

Stichprobeninventur und Forsteinrichtung aus einem Guss – Teil 1

Die Kombination aus konventioneller, ertragstafelbasierter Forsteinrichtung und dem messenden, statistisch abgesicherten Verfahren einer Betriebsinventur (BI) gilt in Deutschland als „Königsweg“ zur Durchleuchtung und mittelfristig planerischen Ausrichtung von Forstbetrieben. Aufgrund der hohen Kosten insbes. durch den doppelten Waldbegang ist die Umsetzung für die Praxis bislang häufig nicht in Betracht gekommen. Teil 1 beschreibt in einer Gegenüberstellung die wesentlichen Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfahren. Teil 2 stellt eine Verfahrenverschmelzung vor, mit der der zweite Waldbegang entfällt. An Beispielen wird das Verfahren erläutert und diskutiert.

TEXT: THOMAS OPPERMANN

Die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit einer Forsteinrichtung als mittelfristige forstliche Betriebsplanung mit bestandesweiser Inventur, Erstellung bzw. Fortführung der Betriebskarte sowie waldortbezogener, nachhaltiger Planung der Maßnahmen für die kommende Dekade ist z. B. durch Beck [1] zusammenfassend dargestellt worden.

Forsteinrichtung - der über 200 Jahre alte Standard

Bereits seit Paulsen in den lippischen Forsten, demnach seit über 225 Jahren, basiert die Forsteinrichtung dabei auf der Nutzung von Ertragstafeln [2, 3]. Die weitere Entwicklung dieses Standardverfahrens der Forsttaxation ist in der in den letzten Jahrzehnten dazu erschienenen forstlichen Literatur beschrieben (z. B. [4, 5, 6]). Im öffentlichen Wald ist ein solches Betriebswerk aus gutem Grund in vielen Bundesländern gesetzlich vorgeschrieben. Der Wald soll dadurch auf der Basis eines umfassenden Controllings des abgelaufenen Operats ein i.d.R. für zehn Jahre ausgearbeitetes Planwerk erhalten. Denn es gilt, eine nachhaltige Entwicklung und Pflege der Bestände im Sinne der formulierten Betriebsziele und unter besonderer Berücksichtigung der Ökosystemleistungen sicherzustellen. Im Privatwald ergibt sich die Notwendigkeit zur Erstellung von Forsteinrichtungswerken schon allein aus steuerlichen Gründen zur gemäß

Bundesrichtlinie [7] objektivierten Herleitung eines steuerlichen Hiebsatzes (Nutzungssatz), soweit es sich nicht um Kleinstbesitz handelt.

Allen Forsteinrichtungsverfahren gemein ist die Abhängigkeit von reinbestandsbezogenen und nur für eine begrenzte Anzahl von Baumarten vorliegenden Ertragstafeln, die mit einem baumartenspezifisch differierenden, gleichwohl kaum bestimmbareren Ungenauigkeitsfaktor versehen sind [1]. Diese nicht selten eklatanten Ungenauigkeiten sind zu einem Teil standortsabhängig, da es regelmäßig um die Vergleichbarkeit der betriebsindividuellen Standorte mit dem Standortsspektrum der den jeweiligen Ertragstafeln zugrunde liegenden Versuchsflächen geht. Die Veränderung

dieser Standortfaktoren seit Erfassung der Ertragstafel-Versuchsflächen z. B. durch Stickstoffeinträge oder aktuell durch den verschärft sich auswirkenden Klimawandel stellt zudem einen weiteren Unschärfefaktor dar.

Zusätzliche signifikante Abweichungen des Wuchsverhaltens der Baumarten gegenüber den Ertragstafeln sind auf eine heute im Regelfall abweichende Behandlung der Bestände zurückzuführen, so dass die Ertragstafeln insgesamt ein außerordentlich ungenaues Hilfsmittel zur Bestimmung der zentralen Nachhaltsgrößen Vorrat und Zuwachs sind. Beck zitiert diesbezüglich für die in Bayern bereits 1971 durchgeführten Großrauminventur einen um 24 % höheren Vorrat gegenüber den Forsteinrichtungswerken, der durch eine Listenstichprobe bestätigt wurde [8]. Zudem werden wichtige Inventur-Parameter wie der BHD von der Forsteinrichtung nicht erfasst, obschon die heutigen Waldbaukonzepte in der Regel zielstärkenorientiert sind und z. B. das h/d-Verhältnis einen bedeutenenden Weiser für die Einzelbaumstabilität darstellt.

Aber die „Kricke“ Ertragstafel (in NRW zur „Hilfstafel“ modifiziert) zur Einschätzung des Bestandeswachstums stellt bei weitem nicht die einzige „... methodische Unzulänglichkeit ...“ (Beck) dar, die der Forsteinrichtung innewohnt. Zentral für die erheblichen Schwankungen und Unschärfen bei der einzelbestandsweisen Ermittlung von Vorrat und Zuwachs ist auch die

Schneller ÜBERBLICK

- » **Forsteinrichtung und Betriebsinventur** weisen eine lange Entwicklungsgeschichte seit Biolley und Paulsen auf
- » **Beide Verfahren** haben Vor- und Nachteile – Teil 1 dieses zweiteiligen Beitrages erörtert wesentliche Aspekte
- » **Teil 2** stellt eine Verfahrenverschmelzung aus einem Guss vor, die an Beispielen erläutert werden

Tatsache, dass die Aufnahme der Eingangsgrößen in den Beständen selbst ein reines Schätzverfahren darstellt mit jeweils für sich betrachtet erheblichen Ungenauigkeiten.

