S I M U L A T I O N I N D E R W A L D B E W E R T U N G

von P Bartelheimer
Universität München

Für eine Vielzahl wirtschaftlicher Kalkulationen, insbesondere bei Waldbewertungen und für langfristige ökonomische Planungen in der Forstwirtschaft ist eine Bewertung von Beständen auf der Grundlage von Wachstumsmodellen und biometrischen Funktionen erforderlich. Allein durch die Aufnahme des Istzustandes eines Bestandes oder die Rekonstruktion seiner bisherigen Entwicklung lassen sich nur ausnahmsweise bei entsprechender Fragestellung Bestandsbewertungen durchführen. Weit häufiger sind Fälle, in denen auch die künftige Entwicklung zu berücksichtigen ist; der Wuchsverlauf muß prognostiziert und in einem Modell des Bestandes simuliert werden. Wichtigste Grundlage dafür sind in der Praxis der Waldbewertung Ertragstafeln als biometrische Modelle normaler, standardisierter Bestandsentwicklungen. Allerdings repräsentieren Ertragstafeln niemals genau die wirklichen Verhältnisse eines zu bewertenden Einzelbestandes und sie liefern in ihrer gebräuchlichen und für den Benutzer verfügbaren Form auch keineswegs alle für die Bewertung benötigten Daten.

Ein Bewertungsmodell zur Ertragstafel

Im Rahmen von Untersuchungen zur Vereinfachung und Vereinheitlichung der Bewertung von Schältschäden wurde ein computergestütztes Rechenmodell entwickelt, mit dem die Sortenzusammensetzung der Derbholzmassen des Vorrats und der Durchforstungen im Laufe des Bestandslebens kalkuliert wird. Sorten- und Sortenertragstafeln, die für unbeschädigte Bäume erstellt sind, können nicht verwendet werden, wenn im Erdstammbereich Schadholzstücke unterschiedlicher Länge anfallen. Das Modell geht von Ertragstafeldaten aus, die jedoch nur wenige Struktur-

merkmale zur Kennzeichnung der Bestandsentwicklung im Zeitablauf von der Begründung bis zur Endnutzung liefern. Dies sind Stammzahlen und Derbholzmassen sowie Höhe und BHD des Mittelstammes. Ohne auf die verwendeten Funktionen einzugehen, die alle der Literatur entnommen sind, soll gezeigt werden, welche grundsätzlichen Schwierigkeiten bestehen, wenn allein auf der Grundlage der Ertragstafeldata eine Bewertung von Beständen und Nutzungen erfolgen soll

Zur Bewertung des verbleibenden Bestandes sowie der Durchforstungsanfänge in den verschiedenen Altersstufen ist eine Aufgliederung der Massen auf die voraussichtlich anfallenden Sorten für das Derbholz ohne Rinde abzüglich Ernteverlust vorzunehmen. Die Sortierung der Ertragstafelmassen erfolgt im Modell in einem mehrstufigen Rechenprozeß. Die Massen werden zuerst auf Teilkollektive aufgegliedert und dann in ihren Stammformen simuliert. Da die verwendeten biometrischen Funktionen aus Veröffentlichungen verschiedener Autoren entnommen wurden muß in Kauf genommen werden, daß die einzelnen Funktionen, mit denen eine Aufteilung der Massen auf Durchmesserstufen, die Darstellung der Stammformen, der Rindenstärken und des Ernteverlustes erfolgt, nicht aus einem einheitlichen Versuchsmaterial abgeleitet sind und auch keine Übereinstimmung der jeweiligen Versuchsflächen mit denen der Ertragstafeln besteht.

Eine gewisse Abweichung der durch eine rechnerische Sortierung von Modellbeständen im Simulationsmodell ermittelten Sortenanfälle von den Aushaltungsergebnissen ähnlicher und grundsätzlich vergleichbarer realer Bestände, die eingeschlagen werden, ist unvermeidlich. Die Abweichungen ließen sich jedoch vermindern, wenn für die gebräuchlichen Ertragstafeln umfassenderes Datenmaterial verfügbar wäre zur Durchmesser- verteilung und zu den biometrischen Kennwerten der Bäume, zum Rindenanteil und Ernteverlust bei marktüblicher Aufarbeitung. Der modulare Modellaufbau ermöglicht es, in konkreten Bewertungsfällen besser geeignete Funktionen für einzelne Bestände als Rechengrößen einzusetzen.

