

Der WaldPlaner – Ein Entscheidungsunterstützungssystem für den Forstbetrieb

Jan Hansen

Waldwachstum (A)
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
Grätzelstr. 2
37079 Göttingen
Jan.Hansen@nw-fva.de

Abstract: Mit der im Rahmen dieses Beitrags vorgestellten Software steht für den nordwestdeutschen Raum ein umfassendes forstliches Entscheidungsunterstützungssystem (DSS – Decision Support System) zur Verfügung. Das DSS basiert auf einem einzelbaumbasierten Wuchsmodell und beinhaltet zusätzliche Module zur Modellierung forstlicher Eingriffe, von Sortierungen und der Totholzdynamik sowie verschiedener Risikokomponenten (z.B. Sturm, Waldmäikäfer, Grundwasserabsenkung). Somit ist es möglich, großflächig waldbauliche Szenarien zu simulieren und mehrkriteriell zu bewerten. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil ist das Optimierungsmodul, welches auf Basis metaheuristischer Verfahren Handlungsempfehlungen direkt generieren kann. Sowohl die Simulation als auch das verwendete Optimierungsverfahren wurden hochgradig parallelisiert, so dass das Leistungspotenzial von Mehrkern- bzw. Multiprozessorarchitekturen voll ausgenutzt werden kann. Dies führt zu kürzeren Rechenzeiten und somit zu einer höheren Nutzerfreundlichkeit. Das System wird über zwei verschiedene Frontend-Konzepte dem Anwender zugänglich gemacht: Der „WaldPlaner 2.0“ ist einzelplatzbasiert und auf den Einsatz im Bereich der mittelfristigen strategischen Planung und wissenschaftlicher Studien ausgerichtet. Der „WebBetriebsPlaner“ hingegen ist für die Unterstützung des operationalen Betriebsablaufs ausgelegt. Die Client-Server-Konzeption macht das System besonders flexibel einsetzbar sowie wartungs- und anwenderfreundlich.

1. Hintergrund

Aufgrund der Dynamik natürlicher und anthropogen geschaffener Rahmenbedingungen sowie den steigenden Anforderungen an die Funktionen des Waldes in Deutschland, ist die Planung waldbaulicher Maßnahmen eine zunehmend komplexe Aufgabe. Hinzu kommt, dass vor demselben Hintergrund klassische Planungswerkzeuge wie die Ertragstafeln an Gültigkeit verlieren [Ga06].

Aus diesem Informations- und Instrumentendefizit ergab sich bereits in den 1990er Jahren der Bedarf einer Neuausrichtung der klassischen Forstplanung [Fr87, Ga91]. Stehen

zusätzliche Informationen und bessere Planungswerkzeuge zur Verfügung, können entsprechend qualitativ hochwertigere Entscheidungen getroffen werden. Als Planungswerkzeuge kommen immer häufiger mischbestandsfähige Waldwachstumssimulatoren zum Einsatz. Diese Simulatoren sind in der Regel als reines Funktionspaket oder lediglich als Einzelbestandssimulatoren verfügbar. Ein Defizit der Anwendungen besteht auch darin, dass nicht alle entscheidungsrelevanten Parameter berücksichtigt werden [Te06]. Folglich resultiert ein Handlungsbedarf für die Entwicklung und Verbesserung entscheidungsorientierter, modellbasierter Entscheidungsunterstützungssysteme.

2. Das Decision Support System (DSS) „WaldPlaner“

Ziel bei der Entwicklung der hier vorgestellten Softwarelösung war es, ein für den nordwestdeutschen Raum gültiges, praktikables Entscheidungsunterstützungssystem (DSS) zu erstellen, das bei der kurz- und mittelfristigen waldbaulichen Planung für einen Forstbetrieb eingesetzt werden kann und alle wesentlichen Bestandteile (GIS, Datenbank, Simulation von Wachstum und Eingriffen, Optimierung verschiedener waldbaulicher Fragestellungen) in einem benutzerfreundlichen System zusammenfasst. Da das System autark lauffähig sein soll, wurden alle Komponenten in Java implementiert und zu einem Funktionspaket zusammengefasst. Bis auf die Datenbank wird keine zusätzliche Software vorausgesetzt. Es werden alle gängigen Datenbanksysteme unterstützt (PostgreSQL, MySQL, Oracle, Access).

