

Modellgestützte Abschätzung der Buchenrotkernbildung

Der Rotkern von Buchenstammholz ist für dessen Vermarktung nachteilig. Daher hat man sich an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt mit der Modellierung der Auftretenswahrscheinlichkeit des Rotkerns bei Buche umfassend beschäftigt. Auf Basis dieser Arbeit wird dem Waldbesitzer bzw. örtlichen Bewirtschafter unter www.nw-fva.de/rotkerntafel ein einfaches, webbasiertes Werkzeug zur Abschätzung der Buchenrotkernwahrscheinlichkeit im hessischen und niedersächsischen Bergland angeboten.

René Würdehoff, Robert Nuske,
Matthias Schmidt

Die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) ist sowohl vom Einschlagsvolumen [1] als auch von der Waldfläche her die mit Abstand wichtigste Laubbaumart Deutschlands [2]. Als Produktionsziel wird oft starkes, wertholzhaltiges Stammholz angestrebt. Einer optimalen Ausnutzung des spät kulminierenden und auf vielen Standorten hohen durchschnittlichen Zuwachses dieser Baumart [3] steht jedoch häufig die Entwertung durch eine Verkernung entgegen [4, 5, 6]. Immer wieder initiierte Werbekampagnen (siehe beispielsweise Wagemann [7]) haben – mit Ausnahmen bei geringfügigen Sonderverkäufen – nichts an den deutlichen Preisabschlägen für rotkerniges, ansonsten aber hochwertiges Buchenstammholz geändert.

Die besondere Bedeutung des Buchenrotkerns, der häufig zu mehr als 50 % das für eine Abwertung ausschlaggebende Kriterium ist [8], wurde in der Handelsklassensortierung für Rohholz [9] ebenso berücksichtigt wie in der Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel [10] und in der Gütesortierung nach der DIN EN 1316-1 durch die Ausweisung von Unterklassen [11]. Andere Kerntypen wie der Spritzkern werden noch negativer beurteilt, weil hier eine besonders starke Ver-

Quelle: NW-FVA

Abb. 1: Eingabemaske mit Auswahllisten des Entscheidungsstützungssystems zur modellgestützten Schätzung der Wahrscheinlichkeit des Buchenrotkerns und einer ökonomischen Abschätzung

thyllung der Gefäße [5] oder sogar beginnende Holzerersetzung [12] auftritt.

Eine Vorhersage der Rotkernausprägung am stehenden Stamm ist nicht möglich. Daher ist eine statistische Beschreibung des Auftretens und Ausmaßes der unterschiedlichen möglichen Kerntypen in Abhängigkeit von Einzelbaum-, Bestandes- und Standortvariablen von besonderem wirtschaftlichen Interesse. Erkenntnisse über Zusammenhänge mit wichtigen Einflussfaktoren

können dafür genutzt werden, optimale Produktionszeiträume und Zielstärken auf unterschiedlichen Standorten für die Rotbuche zu bestimmen.

Eingangsgroßen im Entscheidungsstützungssystem

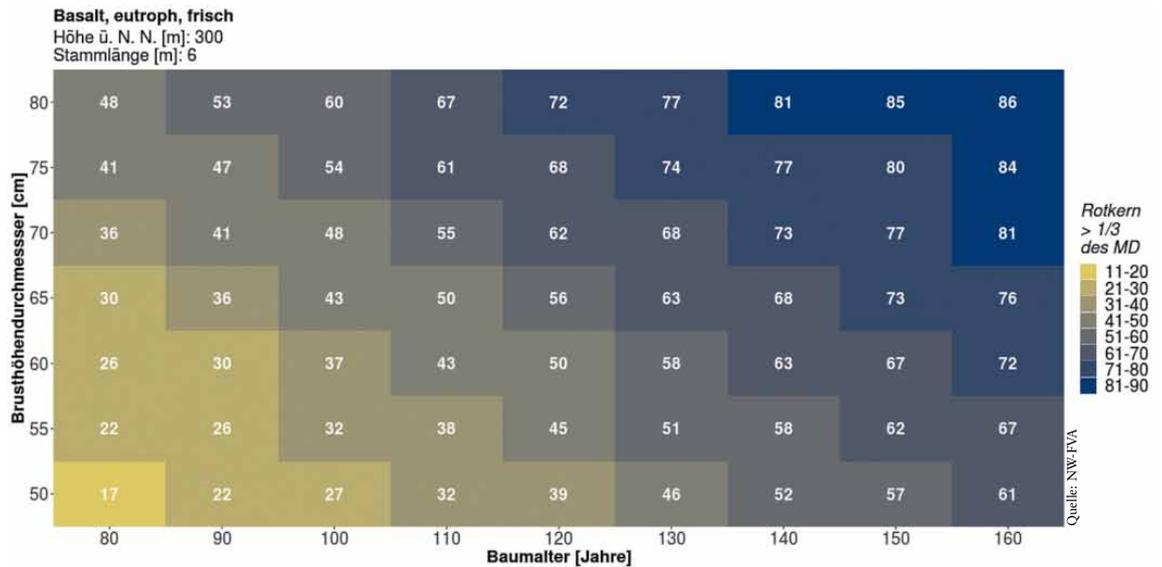
Im Folgenden wird eine einfache, interaktive Internetanwendung vorgestellt, die den örtlichen Bewirtschafter unterstützen soll, die Auftretenswahrscheinlichkeit des Rotkerns abzuschätzen und seine Buchenbewirtschaftung ggf. anzupassen. Statistische Grundlage des Entscheidungsstützungssystems ist ein kategorisches Regressionsmodell, das an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) entwickelt wurde [13]. Datengrundlage des Modells sind umfassende Rotkernerhebungen aus den 1990er-Jahren in Hessen und Teilen Südniedersachsens, die im Zuge des regulären Einschlags durchgeführt wurden.