Bei Pflanzbeständen weist zwar das Alter als eine in der Kulturphase des Bestandes erfasste und hernach fortgeschriebene Größe eine hinreichende Genauigkeit auf. Aber beim Naturverjüngungsprinzip, dass in allen Bundesländern seit mehreren Jahrzehnten auch im Nadelholz zum Regelverfahren in den größeren Waldbesitzungen zählt, ist das Alter eine Schätzgröße mit erheblichem Ungenauigkeitspotenzial. Denn bei den regelmäßig mehrere Jahrzehnte umfassenden Verjüngungsprozessen muss die Veränderung des mittleren Alters von Operat zu Operat jeweils neu flächengewogen angeschätzt werden. Abweichungen von fünf bis zehn Jahren dürften diesbezüglich keine Seltenheit sein.

Und selbst wenn man diese Unschärfe bei der zentralen Eingangsgröße aller Ertragstafeln, dem Alter, unbeachtet lässt: Wie steht es um die Ermittlung der Baumartenanteile, der Verjüngungsstruktur, der Baumhöhe, sei es als Mittelhöhe oder sei es als Oberhöhe? Wie steht es um die Grundflächenermittlung? Wie steht es um die Reproduzierbarkeit dieser Daten, wie um deren Repräsentanz für den Bestand? Auch wenn es eine Fülle von Einzelschätzungen sind, die sich im Idealfall vielleicht ausgleichen könnten: die Konventionen zur Forsteinrichtung nehmen letztlich in Kauf, dass z.B. die Auswahl der Höhenbäume ohne die eigentlich erforderlichen Probekuppungen zur Ermittlung des Grundflächenmittelstammes erfolgen. Man weiß auch um die Unschärfe der Relaskopproben, die in Abhängigkeit von der Zählbreite genommen werden. Erst recht gilt diese Unschärfe für Mischbaumarten mit ungleichmäßiger Verteilung im Bestand und dem einem rationellen Verfahren geschuldeten Verzicht auf Berücksichtigung von Baumarten unter 5 % Anteil.

Lediglich grob passende Ertragstafeln, nur zu groben Ergebnissen führende Schätzverfahren – die sich daraus ergebenden, ggf. sogar potenzierenden Fehler haben in der Praxis der Forsteinrichtung unter anderem dazu geführt, dass selbst in vorrangig wirtschaftlich ausgerichteten Forstbetrieben die

„Die systembedingte Unschärfe der Forsteinrichtung ist wesentliche Ursache für risikoträchtige Übervorräte.“

THOMAS OPPERMANN

Hiebssätze über viele Jahrzehnte sehr zurückhaltend festgesetzt wurden. Insofern ist Beck zu widersprechen, wenn er schlussfolgert, dass „... fehlerbehaftete Daten die Managementmaßnahmen nur in Ausnahmefällen beeinflussen“. Man bedenke nur, dass der Zuwachs als zentrale Größe jeglicher Hiebssatz- und Nachhaltsüberlegungen bei einer Vorratsunterschätzung von 25 % (s. o.) in ähnlicher Größenordnung unterschätzt wird.

Vorsichtige, das heißt von den Unsicherheiten der Forsteinrichtung geprägte Hiebssätze führten und führen daher noch immer zu signifikanten Einbußen bei der Realisierung des Ertragspotenzials der Forstbetriebe. Damit einher gehen teils beträchtliche Übervorräte, die nicht selten mit einem erheblichen Kalamitätsrisiko verbunden sind. Die

letzten Großkalamitäten im mittleren Westen, Kyrill und jüngst Friederike mit dem Folgeproblem einer aktuell in ihrer Tragweite noch gar nicht abzuschätzenden Borkenkäfergradation zeigen dies anschaulich.

Folgender Vergleich hilft, die Diskrepanz zwischen eigentlich notwendiger Informationsqualität und dem Datenniveau der herkömmlichen Forsteinrichtung zu verdeutlichen: Wäre es denn vorstellbar, dass ein Landwirt sicherheitshalber 20 bis 25 % seiner Äcker unbewirtschaftet lässt, weil er nicht genau weiß, wo seine Eigentumsgrenzen verlaufen? Wohl kaum, aber im Forstbetrieb mit bislang ausschließlich ertragstafelorientierter Forsteinrichtung sind solche aus Vorsicht gedämpften Hiebssätze nach unseren Erfahrungen noch immer eher Regel als Ausnahme. Der Verzicht auf abgesicherte Inventurdaten war daher schon immer für den Forstbetrieb ein letztlich sehr teures Verfahren – man verdrängte es nur oder wusste es nicht besser!

