

Ein Entscheidungsunterstützungssystem für die multifunktionale Forstplanung auf Landschaftsebene

A Decision Support System for Multifunctional Forest Management on Landscape Level

Matthias Albert, Jan Hansen

Die Forsteinrichtung verarbeitet Informationen zahlreicher Fachdisziplinen, indem quantitative und qualitative Daten für die betriebliche Forstplanung analysiert und zusammengefasst werden. Der technische Fortschritt begünstigt die Integration von mehr Detailwissen. Die Existenz mehrerer Ziele und möglicher Zielkonflikte sowie das häufige Auftreten von Unsicherheit führen zu einer komplexen Planungsaufgabe. Ihre Lösung ohne angemessene Hilfestellung durch Entscheidungsunterstützungssysteme ist selbst von qualifizierten Entscheidungsträgern kaum noch zu leisten (v. TEUFFEL et al., 2006).

Die Suche nach der besten Lösung des Planungsproblems ist immer an die von den Entscheidern definierten Ziele und deren subjektive Präferenzen gebunden. Multikriterielle Bewertungsmethoden können dazu beitragen, Klarheit über Ziele und entscheidungsrelevante Einflusskriterien

sowie deren Gewichtungen zu bekommen (VACIK et al., 2004). Dieser bewertende Prozess unterstützt den Entscheidungsträger darin, unterschiedliche Handlungsalternativen zu vergleichen, eine Rangfolge der Alternativen zu erstellen und die beste Lösung unter Berücksichtigung von Unsicherheiten auszuwählen.

Dieser Beitrag stellt das Entscheidungsunterstützungssystem bestehend aus dem Prognosemodul WaldPlanner der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (HANSEN, 2006) und einem darauf aufsetzenden multikriteriellen Bewertungsansatz vor. Mit dem Entscheidungsunterstützungssystem WaldPlanner können unterschiedliche Waldbaustrategien für Waldgebiete simuliert und die naturalen, d.h. unbewerteten, Ergebnisse analysiert und verglichen werden. Die Ergebnisse der Simulationen können dann mit multikriteriellen Bewertungsmethoden anhand von Entscheidungskriterien und

deren benutzertypischen Präferenzen weiter verarbeitet werden.

Die Nutzer des Entscheidungsunterstützungssystems WaldPlanner sind sowohl professionelle Praktiker aller Stufen eines Forstbetriebes, als auch Kleinprivatwaldbesitzer, Wissenschaftler und Studenten. Das Leistungsprofil des Entscheidungsunterstützungssystems WaldPlanner mit dem nachgeschalteten multikriteriellen Bewertungsansatz umfasst das Aufzeigen von alternativen Lösungen für die betriebliche, multifunktionale Gesamtplanung im mittelfristigen Forsteinrichtungszeitraum. Dabei spielt das Element der Transparenz und Nachvollziehbarkeit einer Entscheidungsfindung eine zentrale Rolle. In diesem Beitrag veranschaulicht ein Fallbeispiel die Systemelemente Szenariogenerierung, Waldentwicklungsprognose, naturale Ergebnisanalyse und multikriterielle Alternativenbewertung.

Leistungsprofil WaldPlanner

Ziel:

Simulation und Analyse von waldbaulichen Behandlungsalternativen für große Waldgebiete

Komponenten:

- Bestandesgenerator (Einzelbaumebene)
- Einzelbaumwachstumsmodell (Basis: Tree-GrOSS, NAGEL et al., 2006)
- Waldbaul. Behandlungsmodul (vier vordefinierte Szenarien sowie freie Definition)
- Sortimentierungsmodul
- Ergebnisanalyse (Bestandesebene, Szenariovergleich)
- GIS-Komponente

Datenbasis:

Forsteinrichtungsdaten oder Einzelbauminventuren (Stichprobe, Vollaufnahme)

Prognosedauer:

