

## **Zur betriebswirtschaftlichen Bewertung von Einschränkungen der Waldbewirtschaftung**

On the economic appraisal of restrictions of the forest management

Von M. MOOG und TH. KNOKE

### **Zusammenfassung**

Anknüpfend an die deutliche Ausweitung von Waldflächen mit Naturschutz-Restriktionen der Bewirtschaftung durch die Natura-2000-Richtlinie der Europäischen Union werden im vorliegenden Beitrag zwei Gesamtplanungsmodelle vorgestellt. Mit diesen Modellen erscheint es mindestens teilweise möglich, die betriebswirtschaftlichen Nachteile zu quantifizieren, die den Waldeigentümern/Forstbetrieben durch zusätzliche Naturschutz-Restriktionen entstehen. Es handelt sich um das von Joel Dean entwickelte einperiodige Modell simultaner Investitions- und Finanzierungsplanung sowie um einen einfachen linearen Optimierungsansatz zur mehrperiodigen Planung von forstlichen Maßnahmen unter Berücksichtigung verschiedener Restriktionen. Sowohl das Dean-Modell, das wegen seiner Anschaulichkeit ohne ein konkretes betriebliches Beispiel vorgestellt wird, als auch der lineare Planungsansatz, der an einem Modellbetrieb veranschaulicht wird, sind gesamtbetrieblich orientierte Modelle. Damit ist es möglich, die Nachteile auf betrieblicher Ebene zu beleuchten und ggf. Entscheidungen vorzubereiten. Die Diskussion spricht die Frage der Entwicklung von Entschädigungskonventionen an.

**Schlagwörter:** Dean-Modell, Lineare Programmierung, Natura-2000-Gebiete, Entschädigung, gesamtbetriebliche Planungsmodelle

### **Summary**

In the context of the expansion of forest areas under nature-conservation-restrictions by the European Union (Natura-2000-Gebiete) this paper presents two operational forest planning models. By means of these models it seems possible to quantify operational disadvantages, which might arise from additional nature-conservation-restrictions. Particularly the model derived by Joel Dean, which includes only one period for a simultaneous schedule of investment and financing as well as a simple linear programming model for forest operations, which includes several periods, are discussed. The model of Dean is described rather abstractly because it can be explained lucidly on this basis. The linear programming approach is demon-

strated by means of a concrete model-forest-example. Both models focus on the operational level, and therefore they allow the quantification of operational disadvantages and the support of operational decisions. In the discussion the paper concentrates on the development of conventions for financial remunerations.

## **1 Einleitung**

Im Zusammenhang mit dem Schutz der Natur und speziell mit der Ausweisung von erheblichen Waldflächen als Schutzgebiete (FFH-Gebiete) werden verschiedene Beschränkungen der Waldbewirtschaftung diskutiert (vgl. z.B. WAGNER 2000). Auf solche Bewirtschaftungsbeschränkungen beziehen sich pragmatische Vorschläge zur Bemessung von Entschädigungen (z.B. HAUB 1997). Auch aus Österreich liegt bereits ein umfassender Katalog zur Bemessung von Entgelten für Waldflächen in Natura 2000 Gebieten vor (HÖBARTH und LANSCHÜTZER 2002). Eine theoretische Analyse der potenziellen Wirkung von verschiedenen denkbaren Bewirtschaftungsbeschränkungen mit Hilfe gesamtbetrieblicher Planungsmodelle ist jedoch bisher nicht erfolgt.

Nur gesamtbetriebliche Planungsansätze scheinen jedoch in der Lage zu sein, betriebliche Veränderungen abzubilden, die mittelbar durch Naturschutz-Restriktionen hervorgerufen werden. Bei Zwang zur Verwendung einer Baumart mit im Vergleich zur finanziell optimalen Baumart deutlich höheren Kulturkosten können z.B. andere, an sich lohnende Kulturen verdrängt werden, da das für Kulturbegründungen vorhandene Budget weitgehend von der teuren, erzwungenen Baumart aufgezehrt wird. Zudem ist es möglich, dass eigentlich noch nicht hiebsreife Bestände geschlagen werden müssen, um Liquiditätsziele zu erfüllen, die durch eine Naturschutz-Restriktion gefährdet werden. Einschränkungen der Pflegeaktivitäten nach Fläche, Art und/oder Intensität sind mögliche andere mittelbare Wirkungen von Naturschutzrestriktionen.

Ziel des vorliegenden Beitrages ist es vor diesem Hintergrund zwei verschiedene betriebliche Planungsmodelle vorzustellen: Zum einen handelt sich um den von Joel DEAN entwickelten einperiodigen Planungsansatz zur simultanen Bestimmung des optimalen Investitions- und Finanzierungsvolumens. Zum anderen wird ein mehrperiodiger betrieblicher Bewertungsansatz dargestellt, der auf der Methode der Linearen Programmierung basiert.

Zwar weist der Ansatz von DEAN aufgrund der Betrachtung lediglich einer Periode, die aber nicht auf ein Jahr begrenzt sein muss, sondern beliebig lang gefasst werden kann, für die An-

wendung auf die i.d.R. sehr langfristige forstliche Planung hinsichtlich einer konkreten Umsetzung Probleme auf. Die auf dem DEAN-Ansatz fußende Analyse muss deshalb relativ abstrakt gehalten werden. Trotz der Abstraktion versetzt sie uns aber in die Lage, strukturelle Unterschiede in der Wirkung bestimmter Naturschutz-Restriktionen darzustellen. Mit dem DEAN-Modell sollen hier die prinzipiellen Wirkungen von Beschränkungen der Baumartenwahl und dem Hinausschieben von Endnutzungen hiebsreifer Bestände dargestellt werden.

Aufgrund seiner besseren Eignung für langfristige forstliche Planungsprobleme wird der zweite auf der Linearen Programmierung aufsetzende Bewertungsansatz, der in der Lage ist mehr als eine Periode abzubilden, an einem konkreten Beispiel vorgestellt. Hierbei werden die Auswirkungen eines Verzichts auf die Endnutzung hiebsreifer Bestände analysiert.

Modelle zur Bewertung von Bewirtschaftungsrestriktionen können erstens Grundlage von innerbetrieblichen Entscheidungen bzw. von Entscheidungen der Waldeigentümer sein. Zweitens können sie zur Begründung von Kompensationsforderungen dienen. Aufgrund der aktuellen Diskussion in der Praxis über die Belastung der Forstbetriebe durch den Naturschutz und der Forderung nach Entschädigung wird einerseits häufig auf die Frage der rechtlichen Anforderungen an die Bewertung fokussiert. Andererseits sind aber auch die Mindestanforderungen an die Berücksichtigung der individuellen Situation der von Beschränkungen betroffenen Waldbesitzer von großem Interesse. Zu diesen Aspekten werden Überlegungen in der abschließenden Diskussion präsentiert.