Das Entscheidungsstützungssystem liefert Schätzungen für die Auftretenswahrscheinlichkeit verschiedener Rotkerngrößenklassen, die in etwa den Güteklassen A und B, B-Rot sowie C und schlechter entsprechen. Die Schätzungen gelten für Erdstammstücke und die stärker verkernete und somit sortierrelevante Stirnfläche. Eingangsgroßen des Modells sind der Brusthöhendurchmesser (BHD) und das Bestandesalter der Buche, die Erdstamm länge sowie die Standortparameter Nährstoff- und Wasserversorgung, geologisches Ausgangsgestein und die Seehöhe ü. NN des Bestandes. Das Entscheidungsstützungssystem erzeugt Prognosen für eine Matrix relevanter BHD- und Altersklassen in Abhängigkeit von den Standortfaktoren und der Erdstamm-

Schneller Überblick

- Es wird eine interaktive Internetanwendung vorgestellt, die hilft, das Auftreten des Buchenrotkerns abzuschätzen
- Über das System lässt sich die potenzielle Entwertungsgefahr für Einzelbäume und Bestände standort- und dimensionsabhängig im hessischen und niedersächsischen Bergland abschätzen
- Der Anwendungsbereich ist aktuell auf die aufgeführten Standortkombinationen beschränkt

Abb. 2: Prognostizierte Auftretenswahrscheinlichkeit eines Buchenrotkerns von einer Größe, die mehr als 1/3 des Stammdurchmessers beträgt, für ein 6 m langes Erdstammstück in Abhängigkeit von Bestandesalter und Brusthöhendurchmesser, für einen eutrophen, frischen Standort auf Basalt in 300 m ü. N.N.



länge und erstellt eine ökonomische Abschätzung der finanziellen Auswirkungen, die vom Anwender über Auswahllisten definiert werden können (Abb. 1). Im Folgenden werden die zur Verfügung stehenden Auswahlmöglichkeiten dargestellt.

Ausgangsgestein

Der Nutzer kann aktuell zwischen vier Ausgangsgesteinen und damit einhergehend definierten Trophiestufen zur Beschreibung der Standorteigenschaften wählen:

1. Basalt (eutroph),
2. Röt, Ton, Muschelkalk (eutroph),
3. unterer/mittlerer Buntsandstein (meso- bis oligotroph),
4. Kiesel-, Tonschiefer, Grauwacke (meso- bis oligotroph).

Die Kombinationen 1, 3 und 4 sind mit jeweils über 10.000 erfassten Erdstammstücken die dominierenden Ausprägungen in der verwendeten Datengrundlage, sodass die ermittelten Zusammenhänge einen geringen statistischen Fehler aufweisen. Zudem repräsentieren diese Kombinationen große Teile der hessischen Waldfläche. Prognosen für weitere weniger gut repräsentierte Kombinationen werden zurzeit durch das Entscheidungssystem nicht unterstützt. Eine Ausnahme ist die Kategorie 2 mit allerdings nur rund 1.000 Erdstammstücken als Datengrundlage. Diese Daten wurden vor allem in Südniedersachsen mit einem abweichenden Inventurverfahren und mit einer höheren Genauigkeit erhoben. Über die Kombinationen 2 und 3 sind somit auch die südniedersächsischen Triasge-

biete in der Datengrundlage bzw. über das entwickelte Modell abgedeckt.

Die durch das Modell prognostizierte Verkernung nimmt bei konstanten Werten der übrigen Einflussfaktoren von Kombination 1 zu 4 ab. Die Unterschiede zwischen Kombination 3 und 4 sind jedoch relativ gering.