Abschied vom Schätzverfahren Ertragstafel: die BI

Einen vollständig anderen Weg als die Forsteinrichtung mit ihrer bestandesbezogenen Inventur und Planung geht die Betriebsinventur mit permanent vermarkten Stichproben. Wesentliche Entwicklungsschritte zur Ausprägung und Reifung dieses Verfahrens gehen auf folgende Wegpunkte zurück:

Baumartenübersicht einer BI

Tab. 1: Vorratsangaben inkl. Mehrschichtflächen (Überhalt, Unterstand usw., Stadt Meschede)

| Baumart | Fläche | | Vorrat | | |
|---|--------------------|---------------|------------------------|---------------------------|-------------------|
| | gesamt [Hektar] | Anteil [%] | gesamt [Efm. o. R.] | je Hektar [Efm. o. R.] | Fehler [+/- %] |
| Fichte (inkl. sonstiger Picea-Arten) | 1.168,9 | 51,4 | 306.156 | 262 | 3,4 |
| Lärche | 102,1 | 4,5 | 24.144 | 236 | 7,6 |
| Douglasie | 59,4 | 2,6 | 11.399 | 192 | 18,4 |
| Sonstige Nadelhölzer | 21,9 | 1,0 | 6.280 | 287 | 14,7 |
| Buche | 440,7 | 19,4 | 104.206 | 236 | 4,9 |
| Eiche | 139,6 | 6,1 | 33.506 | 240 | 7,2 |
| Sonstige Laubhölzer | 327,1 | 14,4 | 36.608 | 112 | 11,0 |
| Blößen | 16,7 | 0,7 | | | |
| Summe | 2.276,3 | 100 | 522.299 | 229 | 2,9 |

• *Das System der Schweizer Kontrollmethode, das Biolley [9] auf der Basis von Ideen des Franzosen Gurnaud nach dem Ersten Weltkrieg veröffentlichte.*

• *Die schwedische Reichswaldtaxation von 1922, die erstmals großflächig auf Stichproben statt auf eine Vollaufnahme setzte.*

• *Die methodische Entwicklung einer Betriebsinventur durch Krutsch und Loetsch [10] vor dem Zweiten Weltkrieg, umgesetzt erstmals 1950 im niedersächsischen Revier Gittelde, allerdings mit temporären, d. h. nicht reproduzierbaren Stichproben.*

Die Synthese dieser Entwicklungsschritte erfolgte dann durch Kurth [11] zusammen mit Schmid-Haas Ende der 1960er Jahre zur Stichprobeninventur mit permanent angelegten Probekreisen, um auf diese Weise auch den Zuwachs möglichst genau herleiten zu können [12]. Realisiert wurde diese Methode in Deutschland erstmals 1981 im Niedersächsischen Forstamt Stauffen-

burg [1], aber in der Folge auch z. B. in Baden-Württemberg [13].

Nachfolgend soll in diesem Kontext unter Betriebsinventur die Stichprobeninventur mit permanent und unsichtbar markierten Probekreisen im Anhalt an das Verfahren des Landesbetriebs Forst Baden-Württemberg (ForstBW) verstanden werden [14]. ForstBW hat durch die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) die Betriebsinventur in den 1980er Jahren neben dem Engagement für die Bundeswaldinventur praxistauglich fortentwickelt [15] und als EDV-Programm zunächst auf DOS-Ebene, seit 2005 auf Windows-Oberfläche realisiert. Seit Ende 2012 steht dieses BI-Programm auf Initiative der Deutschen Forstberatung [16] und mit der dankenswerten Unterstützung des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung (LGL), insbes. H. Arnold und C. Mentel, auch Dritten per Lizenzvergabe nach intensiver Schulung zur Verfügung.

Diese Betriebsinventur pBIE/F (per-

manente Betriebsinventur als Erst- oder Folgeinventur) stellt für die wesentlichen Erfassungsmerkmale am Stichprobenpunkt ein messendes Verfahren dar, dass damit schon alleine aufgrund der Reproduzierbarkeit dieser Messergebnisse einen wesentlichen Ungenauigkeitsfaktor der Forsteinrichtung eliminiert.

Noch wesentlicher für die Qualität der gewonnenen Ergebnisse ist die völlige Unabhängigkeit der Betriebsinventur pBIE/F von dem zentralen Schwachpunkt der Forsteinrichtung, der Ertrags-tafel. Das Volumen wird stattdessen einzelbaumweise über den BHD und die Höhe anhand einer baumartenspezifischen Formzahl errechnet. Der für die Nachhaltigkeitsbestimmung und die Hiebssatzanalyse zentrale Zuwachs benötigt außerdem die Wiederholungsinventur zur Ermittlung der Veränderungen. Betriebsspezifische Höhenkurven untermauern zudem bei jedem Inventurdurchgang den ertragskundlichen Anspruch.

Ertragskundliche Kenndaten der BI am Beispiel Fichte

Tab. 2: BI-gestützte Altersklassenanalyse am Beispiel der Baumart Fichte (Stadt Meschede)