## **2 Die simultane Bestimmung eines Finanzierungs- und Investitionsbudgets**

Ausgangspunkt für die Überlegungen ist ein einfaches Modell zur Bestimmung eines optimalen Finanzierungs- und Investitionsbudgets (vgl. KERN 1974, S. 263 ff., der auf DEAN, BIERMANN und SMIDT Bezug nimmt; BLOHM und LÜDER 1991, S. 271 ff. sowie ZIMMERMANN 2001 und SPREMANN 1996, S. 439 ff. mit kritischen Anmerkungen). Es sei in einer Modellüberlegung unterstellt, ein Unternehmen besitze eine Reihe von Finanzierungs- und eine Reihe von Investitionsmöglichkeiten. Das Unternehmen steht nun vor der Wahl, welche dieser Finanzierungs- und Investitionsprojekte realisiert werden sollen. Mit anderen Worten: Es ist ein optimaler Finanzierungs- und Investitionsplan aufzustellen. Es sei zur Vereinfachung angenommen, dass die Investitions- und Finanzierungsprojekte voneinander unabhängig sind und keinerlei technische Restriktionen bestehen. Auch von allen aus unter-

schiedlichen Laufzeiten resultierenden Problemen sei abgesehen. Es sei also nur eine einperiodige Betrachtung durchzuführen.

Unter den vereinfachenden Annahmen ist die Lösung des Problems trivial. Es sind die Kosten der einzelnen Finanzierungsmaßnahmen festzustellen und als Zinskosten auszudrücken. Anschließend können die Finanzierungsmaßnahmen nach aufsteigenden Zinskosten gereiht werden. Dann sind die internen Renditen der einzelnen Investitionsprojekte zu berechnen, so dass die Investitionsprojekte nach absteigenden internen Renditen gereiht werden können. Im optimalen Finanzierungs- und Investitionsplan sind nun alle Investitionsprojekte enthalten, die mit unter ihrer internen Rendite liegenden Finanzierungskosten finanziert werden können. Sehr anschaulich ist die grafische Lösung des Problems (Abbildung 1). Auf der Ordinate sind die Finanzierungskosten in Prozent sowie die Rendite aufgetragen. Auf der Abszisse ist das Kapitalvolumen dargestellt (vgl. KERN 1974, S. 265, SPREMANN 1996, S. 438). Trägt man die Finanzierungsmaßnahmen mit ihrem jeweiligen Volumen in die Grafik ein, ergibt sich eine von links nach rechts aufsteigende Treppenfunktion der Finanzierungen, die man auch als Kapitalangebotsfunktion bezeichnen kann. Trägt man die Investitionsprojekte mit ihrem jeweiligen Kapitalbedarf ein, ergibt sich eine von links nach rechts absteigende Treppenfunktion, die man auch als Kapitalnachfragefunktion auffassen kann. Zur Maximierung des Gewinns sind alle Investitionsprojekte zu realisieren, deren Rendite über den Finanzierungskosten liegt. Der sich im Optimum ergebende Kapitalbedarf wird daher durch den Schnittpunkt der beiden Treppenfunktionen bestimmt. Die Teilbarkeit oder Unteilbarkeit der Finanzierungs- und Investitionsprojekte an der Grenze ist dafür entscheidend, ob ggf. ein Investitionsprojekt noch teilweise realisiert werden kann oder ob nur vollständige Investitionsprojekte im Optimalplan enthalten sind. Die Fläche zwischen den beiden Treppenfunktionen ist der sich für das Unternehmen aus dem Investitions- und Finanzierungsplan ergebende Vorteil.

Das kurz vorgestellte Modell kann zur Abbildung der Investitions- und Finanzierungssituation in einem Forstbetrieb verwendet werden. Dabei stellen die Desinvestitionsmöglichkeiten durch Einschlag des Holzvorrates die wesentlichen Finanzierungsmaßnahmen dar. Die Rendite bzw. das Weiserprozent der hiebsmöglichen Bestände bestimmt folglich die Höhe der Finanzierungskosten. Reiht man die hiebsmöglichen Bestände nach ihrer internen Rendite bzw. nach ihrem Weiserprozent, erhält man die Kapitalangebotsfunktion. Die Investitionen in Kulturen und möglicherweise auch in Ankäufe von Waldfläche sowie in den Holzvorrat aufwertende Maßnahmen wie Astung stellen die möglichen Investitionsprojekte dar, deren Rendite jeweils abzuschätzen ist. Sieht man von die Umschichtung von Holzvorrat begrenzenden Re-

striktionen ab, ist es recht wahrscheinlich, dass sich für einen konkreten Betrieb eine Situation wie in Abbildung 1 ergibt. Daher soll Abbildung 1 nun als Referenzsituation für die Darstellung der Wirkung von Bewirtschaftungsbeschränkungen verwendet werden.

## **2.1 Beschränkungen der Baumartenwahl**

Beschränkungen der Baumartenwahl stellen sich in der hier gewählten Darstellung als Veränderung der Investitions-Treppenfunktion dar. Nimmt man beispielhaft an, eine der Investitionsmöglichkeiten (in Abbildung 2 die mit 2 gekennzeichnete Treppenstufe) würde durch den Zwang zur Verwendung einer anderen Baumart lediglich hinsichtlich der internen Rendite abgesenkt und nicht im Volumen geändert (unveränderte Kultur- und Pflegekosten), ergibt sich eine neue Reihung der Investitionsprojekte. In Abbildung 2 ist das Investitionsprojekt *2neu* nun hinter das Investitionsprojekt 6 zu reihen. Dadurch ergibt sich eine Verschiebung der Investitions-Treppenfunktion nach links unten. Da das Projekt *2neu* noch zu den im optimalen Finanzierungs- und Investitionsplan enthaltenen Projekten gehört, ändert sich das optimale Finanzierungs- und Investitionsvolumen nicht. Allerdings wird durch die Verschiebung der Kapitalnachfragefunktion nach unten die Fläche zwischen der Kapitalnachfrage- und der Kapitalangebotsfunktion kleiner. Sie nimmt um die schraffierte Fläche ab. Diese schraffierte Fläche ist mithin der Nachteil, den der Betrieb durch die Beschränkung der Baumartenwahl erleidet. Dieser Nachteil ergibt sich einfach durch die Differenz der internen Renditen der Projekte 2 und *2neu* multipliziert mit dem annahmegemäß gleich hohen Investitionsvolumen.

Es ist selbstverständlich nicht auszuschließen, dass das erzwungene Projekt eine so niedrige Rendite aufweist, dass es aus dem optimalen Finanzierungs- und Investitionsplan herausfällt. Diese Situation ist in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Die Bewertung ist dann zu modifizieren. Wird angenommen, das Projekt werde nicht wirklich erzwungen, es sei z.B. nicht zwangsläufig eine Aufforstung nötig, sondern die Fläche könne einfach der Natur überlassen werden, ist das Projekt einfach an das Ende der Investitionsprojekte zu reihen (Abbildung 3). Es fällt aus dem Optimalplan heraus und wird nicht realisiert. Der dadurch entstehende Nachteil kommt in der Verkleinerung der Fläche zwischen den beiden Treppenfunktionen zum Ausdruck. Im Beispiel der Abbildung 3 ergibt sich der Nachteil rechnerisch durch die Differenz der Verzinsung des entfallenden Projektes 2 und den Kosten der letzten in Anspruch genommenen Finanzierung (Grenzfinanzierungskosten, im Beispiel die Kosten der Finanzie-

rung  $V$ ) multipliziert mit dem Volumen von Projekt 2. Das optimale Investitions- und Finanzierungsvolumen sinkt.

Nimmt man an, das Projekt werde tatsächlich erzwungen, muss es in der Darstellung in die im Optimalplan enthaltenen Projekte gereiht werden. Es besteht nun die Möglichkeit, es entweder als erstes Projekt oder als letztes noch realisiertes Projekt einzureihen. Überzeugender erscheint es, die erzwungenen Projekte links als erste einzureihen.