Wasserhaushalt

Zusätzlich kann der Wasserhaushalt zur Beschreibung des Standortes vom Anwender mittels fünf verschiedener Kategorien definiert werden:

1. feucht bis betont frisch,
2. wechselfeucht,
3. frisch,
4. mäßig frisch,
5. mäßig trocken bis trocken.

Die durch das Modell prognostizierte Verkernung nimmt bei konstanten Werten der übrigen Einflussfaktoren von Kategorie 1 zu 5 ab. Die Unterschiede zwischen Kategorie 1 und 2 sowie zwischen 3, 4 und 5 sind gering.

Seehöhe

Das Modell prognostiziert eine zunehmende Verkernung mit steigender Seehöhe. Für eine möglichst genaue Prognose muss der Anwender daher die Seehöhe auswählen, wobei das Entscheidungssystem eine Auswahl in 50-m-Stufen zwischen 150 und 700 m zulässt. Ab 450 m Seehöhe verläuft der Modelleffekt jedoch konstant, sodass ab diesem Höhenbereich keine weitere Zunahme der Verkernungswahrscheinlichkeit prognostiziert wird.

Für Bestände, die außerhalb dieses Wertebereiches liegen, können ersatzweise Schätzungen verwendet werden, die auf dem unteren bzw. oberen Grenzwert von 150 bzw. 700 m basieren. Die Ergebnisse dieser Schätzungen sind aber weniger belastbar, weil die Seehöhen im Extrapolationsbereich des Modells liegen und nicht mehr durch Daten abgedeckt sind.

Erdstammmlänge

Aufgrund typischer Formen des Kerndurchmesserverlaufs im Stamm, die als asymmetrischer Spindel- [14, 15, 16] und Kegeltyp [17] beschrieben werden, hat die ausgehaltene Stammmlänge einen Effekt auf den mittleren Durchmesser des Kerns. Gleichzeitig variiert die ausgehaltene Erdstammmlänge in der forstlichen Praxis in Abhängigkeit vom Standort und von der äußeren Stammqualität, wie etwa der erreichten astfreien Schaftlänge. Der Anwender kann zu diesem Zweck die Erdstammmlänge im Bereich von 4 bis 13 m mit einer Schrittweite von 1 m variieren.

Rotkerngröße im Verhältnis zum Mitteldurchmesser

Nach Änderung einer Eingangsgröße durch den Anwender erfolgt eine Abschätzung der Verkernungswahrscheinlichkeit für verschiedene Kombinationen aus BHD und Bestandesalter (Abb. 2). Der Anwender kann sich im Anhalt an die Sortiergrenzwerte wahlweise die Wahrscheinlichkeiten für Kerndurchmesser von:

- < 1/3,
- > 1/3,

- 1/3 bis 2/3,
- > 2/3.

des Mittendurchmessers anzeigen lassen. Die Modellschätzungen werden grafisch dargestellt (Abb. 2). Für die Bewertung eines Erdstammstückes am stehenden Stamm wird die passende BHD-Alters-Kombination entsprechend eines zu bewertenden Baumes ausgewählt und der zugehörige Wert abgelesen. Unter

Annahme eines prognostizierten Durchmesserzuwachses kann zusätzlich die Entwicklung der Verkernungswahrscheinlichkeit über der Zeit eingeschätzt werden. Weiterhin kann auch ein Mischpreis je Festmeter Erdstammstück ausgegeben werden, der auf den Wahrscheinlichkeiten der verschiedenen Verkernungsklassen und der vom Anwender vorzugebenden Güteklassenpreise basiert.

Anwendungsbereich

Das dargestellte Entscheidungsstützungssystem soll den Waldbewirtschafter dabei unterstützen, die potenzielle Entwertungsfahr für Einzelbäume und Bestände standort- und dimensionsabhängig abzuschätzen. Der Anwendungsbereich ist aktuell auf die aufgeführten Standortkombinationen beschränkt.

Eine Anwendung für Buchenbestände, die standörtlich durch das Entscheidungsstützungssystem abgedeckt werden, jedoch außerhalb von Hessen oder Südniedersachsen liegen, wie beispielsweise Ostwestfalen oder der Nordwesten von Thüringen, erfordert jedoch eine besonders kritische Überprüfung der Prognosen. Grundsätzlich stellen die Schätzungen mittlere zu erwartende Verkernungswahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von Standort- und Baumeigenschaften dar.

Das Entscheidungsstützungssystem dient somit einer Sensibilisierung des Bewirtschafter gegenüber dem Risiko der Holzentwertung durch die Rotkernbildung. Als eine Anpassungsmöglichkeit kommen variable Zielstärken in Abhängigkeit von den Standortverhältnissen und den bisher erreichten Dimensionen (BHD) infrage.