2.1 Leistungsumfang

Die Anbindung an vorhandene Inventurdaten (klassische Forsteinrichtung, Stichprobeninventur) ist im „WaldPlaner“ über eine Plugin-Lösung realisiert. So kann das System an verschiedene Datenstrukturen und Datenbanksysteme angepasst werden. Nach der Anbindung an die gewünschte Datengrundlage kann der „WaldPlaner“ den Anwender auf drei Ebenen bei seinen Planungsaufgaben unterstützen. Auf der ersten Stufe werden entscheidungsrelevante Parameter zu den verschiedenen Waldfunktionen auf Basis von Inventur- oder Einrichtungsdaten generiert (Status quo). Somit kann der durch Inventuren erfasste Waldzustand bewertet und als Planungsgrundlage herangezogen werden. Die zweite Stufe bietet die Möglichkeit waldbauliche Szenarien zu definieren, ausgehend vom Status quo zu simulieren und anschließend zu vergleichen. Dies befähigt den Anwender, die Auswirkungen verschiedener Handlungsoptionen abzuschätzen und zu bewerten. Im Rahmen der dritten Stufe generiert das System unter Beachtung nutzerspezifischer Zielvorgaben optimale Handlungsoptionen zu folgenden drei waldbaulichen Fragestellungen: (1) Optimale Bestandauswahl zur Bereitstellung definierter Sortimente, (2) Optimierung der Nutzung und Pflege für einen klassischen 10jährigen Einrichtungsturnus und (3) Optimale Auswahl von Naturschutzflächen.

Sowohl für den Status quo als auch für die simulierten Szenarien werden entscheidungsrelevante Indikatoren berechnet. Die Auswahl der Indikatoren richtet sich nach der Liste der „Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management“ [Mc03] (Vorrat, dynamischer Totholzvorrat, Nutzungsmassen, Habitatbaumanzahl, Abtriebswert, Holzerlös, vertikale Bestandesstruktur, Betriebstypendurchmischung,

lös, vertikale Bestandesstruktur, Betriebstypendurchmischung, Pflege- und Endnutzungsdringlichkeit etc).

2.2 Softwarekonzept

Das Konzept des WaldPlaners orientiert sich an dem generellen Aufbau von Entscheidungsunterstützungssystemen. Ein DSS besteht aus den drei Komponenten Dialogmanagement, Datenbankmanagement sowie Modell-, Methoden- und Ergebnismanagement [SC82]. Da für den Variantenvergleich und die Optimierung die Entwicklung einzelner Bestände simuliert werden muss, werden ein Wachstumsmodell, ein Maßnahmenmodell, ein System zur multikriteriellen Bewertung und ein geeignetes Optimierungsverfahren miteinander gekoppelt. Die einzelnen Modelle werden vom Modellmanagement gesteuert und die Ergebnisse durch das Ergebnismanagement in Form von Tabellen, Grafiken und Karten aufbereitet. Den Kern des Simulationsmoduls bildet das statistische, einzelbaumorientierte Modell BWinPro [Na09]. Ergänzt wird das Wachstumsmodell mit dem auf der Reihung verschiedener Maßnahmenelemente (Pflanzung, Durchforstung, Endnutzung, Habitatbaumauswahl etc.) beruhenden Eingriffsmodell von Duda [Du06], einem Totholzmodell nach Meyer [Me09], dem Sturmschadensmodell nach Schmidt [Sc10] sowie einem Verfahren zur Bewertung der Pflegedringlichkeit von Beständen.

Um die Simulation waldbaulicher Szenarien zu beschleunigen, wurde ein Schwerpunkt bei der Implementierung auf die Parallelisierung des Simulationssystems gelegt. Das entwickelte System ist in der Lage bei gegebener Hardwareausstattung (Mehrkern-CPU, Multiprozessorsystem) die Prognose der Bestandesentwicklung aufgeteilt zu berechnen und somit insgesamt wesentlich schneller durchzuführen. Zur Minimierung der Rechenzeit trägt auch das Datenbankmanagementsystem bei, welches erstellte Tabellen für einen schnelleren Zugriff automatisch indiziert und die Schreibvorgänge in einem Batch-Vorgang kapselt, so dass der Metadatenanteil beim Datentransfer minimiert wird.