| Altersklasse | 1-20 | 21-40 | 41-60 | 61-80 | 81-100 | 101-120 | 121-140 | über 140 | Summe / Mittelwert |
|-------------------------------------|-------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|----------|--------------------|
| Fläche [ha] | 204,2 | 129,2 | 325,0 | 201,1 | 171,9 | 88,6 | 45,8 | 3,1 | 1.168,9 |
| Flächenanteil [%] | 17,5 | 11,1 | 27,8 | 17,2 | 14,7 | 7,6 | 3,9 | 0,3 | 100,0 |
| Durchschnittsalter* | 8 | 30 | 51 | 68 | 90 | 108 | 126 | 145 | 57 |
| Mittelhöhe* | 5,8 | 14,2 | 22,2 | 26,6 | 29,4 | 30,9 | 32,5 | 34,6 | 21,4 |
| BHD* | 8,9 | 17,2 | 28,9 | 39,0 | 44,2 | 47,3 | 51,7 | 72,4 | 30,5 |
| Mittlerer H/D - Wert * | 65 | 83 | 77 | 68 | 67 | 65 | 63 | 48 | 70 |
| Durchschnittsvorrat je ha | 14 | 186 | 307 | 345 | 336 | 319 | 408 | 424 | 257 |
| Vorratsfehler [+/- %] | 17,6% | 10,1% | 4,3% | 4,3% | 6,6% | 8,2% | 11,5% | 63,8% | 3,5% |
| Vorrat 2. Schicht * | 519 | 504 | 788 | 527 | 537 | 185 | 1.099 | 121 | 4.282 |
| Vorrat gesamt [1.+ 2. Schicht] | 3.376 | 24.586 | 100.470 | 69.861 | 58.201 | 28.620 | 19.705 | 1.338 | 306.156 |
| Grundfläche je ha [m ²] | 5,0 | 33,0 | 37,0 | 37,0 | 33,0 | 30,0 | 37,0 | 40,0 | 29,9 |
| Baumzahl je ha | 6.262 | 1.473 | 565 | 308 | 212 | 172 | 175 | 96 | 1.546 |

* Angaben inkl. Mehrschichtflächen

Der Fehler beschränkt sich bei diesen Berechnungen neben den zugelassenen Messtoleranzen im wesentlichen auf die Ungenauigkeit der Formzahl. Eine Anpassungsmöglichkeit z. B. über regionale Ergebnisse von Großrauminventuren wie der Bundeswaldinventur könnte diese Fehlermöglichkeit weiter einschränken, da bei dem Verfahren der Bundeswaldinventur auch der D7 (Durchmesser in 7 m Höhe) erfasst wird [17].

Ein weiterer zentraler Vorteil der Betriebsinventur pBIE/F ist die statistische Absicherung der Ergebnisse, wodurch die Qualität der ausgewerteten Daten einer objektiven Beurteilung zugänglich wird. Der Standardfehler errechnet sich jeweils in Abhängigkeit von der Betriebsgröße, dem gewählten Stichprobenraster sowie der Heterogenität des Waldaufbaus. Wie die Tab. 1 für den Stadtwald Meschede beispielhaft zeigt, sind die Vorratsergebnisse für die Hauptbaumarten Fichte und Buche von hoher Genauigkeit, was sich in einem niedrigen Standardfehler von 3,4 % für die Fichte bzw. 4,9 % für die Baumart Buche niederschlägt. Der Standardvorratsfehler des Gesamtbetriebs liegt mit 2,9 % noch deutlich darunter.

Die Darstellung zeigt wie alle folgenden Tabellen und Grafiken die Druckausgabe des auf den Auswertungsreports des pBIE/F-Programms basierenden, von der Deutschen

Schälsschäden gemäß BI

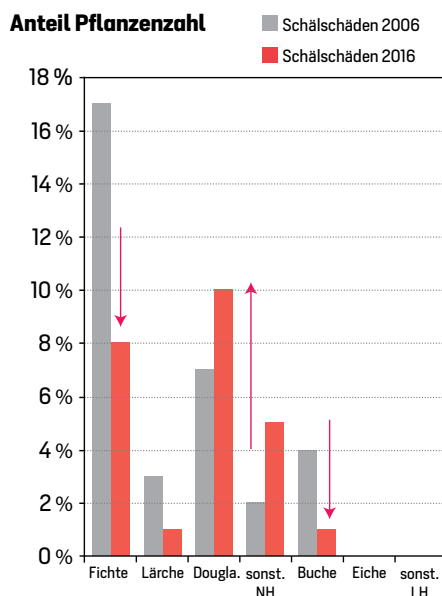


Abb. 1: Schälsschadensentwicklung im Stadtwald Meschede 2006 bis 2016

Forstberatung für die Programm-reports entwickelten Analysetools. Zur Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Forsteinrichtung werden dabei alle Vorrats- und Zuwachsangaben in Efm. o.R. umgerechnet. Außerdem sind für Wiederholungsinventuren gesonderte Vergleichsübersichten integriert worden.

Baumarten mit relativ geringem Anteil wie z. B. die Douglasie weisen

in der Tabelle einen deutlich höheren Standardfehler auf (18,4 %), ein Fakt, der die Grenzen der Aussagekraft einer Betriebsinventur in Abhängigkeit von der Stichprobendichte aufzeigt. Ganz seltene Baumarten werden aufgrund des Stichprobenrasters unter Umständen nicht erfasst, während die bestandesbezogen orientierte Forsteinrichtung diese Baumart z. B. als geringfügigen Mischungsanteil sehr wohl im Fokus haben kann.

Aber zunächst noch einmal zurück zu weiteren wesentlichen Vorteilen der Betriebsinventur: Neben der gewohnten Altersklassenübersicht liefert die pBIE/F im Gegensatz zur Forsteinrichtung baumartenbezogene Vorratsübersichten nach Stärkeklassen und Sortimenten, die besonders für eine zielgerichtete Nachhaltssteuerung im Starkholz von Bedeutung sind. Die Wertansprache wird mit der differenzierten Qualitäts-Mengenanalyse durch am Einzelbaum gemessene BHD und okular ermittelte Schaftqualitäten über A/B-Länge und Kronenansatz erheblich aussagekräftiger als im Wertziffersystem der Forsteinrichtung. Hinzu kommt, dass bei Wiederholungsinventuren stets die gleichen Bäume im Fokus der Wertansprache stehen und damit ein Qualitätsmonitoring ermöglicht wird.