mittelfristig bis ca. 40 Jahre

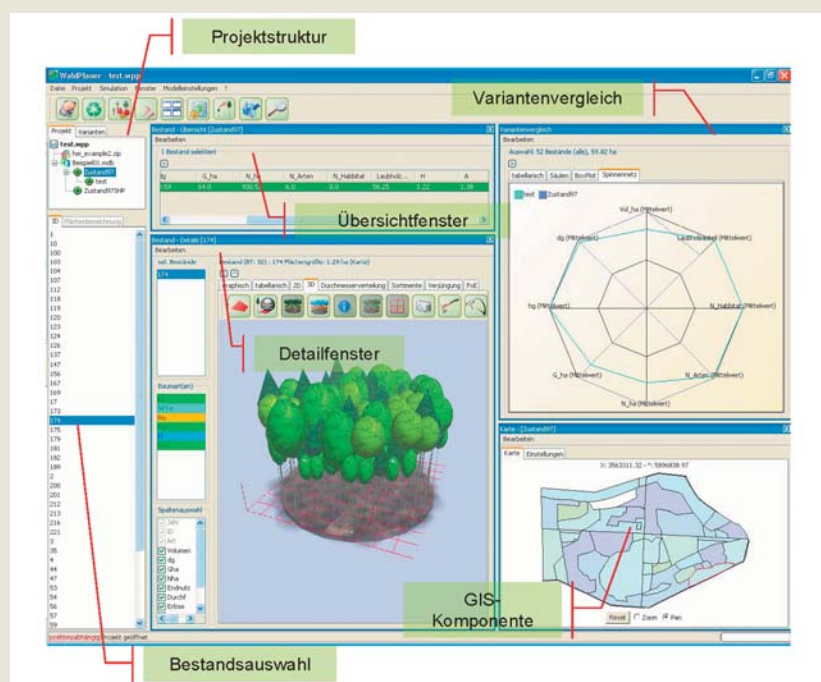


ABBILDUNG 1: Die Programmoberfläche des WaldPlanners.
 FIGURE 1: Screen shot of the WaldPlanner software.

Grafik: Hansen

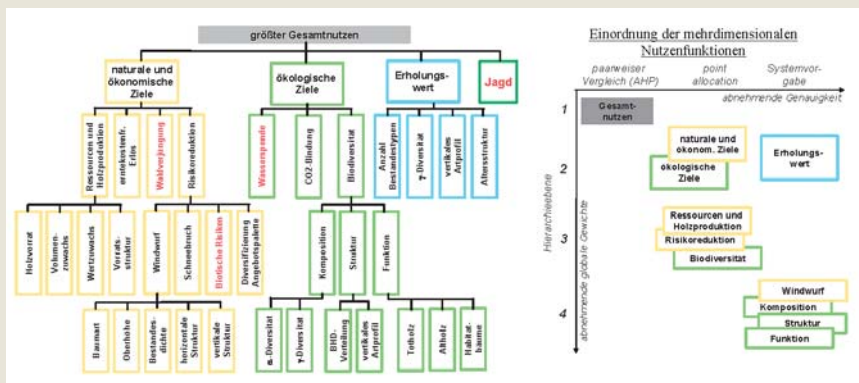


ABBILDUNG 2: Hierarchie der im Programm verfügbaren Indikatoren (schwarz) sowie noch nicht mit Variablen hinterlegten Indikatoren (rot) (links). Einordnung der mehrdimensionalen Nutzenfunktionen bezüglich ihrer hierarchischen Stellung und der drei Gewichtungsmethoden (rechts). **FIGURE 2:** Hierarchy of all available indicators (black) and indicators not associated to a variable yet (red) (left). Placement of multidimensional utility functions according to their hierarchical position and the three weighting methods (right). Grafik: Albert

Leistungsprofil des multikriteriellen Bewertungsansatzes

- Leitlinie:**
größtmögliche Bedienerfreundlichkeit bei gleichzeitig höchster Systemflexibilität
- Ziel:**
Rangreihung waldbaulicher Behandlungsalternativen bzgl. benutzerspezifischer Ziele und Entscheidungskriterien sowie deren Gewichtung

- Kriterienkatalog:**
Datenbasis bildet die an den WaldPlaner angepasste Liste der Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management (MCPFE, 2003)
- MCA-Ansatz:**
- System von additiven Nutzenfunktionen mit global definierten, eindimensionalen Teilnutzenfunktionen auf der untersten Ebene
- Ermittlung der Kriteriengewichte:

- paarweiser Vergleich, Point Allocation Method, (optionale) Systemvorgabe
- Flexibilität:**
Wahl der Entscheidungskriterien, benutzerspezifische Gewichte, Typ und Form der eindimensionalen Nutzenfunktionen
- Bedienerfreundlichkeit:**
Kriterienliste, nach Aufwand gestaffelte Gewichtungsmethoden, globale Definition der eindimensionalen Nutzenfunktionen

WaldPlaner

Das Software-Programm WaldPlaner der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt ist ein Informations- und Prognosesystem, welches zur Simulation und Analyse des Waldwachstums unter unterschiedlichen Waldbaustrategien für große Waldgebiete konzipiert wurde (siehe Kasten Leistungsprofil WaldPlaner). Die Steuerung der Bestandesbehandlungen greift auf ein modulares System zurück, welches Maßnahmenelemente zu Naturschutz, Holzernte, Bestandespflege und Verjüngung bereitstellt (DUDA, 2006). Diese Maßnahmenelemente werden in Abhängigkeit von der jeweiligen Bestandessituation zu einer Maßnahmenkette zusammengeführt und bilden in Verbindung mit baumartenspezifischen Rahmenwerten (Zielstärke, Eingriffsstärken usw.) das waldbauliche Szenario.