Reiht man die erzwungene Investition als erste ein (Abbildung 4), dann findet im Beispiel ein Tausch der beiden Investitionen 1 und 2 statt. Das optimale Finanzierungs- und Investitionsvolumen wird nicht verändert. Die Verringerung des Gewinnes ergibt sich nun aus der schraffierten Fläche über der an den Anfang der Reihe gestellten Investition  $2_{neu}$ . Rechnerisch ist einfach die Differenz der internen Renditen der Projekte 2 und  $2_{neu}$  mit dem Volumen der Projekte zu multiplizieren, welches hier annahmegemäß gleich ist.

In dem bisherigen Beispiel wurde unterstellt, dass sich bei einer Einschränkung der Baumartenwahl der Investitionsbetrag nicht unterscheidet und nur die interne Verzinsung der Investition geringer ist. Bei dieser Annahme zeigt sich, dass die Berücksichtigung der anderen Investitionen zur Ermittlung des Nachteils unnötig ist. Der Nachteil kommt grafisch in der rechteckigen Fläche von Investitionsvolumen auf der einen und Rentabilitätsdifferenz auf der anderen Seite zum Ausdruck.

In der Realität ist jedoch zu beobachten, dass die Kulturkosten pro Flächeneinheit bei den nicht mehr zulässigen Baumarten teilweise weit geringer sind als bei den noch zulässigen Baumarten. Das bedeutet, dass die Investitionssummen für die Wiederbestockung in der Regel durch die Baumartenrestriktion höher werden. In der grafischen Darstellung bedeutet dies, dass die erzwungene Investition mit niedrigerer Rendite breiter dargestellt werden muss als die ausfallende. Es sei daher ein Beispielfall (Abbildung 5) mit höheren Kulturkosten und einer so stark geminderten internen Rentabilität betrachtet, dass diese Investition nicht in den optimalen Investitions- und Finanzierungsplan aufgenommen würde. In der grafischen Darstellung wird die erzwungene Investition mit der niedrigen internen Verzinsung, die nicht in den Optimalplan fallen würde, an die erste Stelle gereiht (wie in Abbildung 4). Die anderen Investitionen schließen sich, gereiht nach absteigender Rentabilität, rechts an. Nun wird deutlich, dass im Gegensatz zu der in Abbildung 4 dargestellten Situation Investitionen verdrängt werden. Die Investitionsprojekte 5 und 6 fallen nicht mehr in den Optimalplan, obwohl das optimale Investitions- und Finanzierungsvolumen sich sogar etwas vergrößert hat. Diese Verdrängung von Investitionen ist naheliegend, weil ja unterstellt wurde, dass die Kultur der er-

wünschten Baumart bei gleicher Fläche eine höhere Investitionssumme erfordert. Der entstehende Nachteil für den Investor kann nun durch den Vergleich der Gewinnfläche der Referenzsituation (Abbildung 1) mit den schraffierten Flächen in Abbildung 5 ermittelt werden. Dabei sind die durch dunkle Schattierung gekennzeichneten Flächen unterhalb der Finanzierungen II und III von den durch helle Schattierung gekennzeichneten Flächen, die den Überschuss darstellen, abzuziehen, weil die Finanzierungskosten teilweise über der internen Rendite des erzwungenen Projektes *2neu* liegen. Es wird an der Darstellung offensichtlich, dass für die Höhe des eintretenden Nachteils die Kosten der für die Finanzierung der erzwungenen Investition in Anspruch genommenen Finanzierungen und die Gewinne der verdrängten Investitionen entscheidend sind. Auch die Teilbarkeit der jeweiligen Grenzinvestition besitzt einen Einfluss, was hier jedoch nicht weiter untersucht werden soll. Eine einfache rechnerische Ermittlung des Nachteils erscheint kaum möglich.

## **2.2 Hinausschieben der Endnutzung**

Wenn in einem Forstbetrieb auf die Ernte eines Altbestandes verzichtet wird, wird gleichzeitig eine Investition in einen Nachfolgebestand unterlassen. Das bedeutet, dass von einer auf den Verzicht bzw. das Hinausschieben der Endnutzung hinauslaufenden Beschränkung der Bewirtschaftung die Finanzierungsmöglichkeiten und die Investitionsmöglichkeiten gleichzeitig betroffen sind. In der hier gewählten Darstellungsweise stellt sich dies als Wegfall von Finanzierungsmöglichkeiten und als gleichzeitiger Wegfall von Investitionsmöglichkeiten dar. In Abbildung 6 ist ein Beispiel dargestellt, bei dem gegenüber der Referenzsituation die Finanzierungsmöglichkeit II und die Investitionsmöglichkeit 3 entfallen sind<sup>1</sup>. Dadurch rutscht der rechte Teil der Kapitalangebotskurve um die Breite der wegfallenden Finanzierungsmöglichkeit II nach links. Die Kapitalangebotskurve verschiebt sich teilweise nach links oben. Durch den Wegfall der Investitionsmöglichkeit 3 verschiebt sich der rechte Teil der Kapitalnachfragekurve nach links unten. Es kommt dadurch zu einem neuen, weiter links liegenden Schnittpunkt der Kapitalangebotskurve und der Kapitalnachfragekurve. Das optimale Finanzierungs- und Investitionsvolumen wird geringer. Der Nachteil für den Betrieb lässt sich durch die Verringerung der Fläche zwischen der Kapitalangebots- und der Kapitalnachfragekurve darstellen (schraffierte Fläche in Abbildung 6). Die Verminderung der Fläche zwischen der Kapitalangebots-Treppenkurve und der Kapitalnachfrage-Treppenkurve setzt sich dabei

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der Darstellung der zu zeigenden Effekte wurden die Treppenfunktionen gegenüber den Abbildungen 1 bis 5 abgeändert.

aus zwei Teilflächen zusammen. Es ist erstens eine Fläche mit der Breite der entfallenden Finanzierungsmöglichkeit und der Höhe der Zinsdifferenz zwischen den Finanzierungskosten und dem Grenzzins der Finanzierungen und zweitens eine Fläche mit der Breite der entfallenden Investition in die Verjüngung des Bestandes und der Höhe der Zinsdifferenz zwischen der internen Rendite dieser Investition und dem Grenzzins der Finanzierungen. Diese beiden Flächen kann man zu Säulen unterschiedlicher Breite zusammenschieben, wobei im konkreten Fall die untere Säule immer deutlich breiter ausfallen dürfte, da das aus einer Endnutzung freigesetzte Kapital das Investitionsvolumen in einen neuen Bestand regelmäßig deutlich übertrifft.

### **2.3 Grenzen des Modells**

Das vorgestellte Modell ist einperiodig. Diese Eigenschaft ist insofern vorteilhaft als sie die praktische Umsetzung in konkreten Fällen dadurch erleichtert, dass der Bedarf an Daten im Vergleich zu mehrperiodigen Modellen deutlich geringer ist. Andererseits fordert die Langfristigkeit forstlicher Investitionen geradezu eine mehrperiodige Betrachtung; ein etwas praxisnäherer mehrperiodiger Bewertungsansatz wird deshalb beispielhaft unter Abschnitt 3 dargestellt. Wird das dargestellte Modell für einen Forstbetrieb umgesetzt, sollte man als Betrachtungsperiode mindestens ein Jahrzehnt oder möglicherweise zwei bzw. drei Jahrzehnte wählen. Trotz dieser recht langen Zeiträume ist man damit noch sehr weit von den in Deutschland üblichen Umtriebszeiten entfernt.