Ein weiterer Schwerpunkt des vorgestellten DSS liegt auf dem Optimierungssystem. Dieses beruht auf der simulationsbasierten Optimierung (SBO). Dazu werden die integrierten Modelle (Wachstum, Maßnahmen, Totholz) mit einem Optimierungsverfahren kombiniert. Als Optimierungsverfahren kommt ein parallel arbeitendes Derivat des Simulated-Annealing zum Einsatz. Durch die spezielle Parallelisierungsstrategie können sowohl die Lösungsgeschwindigkeit als auch die Lösungsgüte verbessert werden. Im Vergleich mit Standardverfahren wie Simulated Annealing, Tabu Search oder den Genetischen Algorithmen werden qualitativ bessere Lösungen nach deutlich kürzerer Rechenzeit erzielt. Erreicht wird dies dadurch, dass der Suchraum mit unterschiedlichen Strategien zur Intensivierung bzw. Diversifikation parallel durchsucht wird.

Das Dialogmanagement (die Nutzeroberfläche) ist bei der Implementierung des vorgestellten Systems strikt von den Funktionsbibliotheken getrennt. Das vorgestellte DSS wurde mit zwei verschiedenen Frontendkonzepten ausgestattet. Zum einen wurde ein einzelplatzbasiertes Programm erstellt („WaldPlaner 2.0“), das auf den Einsatz im Bereich der mittelfristigen strategischen Planung und wissenschaftlicher Studien ausgerichtet ist. Die zweite Frontendrealisierung stellt ein Client-Server-System auf Basis eines

Tomcat-Servers dar („WebBetriebsPlaner“). Der „WebBetriebsPlaner“ ist für die Unterstützung des operationalen Betriebsablaufs ausgelegt.

3. Fazit

Mit dem „WaldPlaner 2.0“ bzw. dem „WebBetriebsPlaner“ stehen zwei Programme zur Verfügung, die alle wesentlichen Komponenten eines waldbaulichen Entscheidungsunterstützungssystems in einer Anwendung vereinigen. So steht dem Anwender unter einer einheitlichen Oberfläche die gesamte Funktionalität des DSS zur Verfügung und die Einbeziehung zusätzlicher z. T. kostenpflichtiger Softwarelösungen (z. B. externes GIS) entfällt. Durch die implementierten Parallelisierungsstrategien ergeben sich kurze Rechenzeiten. Beide Aspekte tragen zur Anwenderfreundlichkeit und Praktikabilität bei. Die Programme sind unter der GPL-Lizenz kostenlos verfügbar und somit vor allem für kleine und mittelständische Forstbetriebe von Interesse.

Literaturverzeichnis

- [Du06] Duda, H.: Vergleich forstlicher Managementstrategien. Dissertation Universität Göttingen, 2006.
- [Fr87] Franz, F.: Zum Aufbau eines neuzeitlichen Informationssystems für die Forstwirtschaft. Forstarchiv, 58. Jg., 1987, S. 131-137.
- [Ga91] Gadow, K., v.: Integration von Einzel- und Gesamtnutzungsplanung in der Forsteinrichtung. AFJZ 162 (4), 1991, S. 72-75.
- [Ga06] Gadow, K. v.: Forsteinrichtung. Adaptive Steuerung und Mehrpfadprinzip. Universitätsverlag Göttingen, 2006.
- [Mc09] MCPFE: Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management, MCPEF Liaison Unit Vienna, <http://www.mcpfe.org>, 18.05.2009.
- [Me09] Meyer, P et al.: Entwicklung eines Managementmoduls für Totholz im Forstbetrieb. Abschlussbericht DBU, 2009.
- [Na09] Nagel, J.: Waldwachstumssimulation mit dem Softwarepaket TreeGrOSS – Neuerungen, Erweiterungsmöglichkeiten und Qualitätsmanagement. In: Römisch, K. et al. (Hrsg.): Tagungsband der gemeinsamen Jahrestagung der Sektion Forstliche Biometrie und Informatik im DVFFA (20. Tagung) und der AG Ökologie u. Umwelt in der Intern. Biometr. Gesell., 22.-24.09.2008 in Freiburg. Die Grüne Reihe, 2009, S. 174-178.
- [Sc10] Schmidt, M. et al.: An inventory-based approach for modeling single tree storm damage - experiences with the winter storm 1999 in southwestern Germany. Canadian Journal of Forest Research, NRC Research Press, Canada, Volume 40, 8, 2010, S. 1636-1652.
- [SC82] Sprague, R. H., Jr.; Carlson, E. D.: Building Effective Decision Support Systems, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1982.
- [Te06] Teufel, K. et al.: End User Needs and Requirements. Sustainable Forest Management, Springer Berlin/Heidelberg, 2006, S. 19-38.