Neben der freien Definition von Szenarien decken die vier vordefinierten Szenarien LÖWE, Ertrag, Prozessschutz und PNV einen weiten Bereich waldbaulicher Optionen und forstwirtschaftlicher Ziele ab. Die Ertragsvariante ist auf die gewinnorientierte Holzproduktion ausgerichtet. Die PNV-Variante steuert ein Mischungsverhältnis der Baumarten an, welches der potenziellen natürlichen Vegetation (PNV) entspricht. Die Variante LÖWE (Langfristige Ökologische

Waldentwicklung) richtet sich nach dem gleichnamigen niedersächsischen Waldbauprogramm und beinhaltet neben einer standortgerechten Baumartenwahl u.a. auch Elemente zum Schutz seltener Baumarten und zur Ausweisung von Habitatbäumen. Die Prozessschutzvariante sichert die natürlichen Wachstums- und Sterbeprozesse in Wäldern und stellt das Szenario mit den geringsten anthropogenen Eingriffen dar.

Die Simulationsresultate können hinsichtlich zahlreicher Parameter ausgewertet und verglichen werden (Abbildung 1). Es stehen Informationen zur Produktion (Zuwachs, Nutzung, Sortenstruktur etc.), zur biologischen Diversität (Laubholzanteil, Habitatbäume, Artprofil etc.) und zu sozio-ökonomischen Funktionen (Erntekosten, Abtriebswert etc.) sowie zu forstlichen Ressourcen (Vorrat, Bestandestypen etc.) zur Verfügung. Der Nutzer kann eine erste Abschätzung der Auswirkungen unterschiedlicher Waldbehandlungen auf Basis der unbewerteten Ergebnisse vornehmen.

Multikriterieller Bewertungsansatz

Der multikriterielle Bewertungsansatz (MCA) wird derzeit in einem eigenständigen Software-Programm umgesetzt, das auf die vom WaldPlaner in einer Access-Datenbank abgelegten Rohdaten und Simulationsergebnisse zurückgreift.

Die Leitlinie des multikriteriellen Bewertungsansatzes stellt die größtmögliche Bedienerfreundlichkeit bei gleichzeitig höchster Systemflexibilität in den Vordergrund. Die hinsichtlich des Hintergrundwissens sehr inhomogene Nutzergruppe soll ohne Unterstützung von Experten die Bewertung durchführen können. Es muss sichergestellt sein, dass die benutzertypischen Präferenzen hinsichtlich der Auswahl von Entscheidungskriterien und deren Gewichtung adäquat im Bewertungsansatz widerspiegelt werden. Die Anforderungen an das Bewertungssystem werden in drei Bereichen erfüllt: (a) ein hierarchisch organisierter Katalog an entscheidungsrelevanten Indikatoren, aus dem der Programmnutzer die für seine Fragestellung bedeutsamen Entscheidungskriterien auswählen kann, (b) ein System von mehrdimensionalen, additiven Nutzenfunktionen, auf dessen unterster Ebene die eindimensionalen, global definierten Teilnutzenfunktionen über die Wahl von Funktionstyp und -form durch den Entscheidungsträger beschrieben werden und (c) zwei Methoden zur Ermittlung der nutzerspezifischen Kriteriengewichte sowie teilweise Systemvorgaben für Gewichte. Einen detaillierteren Einblick in Theorie und Methode des für das Entscheidungsunterstützungssystem WaldPlaner vorgeschlagenen multikriteriellen Bewertungsansatzes gibt ALBERT (2007).

Entscheidungsindikatoren

Der Katalog entscheidungsrelevanter Indikatoren orientiert sich an der Liste der Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management (MCPFE, 2003). Dabei müssen die zur Verfügung gestellten Indikatoren anhand der Datenbasis, die der Wald-Planer verwendet, beschreibbar bzw. aus diesen Informationen ableitbar sein. Auf zusätzliche externe Informationen wird bei der multikriteriellen Bewertung verzichtet. Die in Abbildung 2 (links) dargestellte Entscheidungshierarchie gibt einen Überblick der verwendeten Indikatoren. Aus dem Angebot an Indikatoren wählt der Entscheidungsträger die für seine Fragestellung bedeutsamen Entscheidungskriterien aus.