Eine weitere wichtige Eigenschaft des präsentierten Modells ist die Unterstellung sicherer Erwartungen, die angesichts der Länge der mindestens zu betrachtenden Periode als äußerst unrealistisch angesehen werden muss. Die Berücksichtigung der Unsicherheit der Daten erhöht allerdings die Komplexität der Modellierung, die ohnehin bei mehrperiodigen Investitionsprogramm-Modellen erheblich ist, noch einmal deutlich (vgl. BLOHM und LÜDER 1991, S. 305 ff. sowie SPREMANN, 1996, S. 441, der auf Probleme hinweist, die im Falle der Interpretation eines mehrperiodigen Modells als lineares Programm auftreten).

Das hier vorgestellte einperiodige Vorgehen kann trotz der Einschränkungen als ein Ansatz zur Darstellung der Betroffenheit von Bewirtschaftungsbeschränkungen angesehen werden, der beispielsweise zur erläuternden Berichterstattung gegenüber dem Eigentümer genutzt werden kann. Praktische Bedeutung kann dieser Ansatz jedoch vor allem zur Darstellung der Betroffenheit von kleineren Forstbetrieben und gemischten land- und forstwirtschaftlichen



Betrieben (u.ä. Kombinationen) gewinnen. Dies insbesondere deshalb, weil die Anzahl der Investitions- und Finanzierungsmöglichkeiten bei diesen kleineren Unternehmen zwangsläufig recht begrenzt ist und gleichzeitig die Betroffenheit von Bewirtschaftungseinschränkungen erheblich sein kann.

Tatsächlich wurden für die Optimierung der Forstbetriebsplanung Modelle entwickelt, die überwiegend als lineare Planungsmodelle formuliert sind (vgl. KURTH 1994, S. 466; ROSE 1992; ZELL 2001). Diese Modelle sind in der Lage, mehr als eine Periode einzubeziehen. Wenngleich die Lineare Programmierung in der englischsprachigen forstwissenschaftlicher Literatur schon lange als Standardverfahren gilt (z.B. JOHNSON und SCHEURMAN 1977), kamen lineare Modelle bei der Forstbetriebsplanung bislang praktisch nicht zum Einsatz. Dies ist überraschend, da sich eine solche Vorgehensweise angesichts der Problemstruktur der mittelfristigen Forstbetriebsplanung aufdrängt. Auch eine zweckmäßige Bewertung von Nutzungseinschränkungen könnte auf diesen Planungsmodellen aufsetzen. Die Anwendung der Linearen Programmierung zur Bewertung von forstlichen Nutzungsbeschränkungen erscheint relativ neu. Im folgenden Abschnitt soll deshalb dargestellt werden, wie ein auf einem im wesentlichen linearen Planungsmodell fußender Ansatz zur Bewertung des Verzichts auf die Endnutzung umgesetzt werden könnte.

### **3 Ein mehrperiodiger gesamtbetrieblicher Bewertungsansatz**

#### **3.1 Methodischer Grundgedanke**

Der Grundgedanke des vorgestellten Planungsmodells besteht darin, eine Zielfunktion unter Beachtung von linearen und gegebenenfalls nicht linearen Restriktionen zu maximieren oder zu minimieren. Forstliche Hiebs-, Pflege- und Kulturmaßnahmen können dabei als flächenbezogene Projekte betrachtet werden, die einen positiven bzw. negativen Beitrag zur Zielfunktion leisten. Die innerhalb bestimmter Betriebsstraten (z.B. Bestandestypen) zu pflegenden, zu nutzenden oder in Bestockung zu bringenden Flächen müssen den betrachteten Perioden so zugeordnet werden, dass die Zielfunktion unter Einhaltung der Restriktionen maximiert wird. Als Zielfunktion kann beispielsweise der (prolongierte oder diskontierte) Deckungsbeitrag der einzelnen Kultur-, Hiebs- oder Pflegemaßnahmen gewählt werden. Restriktionen bestehen z.B. in Form von Forderungen hinsichtlich jährlicher Mindest-Deckungsbeiträge, durch maximale Einschlagsmengen (Nachhaltigkeitskriterien) sowie durch vorgegebene Mindest-

Pflegeflächen. Lineare Probleme der beschriebenen Art lassen sich z.B. mit dem EXCEL-Solver (FYLSTRA et al. 1998) lösen, der für diese Studie eingesetzt wurde.

Nutzungsbeschränkungen, die hier bewertet werden sollen, werden als zusätzliche Restriktionen oder als Verschärfung betrieblicher Restriktionen formuliert. Das Planungsmodell ist jeweils mit und ohne diese zusätzlichen Restriktionen (bzw. ohne die Verschärfung bestehender Restriktionen) zu lösen. Konkret werden hier zwei optimale Wirtschaftsplansequenzen (langfristige Wirtschaftsprogramme) verglichen. Die sich zwischen den beiden Modell-Lösungen ergebende Differenz der Zielfunktion ist als der durch die zusätzlichen Restriktionen bewirkte Nachteil zu interpretieren.

Im Folgenden soll am Beispiel eines 10.000 ha großen Buchen-Modellbetriebes der Bewertungsansatz vorgestellt werden. Es wird ein Zeitraum von 30 Jahren betrachtet, für den drei Wirtschaftspläne von je 10 Jahren Laufzeit erstellt werden (Wirtschaftsplansequenz). Um das Optimierungsproblem überschaubar und möglichst einfach zu halten, werden für jeden Wirtschaftsplan nur zwei jeweils 5-jährige Perioden betrachtet, so dass sich insgesamt sechs Perioden ergeben. Als Bewirtschaftungsbeschränkung wird der (gegebenenfalls erzwungene) Verzicht auf den Einschlag von und in Buchen-Endnutzungsbeständen bewertet. Die Beschränkung wird weiter unten näher erläutert.

### **3.2 Der Modellbetrieb**

Die Altersklassenstruktur (Abbildung 7) des Buchen-Modellbetriebes entspricht der des Bayerischen Staatswaldes gemäß Bundeswaldinventur (BML, 1990). Der Durchschnittsvorrat des Modellbetriebes beträgt 301 Vfm/ha.

Die Altersklassen wurden als unterschiedliche Bestandestypen aufgefasst. Die Altersklassen I und II (Bestände bis zum Alter von 40 Jahren) wurden zusammengefasst. Somit ergaben sich  $n=8$  Bestandestypen (Straten).