Rinde und Ernteverlust

Bei Waldbewertungen ist es üblich, die in Vfm. m.R. angegebenen Ertragstafelmassen über baumartenspezifische Umrechnungsfaktoren auf Efm o.R. zu reduzieren. In einigen Ertragstafeln sind auch die so reduzierten Massen ausgedruckt. Da über die Rindenstärken und die Ernte-

verluste hinsichtlich ihrer quantitativen Verteilung auf das Derbholz in verschiedenen Bereichen der Bäume keine geeigneten Informationen verfügbar waren, werden die Massen mit den in den Hilfstafeln für die Forsteinrichtung der Bayer. Staatsforstverwaltung angegebenen globalen baumartenspezifischen Umrechnungsfaktoren von Vfm m.R. auf Efm o.R. reduziert. Darin ist der Ernteverlust bei allen Baumarten mit jeweils 10 % angenommen. Nur der Rindenanteil ist baumartenspezifisch, jedoch nicht nach BHD oder Alter der Bäume differenziert.

Stratifizierung nach BHD-Klassen

Um die Massen des verbleibenden und des ausscheidenden Bestandes sortieren zu können, müssen sie in Teilkollektive vergleichbarer Dimensionen stratifiziert werden. Für eine solche Gruppierung geben die Ertragstafeln keine Anhaltspunkte außer dem BHD und der Höhe des Mittelstammes. Eine Aufteilung des Vorrats der Bestände und der Vornutzungen auf BHD-Klassen wird aufgrund der von PRODAN angegebenen Verteilungen vorgenommen, die die Massen in Klassenbreiten von 2 cm um den BHD des Mittelstammes gruppieren. Dabei wurden die aus dem Material der Preussischen Versuchsflächen gewonnenen Verteilungsreihen verwendet.

Baumhöhen in den BHD-Klassen

Für alle entsprechend den Verteilungsreihen mit Massen belegten Durchmesserstufen ist im folgenden Rechenschritt die durchschnittliche Höhe der Bäume zu bestimmen. Im Modell erfolgt die Berechnung ausgehend vom BHD und der Höhe des Kreisflächenmittelstammes mit den von WEIMANN angegebenen Höhenfunktionen. Für die Simulation der Stammform werden ebenfalls von WEIMANN publizierte Funktionen verwendet. Zu jedem aus dem Ertragstafelkollektiv nach BHD und Höhe definierten Baum werden damit in Abhängigkeit von diesen Kennwerten der Durchmesser in 10% der Baumhöhe und daraus wiederum Durchmesser für beliebige vorgegebene Höhen berechnet.

Rindenstärken im Stammverlauf

Die Einteilung der Stämme in marktübliche Sorten erfolgt auf der Basis ohne Rinde zu messender Durchmesser. Für den Rindenabzug von der Gesamtmasse der Ertragstafeln konnten nur pauschale baumartenspezifische Reduktionsfaktoren verwendet werden. Dieses Vorgehen erscheint für

die Sortenermittlung im Einzelstamm jedoch als zu grob. Da in der Literatur keine geeigneten Rindenstärkenfunktionen in Abhängigkeit von den bereits definierten Größen (Baumhöhe sowie Durchmesser beliebiger relativer Höhen) gefunden werden konnten, wurde aufgrund der Veröffentlichungen von ALTHERR et al., die die Rindenstärken an aufgearbeiteten Stammholzsorten in Baden-Württemberg differenziert nach Erd-, Mittel- und Gipfelstammstücken untersucht haben, eine Hilfslösung für die Definition der Rindenstärkenentwicklung über der relativen Baumhöhe entwickelt.

Bis zu 10% der Baumhöhe werden die Rindenstärken von Erdstammstücken unterstellt, im Bereich von 10 bis 30 % der Höhe erfolgt ein gleitender linearer Übergang von den Rindenstärken des Erdstammstückes zu denen des Mittelstückes, für den Bereich von 30 - 50 % der Baumhöhe wird zwischen den Rindenstärken des Mittelstückes und des Gipfelstückes linear interpoliert. Im Stammteil ab 50 % der Baumhöhe wird dann durchgehend die Rindenstärke von Gipfelstammstücken unterstellt.