Mehrdimensionale Nutzenfunktionen

Die einzelnen Indikatoren werden basierend auf ihrer hierarchischen Gliederung in mehrdimensionalen Nutzenfunktionen additiv verknüpft (KEENEY u. RAIFFA, 1976; LEXER, 2000).

Die unterste Ebene im System der Nutzenfunktionen wird von eindimensionalen Teilnutzenfunktionen gebildet. Sie transformieren den Variablenwert in einen zwischen 0 und 1 skalierten Nutzenwert. Diese Transformation kann grundsätzlich durch drei Funktionen beschrieben werden, nämlich eine exponentielle, eine lineare oder eine nichtmonotone Beziehung (KEENEY u. SICHERMAN, 1976). Der Entscheidungsträger kann in dem hier vorgestellten Bewertungsansatz den Funktionstyp

anhand der drei Grundtypen wählen. Die exakte Formbestimmung für z. B. einen sigmoiden Nutzenverlauf geschieht über die Festlegung zweier Fixpunkte, den Punkt des höchsten Nutzenzuwachses und den Grenznutzenpunkt (ALBERT, 2007). Dieses Vorgehen nimmt als Kompromiss zugunsten von Aufwandsminimierung und damit Bedienerfreundlichkeit eine etwas geringere Präzision in der Abbildung der Präferenzen des Entscheidungsträgers in Kauf. Ein alternatives Vorgehen wäre eine sehr aufwändige, aber präzise Formbestimmung anhand z.B. paarweiser Vergleiche von Variablenwerten (KANGAS u. PUKKALA, 1996).

Der Wertebereich der mittels eindimensionaler Nutzenfunktion zu transformierenden Variablen lässt sich lokal über Minimum und Maximum der Variablenwerte im Alternativenset oder global anhand der Extremwerte des in der Realität vorkommenden Wertebereichs definieren (LEXER, 2005). Für das vorgestellte Entscheidungsunterstützungssystem wird der globale Ansatz gewählt, da er zwei wesentliche Vorteile bietet. Zum einen erscheint die Angabe von Funktionstyp und -form bei komplexen Indikatoren über den gesamten Wertebereich für Entscheidungsträger ohne detailliertes Hintergrundwissen einfacher (ALBERT, 2007). Der zweite Vorteil global definierter Nutzenfunktionen ist ihre Allgemeingültigkeit. D.h., bei neuen Szenarien oder der Bewertung neuer Waldgebiete muss die globale, eindimensionale Nutzenfunktion nicht neu definiert werden.

TABELLE 1: Ergebnisse der Simulation für ausgewählte Indikatoren.

TABLE 1: Simulation results for selected indicators.

Indikator	Status quo	Ertrag	LÖWE	Prozess
Vorrat [m³/ha]	342	101	393	459
erntek.fr.Erlös [Euro/ha/a]	--	470	268	190
mittleres Alter	73	44	56	60
Laubholzanteil [%]	54,2	80,4	69,6	66,4
Anteil Bu (Fi) [%]	33 (31)	52 (28)	47 (26)	42 (33)
Shannon-Index	0,49	0,49	0,58	0,59
Totholz [m³/ha]	n.a.	10	23	28

TABELLE 2: Schrittweise Ermittlung des Gesamtnutzens der drei Alternativen ((a) = Point Allocation Method, (b) = paarweiser Vergleich, ED = eindimensional, MD = mehrdimensional).

TABLE 2: Stepwise calculation of the overall utility for three alternatives ((a) = Point Allocation Method, (b) = pairwise comparison, ED = unidimensional, MD = multidimensional).

Indikator	Gewicht	Nutzenfkt.	Variable(n)	Ertrag	LÖWE	Prozess
Vorrat	0,2 ^(a)	ED, sigmoid	Vfm/ha	0,051	0,731	0,869
Zuwachs	0,2 ^(a)	ED, linear	Vfm/ha/a	0,511	0,739	0,749
Wertzuwachs	0,4 ^(a)	ED, linear	€/ha/a	0,310	0,504	0,404
Vorratsstruktur	0,2 ^(a)	ED, linear	Vorratsverteilung über Dimension (Ref.: N(0,σ))	0,377	0,718	0,716
R+HP	0,60 ^(a)	MD, additiv	u(V), u(iV), u(iW), u(VStr)	0,312	0,639	0,628
Erlös	0,25 ^(a)	ED, linear	DBI [Euro/ha]	0,639	0,364	0,258
Risikored.	0,15 ^(a)	MD, additiv	u(Wind), u(Schnee)	0,870	0,712	0,692
Nat.+Ökon.	0,65 ^(b)	MD, additiv	u(R+HP), u(Risikored.)	0,481	0,582	0,546
Biodiversität	0,23 ^(b)	MD, additiv	u(Komp.), u(Str), u(Fkt)	0,355	0,529	0,544
Erholungsfkt	0,12 ^(b)	MD, additiv	u(nBT), u(γ-Div), u(A), u(AltStr)	0,665	0,779	0,765
Gesamtnutzen		MD, additiv	u(N+Ö),u(Ökol.) u(Erholfkt.)	0,474	0,594	0,572