### **3.3 Die Zielfunktion**

Als Ziel des langfristigen Wirtschaftsprogramms (der Wirtschaftsplansequenz) wurde die Maximierung aller innerhalb der nächsten dreißig Jahre anfallenden Deckungsbeiträge - unter Beachtung bestimmter Restriktionen - festgesetzt. Um die Zeitstruktur der eingehenden Zahlungen zu berücksichtigen, wurden die Deckungsbeiträge zuvor auf das Ende des Planungsho-

rizontes (30 Jahre) prolongiert. Mit anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies, dass der Vermögensendwert aller Deckungsbeiträge für die acht Bestandestypen über die sechs definierten Perioden zu maximieren war. Die Eingriffszeitpunkte wurden vereinfachend auf die Periodenmitte festgelegt. Zur Prolongierung wurde ein Zinssatz in Höhe von 3 % verwendet. Die Zielfunktion lautete damit:

$$\sum_{n=1}^8 \sum_{t=2,7,12,17,22,27} Db_{nt} \cdot Fläche_{nt} \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{30-t} = \max \quad (1)$$

$n$  Bestandestyp

$t$  Eingriffszeitpunkt

$Db_{nt}$  Deckungsbeitrag eines Hiebes (einer Pflege) in Bestandestyp  $n$  zum Zeitpunkt  $t$ , nach der Räumung entstehende Kulturkosten (2.000 Euro/ha für Ergänzungspflanzungen) wurden vor der Optimierung direkt vom Nettoholzerlös der Endnutzungen abgesetzt

Folgende Deckungsbeiträge pro ha wurden verwendet, die aus einem laufenden Projekt<sup>2</sup> zur Bewirtschaftung der Buche abgeleitet wurden (Tabelle 1):

Deckungsbeitrag in Euro/ha							
Alter zu Beginn	Bestandes-typ	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Periode 6
bis 40	1	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
41 bis 60	2	-500	-500	2004	2060	2388	2442
61 bis 80	3	2388	2442	3354	3414	3170	3213
81 bis 100	4	3170	3213	2335	2358	2065	2077
101 bis 120	5	2065	2077	4274	4648	10028	11471
121 bis 140	6	6163	6778	8054	9046	9342	11020
141 bis 160	7	9699	10528	10678	12252	0	0
über 160 Jahre	8	17949	19632	0	0	0	0

**Tabelle 1.** Der Planungsrechnung zu Grunde gelegte Deckungsbeiträge in Euro/ha

<sup>2</sup> Das Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Die Ergebnisse wurden zum Teil bereits (KNOKE und SCHULZ WENDEROTH 2001, KNOKE 2002 [b]) oder werden demnächst publiziert (KNOKE 2002 [a]).

### 3.4 Restriktionen im Modell ohne Wirtschaftsbeschränkungen

#### 3.4.1 Nachhaltigkeit

Die Bewirtschaftung des Buchen-Modellbetriebes stützt sich auf drei hintereinander geschaltete nachhaltige Wirtschaftspläne, die ein langfristiges Wirtschaftsprogramm darstellen. Die Holzentnahmen je ha wurden für jeden Bestandestyp gemäß Tabelle 2 geplant. In den Endnutzungsbeständen (ab Alter 120 Jahre) wurden 30 bzw. 50 % der Bestandesmasse (unter Berücksichtigung des laufenden Zuwachses) entnommen, nur in der jeweils ältesten Altersklasse wurde eine Räumung vorgesehen. Bei Räumung der Bestände wurden 2.000 Euro/ha Kulturkosten für Ergänzungspflanzungen berücksichtigt.

Die maximal einzuschlagenden Holzmengen (Hiebssätze) ergeben sich aus der Multiplikation der Entnahmemengen mit den Flächen der Bestandestypen (Tabelle 3). Aus Tabelle 3 wird deutlich, dass sich die Nutzungsansätze der drei Wirtschaftspläne nur wenig unterscheiden.

Entnahmemenge pro ha in Vfm							
		Wirtschaftsplan 1		Wirtschaftsplan 2		Wirtschaftsplan 3	
Alter zu Beginn	Bestandes-typ	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Periode 6
bis 40	1	20	20	20	20	20	20
41 bis 60	2	30	30	46	46	52	52
61 bis 80	3	52	52	70	70	64	64
81 bis 100	4	64	64	46	46	40	40
101 bis 120	5	40	40	82	89	192	220
121 bis 140	6	118	130	155	175	221	256
141 bis 160	7	189	207	252	287	0	0
über 160 Jahre	8	415	450	0	0	0	0

**Tabelle 2.** Entnahmemenge in Vfm/ha

Flächenrestriktionen (ha)							
		Wirtschaftsplan 1		Wirtschaftsplan 2		Wirtschaftsplan 3	
Alter zu Beginn	Bestandes- typ	Fläche maximal ( <i>Flmax</i> )	Fläche minimal ( <i>Flmin</i> )	Fläche maximal ( <i>Flmax</i> )	Fläche minimal ( <i>Flmin</i> )	Fläche maximal ( <i>Flmax</i> )	Fläche minimal ( <i>Flmin</i> )
bis 40	1	2000	1600	2000	1600	2000	1600
41 bis 60	2	1550	1240	1550	1240	1550	1240
61 bis 80	3	1460	1168	1460	1168	1460	1168
81 bis 100	4	1430	1144	1430	1144	1430	1144
101 bis 120	5	1220	976	1220	976	1220	976
121 bis 140	6	1020	816	1020	816	1020	816
141 bis 160	7	920	736	920	736	920	736
über 160 Jahre	8	400	320	400	320	400	320
Hiebssatz ( <i>HS</i> ) in Vfm (Nutzungssatz in Vfm/ha/J)		784.580 (7,8)		808.900 (8,1)		792.740 (7,9)	

**Tabelle 3.** Flächenrestriktionen und Hiebssätze

Der Holzeinschlag im Modellbetrieb, der basierend auf den unterstellten Entnahmemengen für die Bestandestypen ermittelt wurde, soll in den einzelnen Perioden nicht überschritten werden. Dies bedeutet, in einer 5-jährigen Periode soll nicht mehr als die Hälfte des 10-jährigen Hiebssatzes (*HS*) geerntet werden:

$$\sum_{n=1}^8 \text{Volumen}_{ha_n} \cdot \text{Fläche}_n = \frac{HS}{2} \quad (2)$$

(für alle Eingriffszeitpunkte)

Zudem gelten Flächenrestriktionen. Innerhalb jedes Wirtschaftsplanzeitraumes (10 Jahre) darf die Fläche der Eingriffe die Gesamtfläche eines Bestandestyps (*Flmax*) nicht übersteigen. Damit wurde von maximal einem Eingriff im Jahrzehnt ausgegangen. Zugleich sollen aber mindestens 80 % der Bestandestypenfläche (*Flmin*) bearbeitet werden:

$$Fl \min_{Typ} \leq Fläche\_Typ\_WP \leq Fl \max_{Typ} \quad (3)$$

(für alle Wirtschaftspläne 1, 2 und 3;  $Fläche\_Typ\_WP$ : innerhalb eines Wirtschaftsplanzeitraumes bearbeitete Fläche eines Bestandstyps)

### 3.4.2 Mindest-Einnahmen zur Deckung von Fixkosten

Die Summe der Deckungsbeiträge jeder 5-jährigen Periode soll mindestens 10 Mio. Euro betragen. Dieser Restriktion liegt die Annahme zu Grunde, dass eine relativ hohe Fixkostenbelastung des Betriebes in Höhe von 200 Euro/ha existiert. Die Fixkosten sollen in jeder Periode durch die erzielten Deckungsbeiträge mindestens abgedeckt werden.

$$\sum_{n=1}^8 Db_n \cdot Fläche_n \geq 10000000 \quad (\text{für jede Periode}) \quad (4)$$