Sortengliederung des Derbholzes

Die in ihrer Schaftform in der beschriebenen Weise definierten Bäume des Ertragstafelkollektivs werden anschließend im Modell entsprechend den Aushaltungskriterien der Handelsklassensortierung und gesondert anzugebenden marktüblichen Höchst- und Mindestlängen sowie spezifischen Dimensionsanforderungen des Mittendurchmessers und Zopfdurchmessers der Stammholzstücke in die Sorten zerlegt. Die Aushaltungskriterien werden als Daten in das Rechenmodell eingegeben, sie sind für jede Kalkulation entsprechend der gewünschten Sortierung zu definieren.

Das Volumen des Industrieholzes kann nicht durch Kubizierung sondern nur indirekt ermittelt werden und auch die Stammholzmasse wird im Modell nicht durch Kubizierung sondern als Anteil am Schaftholz bis zur jeweiligen Höhe des Zopfes errechnet. Aufgrund der von WEIMANN angegebenen Beziehungen von Schaftholz zu Derbholz der Baumarten in Abhängigkeit vom BHD und der Höhe der Bäume erfolgt dann die Berechnung des Volumens des Industrieholzes als Differenz zwischen Gesamtderbholz und ausgehaltenem Stammholz.

Eine mit den Anteilen der BHD-Stufen an der Gesamtmasse gewichtete Summierung der Sorten führt zur Sortengliederung der Ertragstafelmas-

sen. Wenn die Sortenverteilung in dieser Form abgeschlossen ist, folgen die Bewertung der Sorten mit Preisen und die Berechnung der Erntekosten. Die resultierenden erntekostenfreien Erlöse bilden die Grundlage der Bestandsbewertung. Schälschäden, zu deren Bewertung das Modell entwickelt wurde, werden als Differenz der erntekostenfreien Erlöse in geschälten und ungeschälten Beständen berechnet und nach den Prinzipien der dynamischen Investitionsrechnung auf den Bewertungszeitpunkt diskontiert.

Modellverbesserungen

Das Modell hat in seinem biometrischen Teil die Aufgabe, für Derbholzmassen, die in Ertragstafeln nur durch BHD und Höhe des Mittelstammes gekennzeichnet sind, den Aushaltungskriterien entsprechende Sortenanteile zu liefern. Aus der Beschreibung der Rechenschritte wird deutlich, daß in diese Kalkulation verschiedene Annahmen eingehen, die als mehr oder weniger realitätskonforme Vorgaben anzusehen sind. Obwohl es grundsätzlich nicht möglich sein kann, jede Entwicklung von Einzelbeständen, die sich unter differenzierten und individuellen natürlichen Bedingungen in der realen Natur entwickeln, in einem Modell ganz identisch zu prognostizieren, bestehen doch Möglichkeiten für eine schrittweise Verbesserung des Rechenmodells.

Der gravierendste Mangel liegt wohl in den zu geringen Informationen über die Rindenstärken und in der unzureichenden Quantifizierung und Zuordnung des Ernteverlustes an Derbholz in unterschiedlichen Bereichen der Bäume. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist eine Erweiterung der Informationen der Ertragstafeln außerordentlich wünschenswert, um eine genauere Bewertung der darin ausgewiesenen Derbholzmassen vornehmen zu können. Vordringlich ist es, eine Massenverteilung auf BHD-Klassen mit den zugehörigen Mittelhöhen zu erhalten. Erstrebenswert wären dann auch Informationen über Stammformverteilungen von Bäumen mit gleichem BHD und identischer Höhe in den Versuchsbeständen, aus denen das Ertragstafelmaterial gewonnen wurde sowie Höhenverteilungen für die Bäume der BHD-Klassen.