Bestimmung der Kriteriengewichte

Bei der Bestimmung der Kriteriengewichte, also der Koeffizienten in den mehrdimensionalen Nutzenfunktionen, wird erneut ein Kompromiss zwischen Präzision bei der Abbildung der Präferenzen des Entscheidungsträgers und geringem Aufwand und Einfachheit der Gewichtsermittlung gesucht. Da der Einfluss der einzelnen Indikatoren auf das Gesamtergebnis der Alternativenbewertung mit abnehmender Stellung der Nutzenfunktion in der Hierarchie sinkt, scheint eine einfachere Gewichtsbestimmung auf den unteren Ebenen gerechtfertigt.

Die Kriteriengewichte können daher, wie in Abbildung 2 (rechts) dargestellt, über den aufwändigen, aber durch genaue Abwägung und Konsistenzprüfung sehr präzisen paarweisen Vergleich (SAATY, 1977) bestimmt werden. Eine Alternative bietet die Festlegung anhand der einfachen und schnellen Point Allocation Method (SCHOEMAKER und WAID, 1982). Für untergeordnete Kriterien bzw. Indikatoren, die in einem komplexen

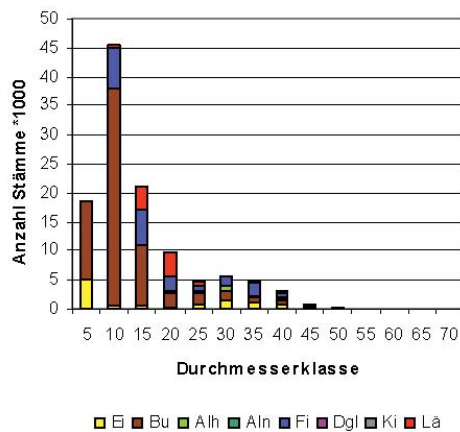
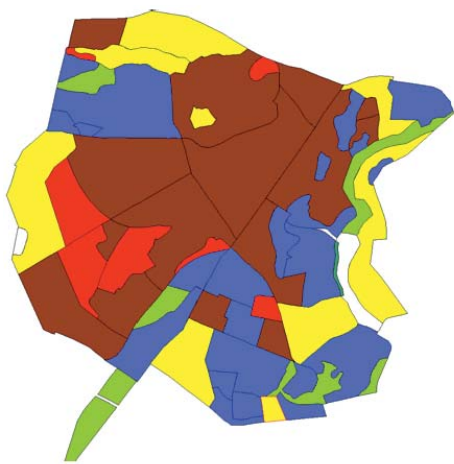


ABBILDUNG 3: Das Untersuchungsgebiet nach Bestandestyp (links) und die Stammzahl nach Durchmesser und Baumartengruppe (rechts). Farbgebung nach niedersächsischem Schlüssel.

FIGURE 3: The investigated forest landscape, classified by stand type (left) and frequency of dimensions by species (right). Colours according to classification by Lower Saxony. Grafik: Hansen

Beziehungsgefüge zueinander stehen und ohne Expertenwissen nur schwer gegeneinander abgewogen werden können (z. B. Nutzenfunktion für Windwurf), werden im System Gewichte vorgegeben. Optional können diese auch vom Entscheidungsträger geändert werden.

Fallbeispiel

Das hier vorgestellte Fallbeispiel behandelt 53 anhand von Forsteinrichtungsdaten generierte Bestände, die eine Gesamtfläche von 126 ha umfassen. Die Bestände befinden sich im Wuchsgebiet südniedersächsisches Bergland und ca. 87 % der Flächen weisen einen frischen Standort mit guter Nährstoffversorgung auf. Die Baumarten Buche und Fichte sind mit Vorratsanteilen von 33 % und 31 % dominierend. Weitere Laubbaumarten sind Eiche mit 17 % und diverse Edellaubhölzer mit 6 %. Die restlichen 13 Prozent werden von Lärche, Douglasie und Kiefer gebildet. Der mittlere Derbholzvorrat liegt bei ca. 340 Vfm/ha. Abbildung 3 zeigt das Untersuchungsgebiet nach Bestandestyp, definiert als Zusammenfassung aller Bestände mit gleicher oder ähnlicher Baumartenzusammensetzung, und eine Verteilung der Stammzahlen nach Durchmesserklasse und Baumartengruppe.