Die deterministische Restriktion (4) wurde noch modifiziert, um die Unsicherheit der Erwartungen hinsichtlich des Holzpreises zu berücksichtigen und die Bewertung so realistischer zu machen. Zu diesem Zweck wurde eine Streuung der erntekostenfreien Holzerlöse in Höhe von  $\pm 10\%$  unterstellt. Es wurde dann gefordert, dass der Mindest-Deckungsbeitrag in jeder Periode mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,95 erreicht wird. Die lineare Restriktion (4) wird durch Berücksichtigung dieser Unsicherheit in eine nicht lineare Restriktion (5) überführt (vgl. BLOHM und LÜDER 1991, S. 310), die das deterministische Äquivalent der entsprechenden Wahrscheinlichkeitsrestriktion ist:

$$\sum_{n=1}^8 Db_n \cdot Fläche_n - 10000000 - F^{-1}(0,95) \cdot \sqrt{\sum_{n=1}^8 \delta_n^2 \cdot Fläche_n^2 + r \cdot \sum_{n=1}^8 \sum_{i \neq n}^7 \delta_n \cdot Fläche_n \cdot \delta_i \cdot Fläche_i} \geq 0 \quad (5)$$

- $F^{-1}(0,95)$  Ergebnis der Umkehrfunktion der Standardnormalverteilung für den Wert 0,95
- $\delta$  absolute Streuung (Deckungsbeitrag pro ha mal 0,1)
- $Db_n$  Deckungsbeitrag eines Hiebes (einer Pflege) in Bestandestyp n
- $R$  Korrelationskoeffizient (hier mit 0,7 angenommen) zur Berücksichtigung der Streuungskorrelation, die sich durch den Einfluss des Holzpreises ergibt, der durch die Holzmarktsituation bedingt für alle Hiebe in einem bestimmten Jahr relativ ähnlich sein kann
- $Fläche_n$  Fläche eines Bestandstyps, auf die sich der Eingriff in einer Periode erstreckt

Die Maximierungsaufgabe wurde aufgrund der Nichtlinearität der Restriktion (5) mit Hilfe der „generalized reduced gradient method“ gelöst, die der EXCEL-Solver für solche Fälle anbietet (vgl. FYLSTRA et al. 1998, S. 41).

### **3.4.3 Nichtnegativität**

Schließlich muss noch die Nichtnegativitäts-Bedingung beachtet werden. Dies bedeutet, dass keine Flächengröße negativ werden darf:

$$Fläche_{nt} \geq 0 \quad (6)$$

### **3.5 Die Restriktionen im Modell mit Wirtschaftsbeschränkungen**

Die Nutzungsbeschränkung (hier der Verzicht auf Einschlag in Endnutzungsbeständen) wurde im zweiten Wirtschaftsprogramm mit Hilfe einer Verschärfung der Flächenrestriktionen in den Bestandestypen 6, 7 und 8 (dies sind die über 120-jährigen Bestände) umgesetzt. Die maximal möglichen Einschlagsflächen wurden hier um 50 (Bestandestyp 6), 250 (Bestandestyp 7) und 200 ha (Bestandestyp 8) reduziert. Damit wurde angenommen, dass 5 % der Betriebsfläche (500 ha) aus der Nutzung genommen werden müssen. Die Restriktionen lauten:

$$Fläche\_Typ\_6 \leq 970 \quad (7)$$

$$Fläche\_Typ\_7 \leq 670 \quad (8)$$

$$Fläche\_Typ\_8 \leq 200 \quad (9)$$

Im Übrigen basiert das Wirtschaftsprogramm mit Nutzungsbeschränkungen auf denselben Grundlagen wie das Modell ohne Nutzungsbeschränkungen.

### **3.6 Vergleich der Wirtschaftspläne mit und ohne Beschränkung**

Die oben formulierte Zielfunktion wurde ohne Einschlagsrestriktion durch die in Tabelle 4 dargestellte Flächenzuordnung zu den jeweiligen Perioden maximiert. Es wird deutlich, dass die Eingriffe mit negativen Deckungsbeiträgen jeweils in die zweite Hälfte der Wirtschaftspläne verschoben werden, da sich dies günstig auf den Vermögensendwert auswirkt. Um die Deckungsbeitragsrestriktion (mindestens 10 Mio. Euro je Periode) auch in der jeweils zweiten

Hälfte der Pläne einhalten zu können, muss aber die überwiegende Fläche der Endnutzungen ebenfalls in der jeweils zweiten Periode der Wirtschaftspläne eingeschlagen werden.

Um den Vermögensendwert zu maximieren, werden die höchsten Einnahmen jeweils in der ersten Hälfte eines Wirtschaftsplanes realisiert (Tabelle 4). Die Mindestforderung in Höhe von 10 Mio. Euro wird in jeder Periode überschritten. Die erwarteten Einnahmen liegen immer um mindestens 2,4 Mio. Euro höher als die Restriktion es erfordern würde. Damit wird auch bei Einbeziehung möglicher Abweichungen der realen Einnahmen von den erwarteten noch mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,95 die 10-Mio.-Schwelle mindestens erreicht.

Flächen des Wirtschaftsprogrammes ohne Einschlagsbeschränkungen (ha)							
		Wirtschaftsplan 1		Wirtschaftsplan 2		Wirtschaftsplan 3	
Alter zu Beginn	Bestandes- typ	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Periode 6
bis 40	1	0	1600	0	1600	0	1600
41 bis 60	2	0	1240	1052	498	1550	0
61 bis 80	3	1460	0	1460	0	1460	0
81 bis 100	4	1430	0	1430	0	1430	0
101 bis 120	5	1220	0	1220	0	860	360
121 bis 140	6	18	1002	568	452	0	1020
141 bis 160	7	920	0	0	920	0	736
über 160 Jahre	8	0	400	0	320	0	320
Netto- einnahmen (Euro/5 J)		19.575.637	12.421.714	20.132.564	14.467.044	19.907.211	12.713.454

**Tabelle 4.** Optimale Zuordnung der Flächen, auf denen Eingriffe vorgenommen werden sollen, zu den Perioden **ohne** Berücksichtigung von Bewirtschaftungsbeschränkungen

Unter den Nutzungsbeschränkungen in der Endnutzung ergeben sich die in Tabelle 5 dargestellten Änderungen für das zweite Wirtschaftsprogramm, das auf 500 ha Fläche auf Endnutzungshiebe verzichten muss.



Flächenunterschiede des Wirtschaftsprogramms mit Nutzungsbeschränkung im Vergleich zum Wirtschaftsprogramm ohne Nutzungsbeschränkung (ha)							
		Wirtschaftsplan 1		Wirtschaftsplan 2		Wirtschaftsplan 3	
Alter zu Beginn	Bestandestyp	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4	Periode 5	Periode 6
bis 40	1	0	0	0	0	0	0
41 bis 60	2	0	0	498	← -498	0	0
61 bis 80	3	0	0	0	0	0	0
81 bis 100	4	0	0	0	0	0	0
101 bis 120	5	0	0	0	0	0	0
121 bis 140	6	-18	-32	-148	→ 98	0	-50
141 bis 160	7	-529	→ 279	0	-250	0	-200
über 160 Jahre	8	0	-200	0	-160	0	-160
Unterschiede der Nettoeinnahmen		-5.248.788	-1.198.441	-192.444	-3.044.511	0	-191.008

**Tabelle 5.** Flächenunterschiede der Wirtschaftsprogramme mit und ohne Nutzungsbeschränkung sowie Differenzen der Nettoeinnahmen