Besonderes Gewicht kommt der Ableitung biometrischer Funktionen zu, die für Rechenmodelle der beschriebenen Art benötigt werden und an den Wuchsverlauf der Bestände bestimmter Ertragstafeln angepaßt sind. Diese Funktionen sollten für das Versuchsmaterial der Ertragstafelbe-

stände auch dann entwickelt werden, wenn eine den gewohnten Anforderungen entsprechende statistische Sicherung nicht möglich ist. Für ökonomische Kalkulationen ist der absolute Genauigkeitsanspruch an die einzelnen Funktionen auch keineswegs übermäßig hoch, da die Struktur und Wuchsentwicklung der in der Realität zu bewertenden Bestände sowie von derjenigen der Modellbestände, auf denen die Kalkulation basiert, abweichen wird. Ungenauigkeiten der Ergebnisse der Modellrechnung, die sich daraus ergeben, daß für einzelne Rechengänge auf Funktionen zurückgegriffen werden muß, die ganz unterschiedlichen Versuchsflächen entstammen, können aber wesentlich vermindert werden, wenn die Funktionen spezifisch für die benutzten Ertragstabeln verfügbar sind.

Von großem Nutzen wären auch Sortierungsergebnisse für die Ertragstafelbestände, die sich bei der Nutzung der Versuchsbestände und praxisentsprechender Aushaltung ergeben. Es ist nicht zu erwarten, daß durch eine rein rechnerische Sortierung der Bestände im Modell aufgrund biometrischer Funktionen der Schaftformen, selbst wenn diese der Bestandscharakteristik gut angepaßt sind, ein genau zutreffendes Abbild der tatsächlichen Sortierungsergebnisse realer Bestände erhalten werden kann. Aufgrund der Ergebnisse der tatsächlichen Sortierung nach dem Einschlag könnten im Laufe der Zeit, falls signifikante Unterschiede erkennbar sind, Korrekturansätze für die rein rechnerische Sortierung gefunden werden.

Zusammenfassung

Die Grundzüge und wesentlichen Kalkulationsschritte eines computergestützten Rechenmodells werden vorgestellt, mit dem, ausgehend von den Bestandsdaten der Ertragstabeln, die Sortengliederung des Vorrats und der Nutzungen im Verlauf des Bestandslebens simuliert wird. Die nach Sorten aufgegliederte Masse wird mit Preisen und Erntekosten bewertet. Die erntekostenfreien Erlöse bilden die Grundlage für ökonomische Kalkulationen, insbesondere im Bereich der Waldbewertung. Es wird gezeigt, daß aufgrund der verfügbaren biometrischen Informationen bei der Sortierung noch nicht die bestmögliche Genauigkeit erreicht wird und wo Ansatzpunkte zur Verbesserung der für diesen Zweck erforderlichen Datenbasis bestehen.

Summary

The description of a computer program, developed as an aid for forest valuation on the base of yield-tables and biometric functions is followed by suggestions for an extension of data, needed for economic calculations. A more precise description of the stands, that are represented by the yield-tables, should be available for the user. It is very important to know the distribution of trees by classes of diameter, the volumes lost with harvesting and the volume of bark in different parts of the trees. It should be studied, too, which differences occur between the theoretical sorting of stands by biometric functions in the modeland the results obtained in reality when the timber is sorted after cutting.

Literatur

- Altherr, E., Unfried, P., Hradetzky, J. und Hradetzky, V., 1974, 1975, 1978: Statistische Rindenbeziehungen als Hilfsmittel zur Ausformung und Aufmessung unentrindeten Stammholzes. Mitteilungen der FVFA Freiburg i.Brg., H. 61, 68, 90.
- Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Hilfstabellen für die Forsteinrichtung. München 1966
- Prodan, M., 1963: Die Verteilung des Vorrates gleichaltriger Hochwaldbestände auf Durchmesserstufen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, H. 4., S. 93-106.
- Weimann, H.J., 1980: Berechnung von Langholzmengen und -stärken für Eichen-, Buchen-, Fichten- und Kiefernbestände. Forstarchiv, H. 1, S. 5-10.

Anschrift des Verfassers: Dr.P.Bartelheimer, Privatdozent am Lehrstuhl für Forstpolitik und forstliche Betriebswirtschaftslehre, Amalienstr.52, D 8000 München 40

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [147_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Bartelheimer P.

Artikel/Article: [Simulation in der Waldbewertung 17-23](#)