Für die 53 Bestände wurde ein Prognosezeitraum von 30 Jahren simuliert und als Szenarien wurden die vordefinierten Varianten Ertrag, LÖWE und Prozessschutz ausgewählt. Dabei wurden alle 53 Bestände jeweils nach dem gleichen Szenario und gemäß ihrer bestandesspezifischen Maßnahmenkette behandelt. Die naturalen Ergebnisse einiger Indikatoren lassen bereits die Unterschiede zwischen den Varianten erkennen (Tabelle 1).

Die Ertragsvariante besteht durch einen prognostizierten erntekostenfreien Erlös von 470 Euro/ha/a. Der Erlös geht zu Lasten des Derbholzvorrates, der im Mittel nur noch 101 m³/ha beträgt. Für das LÖWE-Szenario ist der leichte Vorratsaufbau bei gleichzeitiger Gewinnorientierung (ca. 270 Euro/ha/a DB I) charakteristisch. Außerdem ist der aktive Umbau zugunsten standortgerechter Baumarten deutlich am steigenden Laubholzanteil und am verringerten Fichtenanteil erkennbar. In der Prozessschutzvariante steigt aufgrund der geringen waldbaulichen Durchforstungs- und Erntemaßnahmen der Vorrat auf im Durchschnitt 459 m³/ha stark an und entsprechend gering ist der Erlös mit 190 Euro/ha/a. Die dichteabhängige Mortalität führt in diesem Szenario zu einer Akkumulation von ca. 28 m³ Totholz pro ha. Die Präferenz einer waldbaulichen Behandlungsvariante hängt nun von der für jeden Entscheidungsträger spezifischen Gewichtung der einzelnen Indikatoren ab. Eine Aggregation der einzelnen Indikatoren mit dem Ziel einer Rangreihung der Alternativen bietet die multikriterielle Analyse.

Der Entscheidungsträger beschränkt die Lösung des Forstplanungsproblems durch die Wahl der simulierten Szenarien. Durch die Wahl einer Teilmenge von Entscheidungskriterien aus der zur Verfügung stehenden Indikatorenliste und deren Gewichtung beeinflusst der Entscheidungsträger ferner die Alternativenbewertung. Die multikriterielle Alternativenbewertung für dieses Fallbeispiel wird von den Autoren durchgeführt. Es werden alle Kriterien bis auf Diversifizierung der Angebotspalette und CO₂-Bindung herangezogen. Die Kriteriengewichtung erfolgt durch die oben erwähnten Methoden paarweiser Vergleich und Point Allocation Method.

Ebenso werden die eindimensionalen Teilnutzenfunktionen spezifiziert. Tabelle 2 zeigt die schrittweise Ermittlung des Gesamtnutzens der drei Alternativen. Die untergeordneten Kriterien der Indikatoren Risikoreduktion, Biodiversität und Erholungsfunktion sind aus Übersichtsgründen nicht einzeln in Tabelle 2 aufgeführt.

Auf der ersten Hierarchieebene (Abbildung 2, rechts) werden die naturalen und ökonomischen Ziele mit einem Gewicht von 0,65 klar gegenüber Biodiversität und Erholungsfunktion präferiert. Der Indikator forstliche Ressourcen und Holzproduktion weist auf der zweiten Hierarchieebene das höchste Gewicht mit 0,60 auf. Das Szenario LÖWE erweist sich gemessen an den herangezogenen Bewertungskriterien und deren Gewichtung im Vergleich mit den beiden Alternativen Ertrag und Prozessschutz als die erfolgversprechendste waldbauliche Variante für das Untersuchungsgebiet. Die Robustheit der Rangreihung muss jedoch durch eine intensive Sensitivitätsanalyse überprüft werden (MEIXNER u. HAAS, 2002). Dabei wird untersucht, inwieweit eine Verschiebung der Kriteriengewichte zu einer Veränderung der Alternativenrangfolge führt.