Die baumartenweise Analyse als Altersklassenübersicht führt gegenüber der Forsteinrichtung zu bedeutsamen zusätzlichen Interpretationsmöglichkeiten. Die Tab. 2 zeigt eine solche Altersklassenanalyse des Stadtwaldes Meschede exemplarisch in einer zusammenfassenden Übersicht mit h/d-Werten, Grundflächen, Stichprobenzahlen u.v.m. Auch bei solcher altersklassenweisen Darstellung gibt es eine statistische Orientierung: Denn je größer die Fläche der Altersklasse ist, um so niedriger liegt der Standardfehler.

Faktoren wie die Reproduzierbarkeit der Aufnahme und statistische Absicherung der Daten können bei einigen weiteren Ergebnissen der Betriebsinventur pBIE/F zu einer erheblichen Versachlichung führen. Man denke nur z. B. an die Auswertung der Verbiss- und Schälsschäden, die einen zentralen Bestandteil der Ergebnisse einer Betriebsinventur darstellen. Die objektive Aufnahme und Auswertung dieser im Wald-Wild-Konflikt nicht

Literaturhinweise:

[1] BECK, O. A. (1999): *Inventur, Planung und Kontrolle im Forstbetrieb*. Forst und Holz, H. 22.
 [2] PAULSEN, J. C. (1795): *Kurze praktische Anweisung zum Forstwesen oder Grundsätze über die vorteilhafteste Einrichtung der Forsthaushaltung*. Hrsg. G. F. Führer, Detmold.
 [3] FABER, R. (2017): *Lippische Wald- und Forstgeschichte*. Lippe Verlag, Lage.
 [4] SPEIDEL, G. (1972): *Planung im Forstbetrieb*. Paul Parey, Hamburg, Berlin.
 [5] KURTH, H. (1993): *Forsteinrichtung - Nachhaltige Regelung des Waldes*. Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin.
 [6] KNOKE, T. (Hrsg.) (2012): *Forstbetriebsplanung*. Ulmer, Stuttgart.
 [7] Bundesministerium der Finanzen (2017): *Richtlinien für die Bemessung von Nutzungssätzen nach § 34b EStG und andere steuerrechtliche Zwecke*. Schreiben vom 17.5.2017, Berlin.
 [8] FRANZ, F.; DECKELMANN, B. (1973): *Bayerische Waldinventur, Inventurabschnitt 3 Listenstichprobe*. Forstl. Forschungsanstalt München, Forschungsbericht H. 18.
 [9] BIOLLEY, H. E. (1922): *Die Forsteinrichtung auf der Grundlage der Erfahrung und insbesondere das Kontrollverfahren*. Verlag Attinger, Paris/Neuchatel.

[10] KRUTSCH, H.; LOETSCH, F. (1938): *Holzvorratsinventur und Leistungsprüfung der naturgemäßen Forstwirtschaft*. Verlag J. Neumann, Neudamm.
 [11] KURTH, A. (1965): *Neue Wege zur Verwirklichung des Kontrollgedankens in der Forsteinrichtung*. AFZ Wien, H. 1.
 [12] SCHMID, P. (1967): *Die Weiterentwicklung der Leistungskontrolle in der Schweiz*. Wiss. Z. TU Dresden 16, H. 2.
 [13] KILLIAN, M. (2015): *Vierte Betriebsinventur im Schenkenwald*. AFZ-DerWald, H. 14.
 [14] ForstBW(2016): *Aufnahmeanweisung permanente Betriebsinventur*. Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 8, Referat 84.
 [15] KÄNDLER, G. (2018): *Biometrie und Informatik - 60 Jahre im Dienst der FVA*. AFZ-DerWald, H. 19.
 [16] OPPERMAN, T. (2012): *Anfrage an die Geschäftsführer von ForstBW bezüglich des Einsatzes des Windows-Betriebsinventur-Programms für forstliche Dienstleistungsunternehmen*. Unveröffentlicht.
 [17] RIEDEL, T. et al. (2017): *Die dritte Bundeswaldinventur (BWI 2012)*. Inventur- und Auswertemethoden.
Weitere Literaturhinweise im Teil II

selten mit Streitpotenzial versehenen Schadfaktoren kann das Thema ganz wesentlich entemotionalisieren. Die Grafik der Schälschadensentwicklung am Beispiel der Stadt Meschede zeigt dies als Wiederholungsinventurergebnis beispielhaft (Abb. 1).

Auch in Bezug auf vorwiegend ökologische Parameter liefert die Betriebsinventur Ergebnisse, die aus der Forsteinrichtung unbekannt sind oder lediglich groben Schätzungen entstammen. Dazu gehört z. B. eine Totholzinventur, die unterscheidet zwischen stehendem und liegendem Totholz, sowie eine Expertise über die aktuellen Klimaleistungen des Betriebes. Auf weitere Erfassungs- und Analysemöglichkeiten hinsichtlich einzelbaum- und punktweise betriebsindividuell gewünschter Parameter soll an dieser Stelle nur hingewiesen werden.