Insgesamt fallen durch das Wirtschaftsprogramm mit Nutzungsbeschränkungen rund 9,5 Mio. Euro weniger an Nettoeinnahmen an. Der Löwenanteil entgeht dabei mit 5,2 Mio. Euro gleich in der ersten Periode. Die Nutzungsbeschränkungen führen aber auch dazu, dass der Wirtschaftsplan 2 160 ha weniger an zu pflegender Fläche enthält, für Wirtschaftsplan 3 sind es sogar 360 ha. Dieser Effekt entsteht, weil weniger an Endnutzungsfläche geräumt wird. Es treten aber auch zeitliche Verschiebungen von Hiebsmaßnahmen auf, die in Tabelle 5 durch Pfeile angedeutet sind. So werden im Wirtschaftsplan 2 Nutzungen in Bestandestyp 2 (Alter zu diesem Zeitpunkt im Mittel 60 Jahre) von Periode 4 auf Periode 3 vorverlagert. Aus Periode 1 und Periode 3 werden Endnutzungshiebe in die Perioden 2 bzw. 4 verschoben. Die beschriebenen Verschiebungen dienen der Erreichung eines maximalen Vermögenswertes bei verschärften Restriktionen. Neben den beschriebenen mittelbaren Effekten des Einschlagsverzichts ergeben sich in der Summe die festgesetzten Flächendifferenzen innerhalb

der von den Nutzungsbeschränkungen betroffenen Bestandestypen (Bestände ab Alter 120 Jahre).

Die Minderung der Zielfunktion durch die Nutzungsbeschränkungen lässt sich ermitteln, indem die Deckungsbeitragsunterschiede (Tabelle 5) auf das Ende des Planungshorizontes (der 30 Jahre beträgt) prolongiert werden. Der Vermögensendwert wird folglich um rund 18,82 Mio. Euro reduziert. Bei einem Zinssatz von 3 % entspricht dies einem Barwert in Höhe von rund 7,75 Mio. Euro. Dieser Betrag käme als einmalige Entschädigung in Frage. Eine jährliche, aus steuerlichen Gründen eventuell zu bevorzugende, und den 7,75 Mio. Euro äquivalente Entschädigung würde etwa 395.500 Euro betragen, das sind 791 Euro/ha/J bezogen auf die betroffene Endnutzungsfläche.

In dem genannten Kompensationsbetrag ist allerdings der Ausfall, der dem Waldbesitzer entsteht, weil er die Flächen nicht verjüngen darf, also der Barwert aller zukünftig von einem etwaigen Folgebestand zu erwartenden Nettoeinnahmen, nicht enthalten.

Die teilweise entfallenden Pflegeflächen wegen unterlassener Räumung führen zu einer Minderung des potenziellen Kompensationsbetrages um 21 Euro/ha/J. Damit wäre bei einer einzelbestandesweisen Bewertung mit einem Kompensationsbetrag in Höhe von 812 Euro/ha/J zu rechnen, wenn außer dem teilweisen Wegfall von Pflegeflächen keine Unterschiede zur betriebsweisen Bewertungsmethode existieren würden.

Eine auf dem Einzelbestand basierende Bewertung lässt sich durchführen, indem man die potenziellen Vermögensendwerte der nicht möglichen Hiebsmaßnahmen addiert und den Barwert des entsprechenden Endwertes berechnet. Tabelle 6 enthält die Zahlengrundlage hierfür.

von den Nutzungsbeschränkungen betroffene Flächen und deren Vermögensendwerte in Euro/ha							
		1. Eingriff		2. Eingriff		3. Eingriff	
Alter zu Beginn	Bestandes- typ	betroffene Fläche (ha)	Vermögens- endwert	betroffene Fläche (ha)	Vermögens- endwert	betroffene Fläche (ha)	Vermögens- endwert
121 bis 140	6	50	13.690	50	13.312	50	11.489
141 bis 160	7	250	21.545	250	17.649		
über 160 Jahre	8	200	39.870				
Summe pro Eingriff:		500	14.044.750	300	5.077.850	50	574.450
Summe insgesamt:		19.697.050 Euro					

**Tabelle 6.** Vermögensendwerte der Hiebsmaßnahmen der von den Nutzungsbeschränkungen betroffenen Flächen in Euro/ha bei Einschlag zum frühest möglichen Zeitpunkt (also in der jeweils ersten Hälfte einer 10-jährigen Periode)

Die Bewertung eines einzelnen Bestandes basiert auf keinem Wirtschaftsplan. Deshalb wird bei dieser Bewertung implizit der frühest mögliche Einschlagszeitpunkt unterstellt. Um eine Vergleichbarkeit dieses Bewertungsansatzes mit der auf Betriebsplänen basierenden Bewertung herzustellen, wird als frühestmöglicher Eingriff ein Hieb nach drei Jahren betrachtet. Zwischen zwei Eingriffen in demselben Endnutzungsbestand müssen zudem zehn Jahre liegen.

Unter diesen Annahmen resultiert eine Minderung des Vermögensendwertes um rund 19,70 Mio. Euro für den Betrieb (Tab. 6). Als Barwert dieses Betrages ergeben sich 8,12 Mio. Euro. Eine jährliche Entschädigung würde in diesem Falle 414.000 Euro oder 828 Euro/ha/J der betroffenen Endnutzungsfläche betragen. Für die betroffenen Endnutzungsflächen liegt dieser Betrag also um 37 Euro/ha/J, das sind rund 5 %, höher als der Betrag, der sich aus der auf Wirtschaftsplänen basierenden Bewertung ergab.

Der sich aus der Bewertung auf Basis der Einzelbestände ergebende Kompensationsbetrag liegt mit 828 Euro/ha/J über dem unter Berücksichtigung der weggefallenen Pflegeflächen erwarteten Kompensationsbetrag, der eine Höhe von 812 Euro/ha/J hatte. Offensichtlich führt die Verschiebung von Hiebsmaßnahmen zur Erreichung des maximalen Vermögensendwertes, die als eine mittelbare Wirkung des Einschlagsverzichts beobachtet werden konnte, zu

einer, wenn auch geringfügigen, aber dennoch vorhandenen Minderung des potenziellen Entschädigungsbetrages.

Es kann somit gefolgert werden, dass eine auf einzelnen Beständen basierende Bewertung von Nutzungsbeschränkungen, die die Bestände losgelöst vom betrieblichen Umfeld betrachtet, tatsächlich zu einer anderen Einschätzung der Entschädigungsbeträge führt.

#### **4 Von einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung zu Entschädigungsregelungen**

Die hier vorgestellten Bewertungsansätze beziehen alle Finanzierungs- und Investitionsmöglichkeiten des von einer Bewirtschaftungseinschränkung betroffenen Betriebes ein. Der Vorteil dieser Betrachtungsweise ist, dass die individuelle Situation des Forstbetriebes einigermaßen umfassend abgebildet wird. Dieser Ansatz erschiene dadurch beispielsweise für eine Abschätzung der Folgen von Bewirtschaftungseinschränkungen innerhalb eines Forstbetriebes geeignet, also konkret für die Berichterstattung durch das Management an die Eigentümer. Damit kann eine solche Bewertung zu einer Grundlage für strategische Entscheidungen werden, also beispielsweise über die völlige Neuorientierung oder die Höhe von Investitionen zur Abwendung der Beschränkungen. Der Nachteil ist, dass die Bewertung eine umfassende Information über die konkreten Investitions- und Finanzierungsmöglichkeiten verlangt und damit subjektiv im Sinne der Verwendung dieses Begriffes im Fachgebiet der Unternehmensbewertung ist. Der ermittelte Wert bezieht sich auf das konkrete Entscheidungsobjekt, weil genau dessen übrige Finanzierungs- und Investitionsmöglichkeiten den Wert bestimmen. Im Hinblick auf die Bemessung einer Entschädigung ist es nachteilig, dass erstens die Notwendigkeit besteht, eine Menge an Informationen zu verarbeiten, die sich nicht auf das konkret betroffene Objekt beziehen und zweitens stellt sich die Frage, wie weit eine einer Entschädigung zugrunde zu legende Bewertung objektiviert sein muss. Objektivierung meint hier, sich mit den Modellannahmen der Bewertung von der konkreten Situation des betroffenen Betriebes oder Eigentümers zu entfernen und stattdessen allgemeingültigere, eher eine typische statt der konkreten Situation abbildende Annahmen zu treffen.

Der notwendige Grad der Objektivierung einer Bewertung, die einer Entschädigungsforderung zugrundegelegt werden soll, kann nicht aufgrund ökonomischer Überlegungen festgelegt werden, sondern richtet sich nach juristischen Erfordernissen bzw. ist letztlich durch Rechtsetzung bzw. Entwicklung einer Entschädigungskonvention festzulegen. Eine ökonomische Überlegung ist nur insofern maßgeblich, als die Kosten der Bewertung und Festsetzung einer

Entschädigung in einem angemessenen Verhältnis zur Höhe des von der Öffentlichkeit durch die Wirtschaftsbeschränkung erlangten Vorteils stehen müssen. Je weniger die individuelle Situation bei der Bewertung berücksichtigt werden muss, desto geringer sind die Datenerfordernisse und desto geringere Kosten entstehen für die Bewertung.

Bedauerlicherweise besteht hinsichtlich des Grades der notwendigen Objektivierung zur Zeit große Unsicherheit. Angesichts des Umfangs von Beschränkungen der Waldbewirtschaftung, der in Deutschland zu beobachten ist, wäre es wünschenswert, wenn in einem Dialog unter Berücksichtigung der rechtlichen Anforderungen und der Bewertungstheorie Bewertungskonventionen entwickelt würden, die den sehr unterschiedlichen Betroffenheiten der Waldeigentümer einigermaßen gerecht zu werden versuchen. Werden allzu weit an den individuellen Betroffenheiten vorbeigehende Entschädigungsregeln getroffen, sind große Unzufriedenheit der Betroffenen und langwierige und zahlreiche Streitigkeiten mit hohen Transaktionskosten zu befürchten.

Es sei hier abschließend darauf hingewiesen, dass die Bewertung von verzögerten Desinvestitionen (Hinausschieben des Abtriebszeitpunktes) aus ökonomischer Sicht umso eher der Berücksichtigung der konkreten Situation des Betroffenen bedarf, je weniger Ausweichmöglichkeiten zur Nutzung anderer Bestände sich für ihn ergeben. Im Grenzfall könnte der Betroffene nur über einen Endnutzungsbestand verfügen (oder alle seine Endnutzungsbestände könnten betroffen sein). In einem solchen Fall sind extrem hohe Nachteile denkbar, wenn die Kostendifferenz zur nächstgünstigsten Finanzierungsquelle groß ist. Weil sich in dieser Hinsicht die Situationen der Betroffenen extrem stark unterscheiden, können bei gleicher natürlicher Situation im Wald die wirtschaftlich-finanziellen Auswirkungen auf die Waldeigentümer sich extrem stark unterscheiden. Dies lässt es als sehr problematisch erscheinen, bei der Entwicklung von Entschädigungskonventionen ausschließlich die Bestandesdaten der mit Restriktionen belegten Flächen zu berücksichtigen, die unterschiedlichen Situationen der Forstbetriebe und Eigentümerhaushalte aber völlig unberücksichtigt zu lassen (vergleiche Abschnitt 3).

## 5 Literatur

BIERMANN, H. (jr.), SMIDT, S.: *The Capital Budgeting Decision*, 3. Aufl. New-York, London 1971.

BLOHM, H., LÜDER, K.: *Investition*. 7. Auflage, München (Vahlen) 1991.

DEAN, J.: *Capital Budgeting*. New York, London, 8. Aufl., 1969.

- FYLSTRA, D., LASDON, L., WATSON, J., WAREN, A.: Design and Use of the Microsoft Excel Solver. Institute for Operations Research and the Management Science. *Interfaces* 28, 1998, S. 29-55.
- HAUB, H.: Ein praxisorientiertes Verfahren zur Herleitung einer Entschädigung für erzwungenen Baumartenwechsel. *Forst und Holz*, 52, 1997, S. 422-424.
- HÖBARTH, M., LANSCHÜTZER, F. (Hrsg.): Entgelte für Waldflächen in Natura 2000 – Gebieten. 2., überarbeitete Auflage, 2002.
- JOHNSON, K. N., SCHEURMAN, H. L.: Techniques for Prescribing Optimal Timber Harvest and Investment Under Different Objectives – Discussion and Synthesis. *Forest Science Monograph* 18, 1977.
- KERN, W.: Investitionsrechnung. Stuttgart, C.E. Poeschel Verlag, 1974.
- KNOKE, TH., SCHULZ WENDEROTH, Stefanie: Ein Ansatz zur Beschreibung von Wahrscheinlichkeit und Ausmaß der Farbkernbildung bei Buche (*Fagus sylvatica* L.). *Forstw. Cbl.* 120, 2001, S. 154-172.
- KNOKE, TH.: Eine Bewertung von Nutzungsstrategien in Buchenbeständen (*Fagus sylvatica* L.) vor dem Hintergrund des Risikos der Farbkernbildung - eine waldbaulich-forstökonomische Studie. Vom Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München als Habilitationsschrift angenommen, 2002 [a].
- KNOKE, TH.: Value of perfect information on red heartwood formation in beech (*Fagus sylvatica* L.). *Silva Fennica* 36, 2002 [b], S. 841-851.
- KURTH, H.: Forsteinrichtung: Nachhaltige Regelung des Waldes. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1994.
- ROSE, D.: Quantitative Modelle in der strategischen Planung am Beispiel der Forstwirtschaft. Dissertation an der Universität Freiburg, Hochschul Verlag, 1992.
- SPREMANN, K.: Wirtschaft, Investition und Finanzierung. R. Oldenbourg Verlag München, 5. Auflage, 1996
- WAGNER, S.: Privatwaldbewirtschaftung in Natura-2000-Gebieten. *Allgem. Forstz./Der Wald* 55, 2000, S. 1069-1070.

ZELL, J.: Ökonomische Optimierung der Zieldurchmesserernte bei der Buche unter Berücksichtigung des Risikos rotkernbedingter Entwertung – ein Anwendungsbeispiel der Linearen Programmierung. Institut für Forstökonomie der Universität Freiburg, Arbeitsbericht 32-2002, 2002.

ZIMMERMANN, G.: Fallstudien zur Bestimmung des optimalen Investitions- und Finanzierungsprogramms. Akademie, Heft 2, 2001, S. 61-64.

ZIMMERMANN, G.: Investitionsrechnung – Fallorientierte Einführung. München, 2000.