Kommentare von Programmnutzern

Prof. Dr. Martin Guericke, Fachhochschule Eberswalde

„An der FH Eberswalde wird sowohl der Wachstumssimulator BWinPro 7.0 als auch der „Wald-Planer“ als FDSS in Lehre und Forschung eingesetzt. An praxisnahen Fragestellungen aus Beispielbeständen rund um den Campus lernen die Studenten ihre eigenen Behandlungsstrategien zu modellieren und ökonomische wie ökologische Parameter zu quantifizieren. Die einzelbaum- bzw. bestandesbezogenen Wachstumssimulationen tragen wesentlich zum Verständnis waldbauwirtschaftlicher Zusammenhänge bei. [...]“

Prof. Dr. J. Nagel, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

„Mit dem Programm WaldPlaner können verschiedene waldbauliche Szenarien und ihre Auswirkungen auf den Betrieb untersucht werden. Welches dieser Szenarien den Zielen des Waldbesitzers am nächsten kommt, lässt sich mit Hilfe einer mehrkriteriellen Analyse systematisch feststellen und besser verstehen. Der hier gezeigte Weg ist ein praktikabler Ansatz dem Waldbesitzer zu helfen, objektive Entscheidungen zu treffen.“

Diskussion

Das Entscheidungsunterstützungssystem WaldPlaner wird bereits an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt für mehrere Holzaufkommensprognosen

auf Landes- bzw. Bundesebene und z.B. zur Wasserhaushaltsmodellierung für die Region Harz (AHRENDTS et al., 2006) eingesetzt. Auch in der forstlichen Praxis und in der Lehre wird der WaldPlaner angewandt. Zukünftige Verbesserungen insbesondere in der Schätzung der Verjüngung und der Mortalität werden die Prognosegenauigkeit noch erhöhen. Des Weiteren sollen für eine noch realitätsnähere Szenariosimulation topographische und politische Restriktionen (Hangneigungen, Entfernungen, Flächengrößen, Nutzungseinschränkungen, Erschließung etc.) über eine Erweiterung der GIS-Komponente berücksichtigt werden. Schließlich ist es im Sinne einer noch zielkonformeren Gesamtplanung wichtig, dass bei der Formulierung von Behandlungsalternativen nicht alle Bestände eines Waldgebietes dem gleichen Szenario unterliegen, wie es in dem oben angeführten Beispiel der Fall ist. Vielmehr sind unterschiedliche Szenarien für Teilbereiche des Betriebes noch erfolversprechender und erweitern somit die Anzahl an Handlungsalternativen drastisch. Intelligente Lösungen zur Generierung von Handlungsalternativen sind hierfür nötig (v.GADOW, 2005; HINRICHS, 2006).

Die Notwendigkeit und Vorteile, den WaldPlaner um einen multikriteriellen Bewertungsansatz zu erweitern, sind offensichtlich und in der Anwendung viel versprechend. Auch hier besteht weiterer Entwicklungsbedarf, insbesondere bei der Integration weiterer Indikatoren, einer stetigen Überprüfung der globalen Minimum- und Maximumwerte der eindimensionalen Nutzenfunktionen sowie einer Erweiterung für eine multifunktionale Nachhaltigkeitskontrolle.

Entscheidungsunterstützungssysteme wie der WaldPlaner und der multikriterielle Bewertungsansatz können dem Programmnutzer die Entscheidung für oder gegen ein waldbauliches Bewirtschaftungskonzept nicht abnehmen. Vielmehr liefert das System Informationen, um Klarheit über die Konsequenzen von Zielen und Präferenzen zu erlangen, und durch Analyse der Ergebnisse Argumente, die eine Entscheidungsfindung erleichtern. Ein wesentlicher Vorteil dieses Systems ist die objektive Nachvollziehbarkeit für Außenstehende, wie ein Entscheidungsträger mit seinen subjektiven Einschätzungen (Auswahl der Entscheidungskriterien, Gewichtung etc.) zu einer Entscheidungsfindung gelangt ist.

Literatur

AHRENDTS, B., SUTMÖLLER, J., HENTSCHEL, S., DÖRING, C., MEESENBURG, H., JANSEN, M., BEESE, F., SPELLMANN, H., RÜPING, U. u. MÖHRING, B. (2006): Auswirkungen forstlicher Maßnahmen auf den Wasser- und Stoffhaushalt in bewaldeten Einzugsgebieten: Erste Ergebnisse des WRRL-Pilotprojektes SILVA-QUA, Tagungsband zur Forstwissenschaftlichen Tagung 2006, Dresden/Tharandt.