Weshalb hat nun die Betriebsinventur mit diesen beträchtlichen Vorteilen und der völligen Unabhängigkeit von der Schätzhilfe Ertragstafel sich nicht als Alternativverfahren zur Forsteinrichtung durchgesetzt? Hier spielen sicher meh-

rere Faktoren eine entscheidende Rolle, von denen nachfolgend die wesentlichen kurz angesprochen werden sollen:

- *Die Betriebsinventur liefert keine Ergebnisse für den Einzelbestand. Da das Stichprobenraster auf Bestandesgrenzen keine Rücksicht nimmt und die Stichprobendichte der entscheidend kostentreibende Faktor ist, wäre eine für den Einzelbestand aussagefähige Punktdichte völlig unwirtschaftlich*
- *Am Stichprobenpunkt selbst ist eine qualifizierte Planung, d.h. Ansprache der Entnahmemenge für die nächsten 10 Jahre, kaum seriös möglich. Damit entfällt die planerische Ausrichtung in den Beständen als Basis für den waldbaulichen Hiebssatz.*
- *Durch den Verzicht auf jegliche Bestandesorientierung liefert die Betriebsinventur keine neue Forstbetriebskarte.*
- *Da sich das gesamte Wirtschaftsgeschehen im Regelfall nach wie vor an der forstlichen Einteilung orientiert, entfällt für den Forstbetrieb die Nutzbarkeit der Betriebsinventur für die Holzbuchführung und das sonstige Tagesgeschäft.*

Im Teil 2 wird die aus der Praxis entwickelte Verfahrensverschmelzung vorgestellt, die einen Direktvergleich der Verfahrensergebnisse ermöglicht, gegenüberstellende Bonitierungsanalysen aufzeigt und Wege zur Eichung der Forsteinrichtung mittels der Ergebnisse des Betriebsinventurteils beschreibt.



Forstassessor Thomas Oppermann

info@DeutscheForstberatung.de,

studierte von 1981 bis 1985 Forstwissenschaften an den Universitäten München, Göttingen und Freiburg und ist seit 1990 Inhaber der Deutschen Forstberatung in Arnsberg/Westfalen.

Stichprobeninventur und Forsteinrichtung aus einem Guss – Teil 2

Die Kombination aus konventioneller, ertragstafelbasierter Forsteinrichtung und dem messenden, statistisch abgesicherten Verfahren einer Betriebsinventur gilt als „Königsweg“ zur Durchleuchtung und mittelfristig planerischen Ausrichtung von Forstbetrieben. Im Teil 1 (AFZ-DerWald 2/2020) wurden Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfahren erörtert. Mit der nachfolgend vorgestellten Verfahrensverschmelzung zum KomBI-Operat entfällt der zweite Waldbegang und nimmt damit für Forstbetriebe ab etwa 500 ha Betriebsgröße diese maßgebliche Kostenhürde. Am Beispiel einiger Forstbetriebe wird dieses aus der Praxis heraus entwickelte Verfahren erläutert.

TEXT: THOMAS OPPERMAN

Die logische Folgerung aus dem in Teil 1 skizzierten ist schlicht: Beide Verfahren, Forsteinrichtung und Betriebsinventur, bieten entscheidende Vorteile, beide Verfahren bergen ebenso unbestreitbare Nachteile. Daher stellt die Durchführung beider Verfahren für den Forstbetrieb das derzeit realisierbare Optimum dar, um auf breiter Basis den Betrieb objektiv zu durchleuchten, eine bestmögliche, bestandesorientierte Planung zu erhalten, für den Vollzug ein modernes Karten- und Datenwerk mit Flächenbezug vorzuhalten und dem Controlling ein statistisch abgesichertes Monitoring zur Verfügung zu stellen. Daher forderte schon Beck 1999 ([1] in Teil 1) eine „... Änderung der bisherigen Erhebungspraxis“, damit „... die Stichprobeninventur ... Teil der Forsteinrichtung werden kann“.

Es liegt nahe, dass insbesondere der von Beck angesprochene Kostenfaktor eines solchen Doppelverfahrens bislang viele Forstbetriebe davon abhielt, diesen „Königsweg“ zu beschreiten. Und so hoffte man auf moderne, technologisch ausgerichtete Alternativverfahren, um die naturale Durchleuchtung des Forstbetriebes zu vereinfachen bzw. zu verbessern.

Heute, 20 Jahre nach dem Artikel von Beck, kann wohl konstatiert werden: Der Waldbegang selbst bleibt trotz aller in den letzten beiden Jahrzehnten entwickelten Laserscanner- und Satellitenbildverfahren, trotz Multiquellenanalyse und Drohneneinsatzmöglichkeiten unverzichtbar. Alleine schon

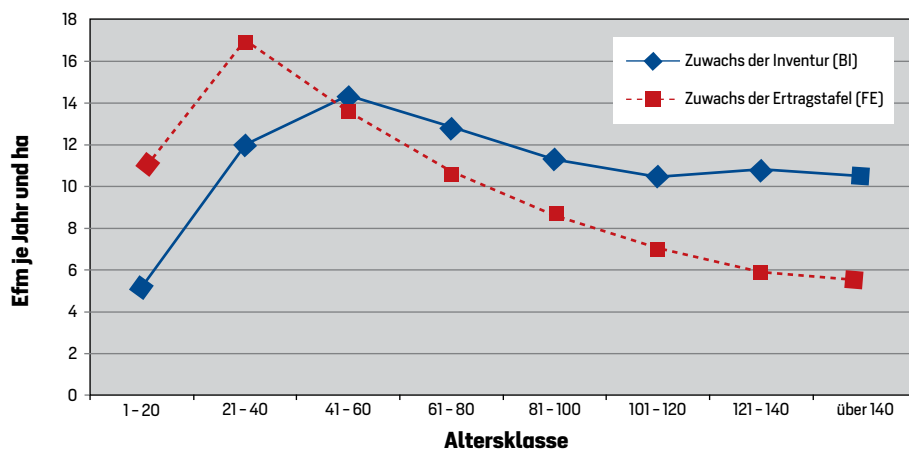


Abb. 1: Zuwachsvergleich (Fichte) einer Wiederholungsinventur pBIF eines Forstbetriebes mit der Ertragstafel

die Ansprache der Verjüngung unter Schirm nach Alter, Mischung und Entwicklungspotenzial, die Aufnahme von Verbiss-, Schäl-, Rücke- und anderen Schäden, die Ansprache der Stammqualitäten und ökologische Parameter wie die Totholzanalyse benötigt heute wie in Zukunft die Forstleute im Bestand.

Verfahrensverschmelzung führt zum KomBI-Operat

Aus der Praxis als Consultingunternehmen heraus war das Kostenmanko des doppelten Verfahrens ausschlaggebend, sich intensiv mit den Möglichkeiten einer Reduktion des Aufwandes der beiden bewährten Verfahren Forsteinrichtung und Betriebsinventur auseinander zu setzen. In einem wesentlichen Bereich des Betriebsinventurteils war

das bereits frühzeitig gelungen:

Im Zusammenhang mit der permanenten Betriebsinventur (pBIE) für das 10.000 ha Staatswald umfassende ostwestfälische Forstamt Bad Driburg-Neuenheerse wurde 2001 die Umstellung der Einmessung sämtlicher Stichprobenpunkte vom bisherigen Standard der terrestrischen Polygoneinmessung hin zur dGPS-gestützten Einmessung entwickelt [18]. Mit aktuell etwa 90.000 ha im Consultingsektor unseres Unternehmens durchgeführten Wiederholungsinventuren konnte bestätigt werden, dass die dGPS-Einmessung in hohem Maße zuverlässig ist. Mittlerweile darf bei inzwischen deutlich verbesserter Leistungsfähigkeit der GPS-Technik davon ausgegangen werden, dass dieses Verfahren deutschlandweit zum Standard geworden ist.

Als zweiter entscheidend kostentreibender Faktor war unschwer der doppelte Aufwand für den Waldbegang, einmal für die pBIE/F-Aufnahme und ein zweites Mal für die Forsteinrichtung, zu identifizieren. Ziel musste daher sein, den Waldbegang verfahrenstechnisch auf einen einzigen Durchlauf zu reduzieren, um durch diesen Effekt die Kombination aus Forsteinrichtung und Betriebsinventur für die Forstbetriebe finanziell attraktiv gestalten zu können.

Zuvor war es notwendig, die Aufnahmetechnik der Stichprobenpunkte derart zu modifizieren, dass diese Arbeiten im Ein-Mann-Verfahren erledigt werden konnten, ohne das hohe Qualitätsniveau im Anhalt an die Aufnahmeanweisung zur pBIE/F ([14] in Teil 1) zu gefährden. Denn die Beibehaltung des Zwei-Mann-Verfahrens hätte zu kostentreibenden Leerlaufzeiten der zweiten Aufnahmeperson während der Forsteinrichtungstätigkeit geführt.

Nachdem diese Hürde auf der Basis umfangreicher Feldversuche genommen war, konnte die verfahrenstechnische Umsetzung der Parallel-Aufnahme Betriebsinventur (BI) und Forsteinrichtung (FE) angegangen werden. Damit eröffnete sich als weiterer großer Vorteil die Perspektive, nicht nur einheitliche Stichtage, sondern wirklich identische Aufnahmesituationen sowohl mit dem FE-Teil als auch durch die pBIE/F gewährleistet zu bekommen. Darauf wird nachfolgend noch ausführlicher einzugehen sein.

Sämtliche Rationalisierungsschritte bis hin zur erfolgreichen Reduzierung des Doppelverfahrens auf einen einzigen Waldbegang wurde im Anhalt an das Betriebsinventurverfahren des Landesbetriebes Forst Baden-Württemberg pBIE/F in den vergangenen Jahren entwickelt und seitdem systematisch verfeinert. Die begleitend integrierte Forsteinrichtung basiert im wesentlichen auf dem aus NRW bekannten Verfahren, dass in der firmeneigenen Access-Datenbanksoftware MODFOCS, dem seinerzeit ersten unter Windows entwickelten Forsteinrichtungsprogramm im deutschsprachigen Raum [19], abgebildet ist.

Bezüglich des pBIE/F-Teils war ein wichtiger Schritt zur Beschränkung auf den angestrebten einmaligen Waldbegang die weitgehende Standardisierung des Stichprobenrasters auf das quadra-

„Das vorgestellte KomBI-Operat ermöglicht eine zielgenaue Optimierung des nachhaltigen Hiebssatzes“

THOMAS OPPERMANN

tische Maß 200 m × 200 m, was einer Repräsentanzfläche von 4,0 ha je BI-Punkt entspricht. Natürlich sind auch Raster unter diesem Maß möglich, führen aber naturgemäß zu höherer Punktdichte und damit zu höheren Kosten, die die Forstbetriebe erfahrungsgemäß nur im Ausnahmefall zu tragen bereit sind. Größere Raster empfehlen sich im Regelfall auch für Großbetriebe kaum, weil dann häufig die für das Controlling und die Betriebsführung nicht unwichtige Auswertung nach Revieren einen zu großen Standardfehler aufweist.