In jüngeren Beständen könnten die angestrebten astfreien Schaftlängen variabler definiert werden, um beispielsweise durch früher beginnende starke Durchforstungen die angestrebten Zielstärken schneller zu erreichen und die Entwertungsgefahren zu reduzieren.

Einschränkend ist festzuhalten, dass die Prognose mithilfe des Entscheidungsstützungssystems bei einem sehr variablen fakultativen Holzmerkmal wie dem Buchenrotkern die bestandesindividuelle Bewertung auf der Basis von konkreten Einschlagsergebnissen nicht ersetzen kann.

Die tatsächlich auftretenden Verkernungsmuster können aufgrund von nicht oder nur unzureichend erfassten Faktoren, wie genetischer Disposition, Kronen- oder Stammschäden, ungenau kartierten Standorteigenschaften, falschen Altersangaben usw., im Einzelfall beträchtlich von den mittleren Prognosewerten abweichen. Das dargestellte Entscheidungsstützungssystem kann somit nur eine Ergänzung zu den Erfahrungen der lokalen Bewirtschafter sein bzw. generelle Risiken aufzeigen, um sie in der Planung zu berücksichtigen.

Die Anwendung ist über folgenden Link zu erreichen:
www.nw-fva.de/rotkern Tafel.

Dr. René Würdehoff,
rene.woerdehoff@forst.thueringen.de, war wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA), Abteilung Waldwachstum, Sachgebiet Waldwachstumsmodellierung/Informatik.



Robert Nuske ist für das Forschungsdatenmanagement der NW-FVA verantwortlich und Dr. Matthias Schmidt hat das Rotkernmodell entwickelt. Beide sind Mitarbeiter des Sachgebietes Waldwachstumsmodellierung/Informatik.

Literaturhinweise:

[1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017): Holzmarktbericht 2016. [2] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2014): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. [3] KRAMER, H. (1988): Waldwachstumskunde. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, S. 103 und 220 ff. [4] SEELING, U. (1991): Abnorme Kernbildung bei Rotbuche und ihr Einfluss auf holzbiologische und holztechnologische Kenngrößen. Dissertation, Forstwissenschaftlicher Fachbereich, Universität Göttingen. [5] SACHSSE, H. (1991): Kerntypen der Rotbuche. Forstarchiv 62: 238–242. [6] SEELING, U.; SACHSSE, H. (1992): Abnorme Kernbildung bei Rotbuche und ihr Einfluss auf biologische und holztechnologische Kenngrößen. Forst und Holz 47 (8): 210-217. [7] WAGEMANN, M. (2001): Vermarktungsoffensive Rotkernbuche. AFZ-DerWald (26): 1.406/1.407. [8] HAPLA, F.; STEINFATT, H.-C. (2001): Kritische Analyse der EN 1316-1 bei Sortierung von Buchen-Starkholz im Vergleich zur HKS. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 173 (5): 86-94. [9] HKS (1969): Gesetz über gesetzliche Handelsklassen für Rohholz vom 25.2.1968, Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Rohholz mit Anlage zu § 1 vom 31.7.1969. Die Rundholzsorrierung in Deutschland mit Zusatzbestimmungen der Bundesländer. [10] Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland (RVR); www.rvr-deutschland.de [11] DIN EN (2013): Laub-Rundholz- Qualitäts-Sortierung – Teil 1: Eiche und Buche; deutsche Fassung EN 1316-1:2012. [12] Necessary, V. (1958): Die Vitalitätsveränderung parenchymatischer Zellen und die physiologische Grundlage der Kernbildung bei der Buche. Drevarsky Vyskum 3 (1): 13-26. [13] SCHMIDT, M.; NOWACK, S.; RIEBELING, R. (2008): Methodische Ansätze und Ergebnisse zur Quantifizierung des Buchen-Rotkerns in Hessen. In: Ergebnisse angewandter Forschung zur Buche. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.): Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 3, Universitätsverlag Göttingen, 267-290. [14] KNOKE, T.; SCHULZ WENDERÖTH, S. (2001): Ein Ansatz zur Beschreibung von Wahrscheinlichkeit und Ausmaß der Farbkernbildung bei Buche (*Fagus sylvatica* L.) Forstwirtschaftliches Centralblatt, 120: 154-172. [15] BÖRNER, M. (2002): Zieldurchmesser und Rotkern bei der Buche. Forst und Holz, 57 (5): 123-128. [16] KREMPPL, H.; MARK, E. (1962): Untersuchungen über den Kern der Rotbuche. Allgemeine Forstzeitung, 73: 186-191. [17] RACZ, J.; SCHULZ, H.; KNIGGE, W. (1961): Untersuchungen über das Auftreten des Buchenrotkerns. Der Forst- und Holzwirt, 16 (19): 413-417.