Zusammenfassung

Entscheidungsunterstützungssysteme können dem Entscheidungsträger bei der immer komplexer und anspruchsvoller werdenden betrieblichen Forstplanung wertvolle Hilfestellung geben. Das Entscheidungsunterstützungssystem WaldPlaner und der darauf aufsetzende multikriterielle Bewertungsansatz haben zum Ziel, waldbauliche Handlungsoptionen für ganze Waldlandschaften aufzuzeigen, Szenariosimulationen durchzuführen und die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten. Elementar ist dabei die wissenschaftlich fundierte Prognose der Waldentwicklung und die Verknüpfung der im System zur Verfügung stehenden Variablen mit den in der Entscheidungsfindung relevanten Indikatoren. Die Leitlinie des multikriteriellen Bewertungsansatzes stellt die größtmögliche Bedienerfreundlichkeit bei gleichzeitig höchster Systemflexibilität in den Vordergrund.

Abstract

Extensive and demanding forest management planning stimulates the demand for decision support systems to assist the decision maker. The DSS WaldPlaner and its accompanying multicriteria analysis tool provide silvicultural management options on a landscape or enterprise level, simulate different scenarios and allow to analyse as well as evaluate the results. Sound predictions of forest development are fundamental for the overall acceptability of the results. The link between the system's variables and indicators used in the decision process is also crucial. The basic principle for the multicriteria analysis tool is maximum user friendliness and simultaneously highest flexibility to reflect the user's preferences.

ALBERT, M. (2007): Von Waldwachstumssimulatoren zur mehrkriteriellen Szenario-beurteilung: ein Ansatz für eine benutzerfreundliche und flexible Bewertung, Jahrestagung der Sektion Ertragskunde des DVFFA 2007 (angenommen).

DUDA, H. (2006): Vergleich forstlicher Managementstrategien, Diss., Universität Göttingen, S. 182.

GADOW, K.v. (2005): Das Mehrpfad-Prinzip der Forsteinrichtung, AFZ-Der Wald 9, S. 469-471.

HANSEN, J. (2006): Der WaldPlaner – ein System zur Entscheidungsunterstützung in einer nachhaltigen Forstwirtschaft, Jahrestagung der Sektion Biometrie des DVFFA 2006.

HINRICHS, L. (2006): Untersuchungen zur Simulation von Behandlungspfaden für Buchen-Fichten-Mischbestände, Diss., Universität Göttingen, S. 123+Anhang.

KANGAS, J. u. PUKKALA, T. (1996): Operationalization of biological diversity as a decision objective in tactical forest planning, Can.J.For.Res. 26, S. 103-111.

KEENEY, R.L. u. RAIFFA, H. (1976): Decisions with Multiple Objectives, John Wiley&Sons, S. 569.

KEENEY, R.L. u. SICHERMAN, A. (1976): Assessing and Analyzing Preferences Concerning Multiple Objectives: An Interactive Computer Program, Behavioral Science, Vol. 21(3), S. 173-182.

LEXER, M.J. (2005): Multikriterielle Entscheidungsmethoden (MCDM), Einsatz für forstliche Fragestellungen, Jahrestagung der AG Forsteinrichtung des DVFFA 2005.

LEXER, M.J. (2000): Ein multi-attributives Nutzenmodell zur Unterstützung der

waldbaulichen Entscheidungsfindung dargestellt am Beispiel sekundärer Fichtenwälder, Forstw.Cbl. 119, S. 377-394.

MCPFE (2003): Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management, MCPFE Liaison Unit Vienna, www.mcpfe.org.

MEIXNER, O. u. HAAS, R. (2002): Computergestützte Entscheidungsfindung, Redline Wirtschaft bei Ueberreuter, S. 262.

NAGEL, J., DUDA, H. u. HANSEN, J. (2006): Forest Simulator BWINPro7, Forst und Holz 61, S. 427-429.

SAATY, T.L. (1977): A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, J. Math. Psychology 15, S. 234-281.

SCHOEMAKER, P.J. u. WAID, C.C. (1982): An experimental comparison of different approaches to determining weights in additive utility models, Manage. Sci. 28, S. 182-196.

TEUFFEL, K.V., HEIN, S., KOTAR, M., PINTO PREUHLER, E., PUUMALAINEN, J., u. WEINFURTER, P. (2006): End User Needs and Requirements, in: HASENAUER, H., Sustainable Forest Management, Growth Models for Europe, S. 19-38.

VACIK, H., LEXER, M.J. u. ENGLISCH, M. (2004): Einsatz des Decision Support Systems DSDv1.1 zur Unterstützung der forstlichen Beratung im Landesforstdienst, Forstarchiv 75, S. 180-189.

DR. MATTHIAS ALBERT

Institut für Waldinventur und Waldwachstum
E-Mail: M.Albert@forst.uni-goettingen.de

MSC. JAN HANSEN

Abteilung Waldwachstum
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt