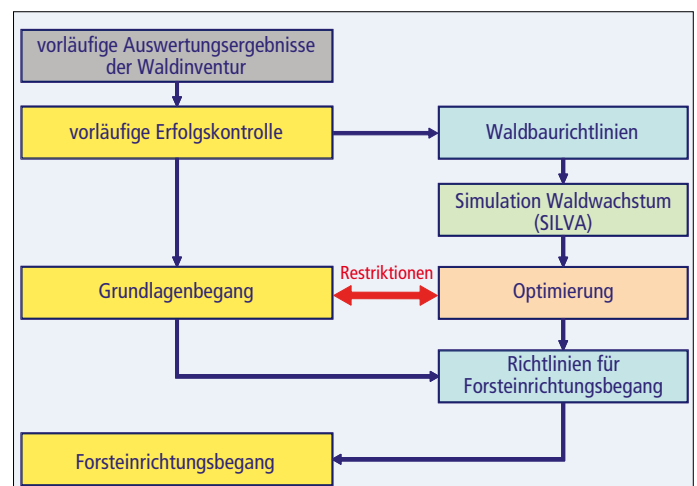


Abb. 4: Integration der Optimierung in die Forsteinrichtung