Bis heute wurden von der Deutschen Forstberatung 33 Betriebe mit insgesamt ca. 92.000 ha Fläche im 200-m-Quadrat raster mit gut abgesicherten Er-

gebnissen erfasst, ein großer Teil davon bereits zusätzlich mit der ersten Wiederholungsinventur.

Das empfohlene Standardraster führt in der Umsetzung dazu, dass bei dem Gang von BI-Punkt zu BI-Punkt ohnehin die überwiegende Zahl an Beständen durchschritten werden. Der Weg zwischen den Punkten eröffnet die Gelegenheit für die forsteinrichtungstechnische Aufnahme der Bestände. Kalamitätsflächen werden erfasst und falls erforderlich GPS-gestützt eingemessen, Kartenkorrekturen erfolgen mit Unterstützung durch Luftbilder, Bestandeserfassung inkl. Ertragstafelschätzung sowie der Planungsteil werden durchgeführt. Zu einem gewissen Anteil müssen naturgemäß Umwege in Kauf genommen werden, da auch Bestände abseits von der rasterorientierten Route aufzusuchen sind. Dieser Mehraufwand ist stark von der durchschnittlichen Bestandesgröße im Forstbetrieb abhängig und hält sich erfahrungsgemäß bei Betrieben über 500 ha Besitzgröße in überschaubaren Grenzen.

Es versteht sich von selbst, dass eine solche Aufnahmekombination besonders hohe Ansprüche an das durchführende Personal stellt. Sorgfältiges, exaktes Messen am Stichprobenpunkt (z. B. BHD-Messtoleranz mit Umfangmaßband: 3 mm, Einmessung der Grenzbäume auf 10 mm genau mit hochpräzisen Horizontalabstandsmessern) verbindet sich mit konzentrierter Bestandesaufnahme- und Planungstätigkeit auf den Begangsrouten. Aber die hohe körperliche und intellektuelle Herausforderung hat einen entscheidenden Vorteil: Denn es ist weitaus motivierender, nicht nur mit reiner Messarbeit einer BI beschäftigt zu sein, sondern am selben Tage auch konzeptionell waldbaulich zu agieren. Es gibt nach unserer Erfahrung wohl kaum eine bessere Schulung des Blickes für den Einzelbaum wie auch den Bestand als die Außenaufnahmen zu diesem von uns als KomBI-Operat bezeichneten Verfahren – für die meist jungen Forstleute sicher ein idealer Einstieg in das Berufsleben.

Die Entwicklung dieser Verfahrenverschmelzung hat in den letzten Jahren zusätzliche, zu Beginn nicht im Fokus stehende positive Effekte gezeitigt, wovon nachfolgend einige beispielhaft aufgezeigt werden sollen.

Schneller ÜBERBLICK

- » **Forsteinrichtung und** Betriebsinventur weisen eine lange Entwicklungsgeschichte seit Biolley und Paulsen auf
- » **Beide Verfahren** haben Vor- und Nachteile – die Kombination gilt daher als, wenn auch aufwendiger, „Königsweg“
- » **Aus der Praxis** heraus wird eine Verfahrenverschmelzung vorgestellt, die eine Reduktion auf einen Waldbegang beinhaltet und damit die Entscheidung für eine Forsteinrichtung inkl. Betriebsinventur kostenmäßig erleichtert
- » **Die aus einem Guss** hergeleiteten Ergebnisse weisen Synergieeffekte auf, die an Beispielen erläutert werden

Ergebnisbezug Fichte – BI zu Ertragstafel

Tab. 1: BI-Ergebnisse für die Baumart Fichte (Stadt Meschede), hier: Ertragstafel-Bezug

| Altersklasse | 1 - 20 | 21 - 40 | 41 - 60 | 61 - 80 | 81 - 100 | 101 - 120 | 121 - 140 | über 140 | Summe / Mittelwert |
|-----------------|--------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|----------|--------------------|
| Ertragsklasse | -0,3 | -0,1 | 0,6 | 0,8 | 1,3 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 0,7 |
| Bestockungsgrad | 0,90 | 0,93 | 0,92 | 0,82 | 0,71 | 0,66 | 0,82 | 0,83 | 0,85 |

Direktvergleich zwischen Forsteinrichtung und Betriebsinventur

Wie bereits kurz angesprochen, sind durch den gleichen Stichtag und die zeitgleiche Aufnahme im Wald die Auswertungsergebnisse beider Verfahren erstmals unmittelbar vergleichbar. Betriebsindividuell kann demzufolge z. B. analysiert werden, wie groß für die Baumarten der Ertragstafelfehler tatsächlich ist. Abweichungen bei einer Hauptbaumart bzgl. Vorrat und Zuwachs von + 25 % und mehr gegenüber der Ertragstafel stellten bei den bislang bearbeiteten Betrieben keine Seltenheit dar (ähnlich wie im von Beck zitierten Fall 1971 in Bayern).

Allerdings gibt es auch Abweichungen nach unten je nach Baumart, standörtlicher Situation und Altersklasse. Abb. 1 zeigt dazu eine betriebliche Vergleichsanalyse bezüglich der Baumart Fichte. Es wird deutlich, dass in den ersten beiden Altersklassen der Ertragstafelzuwachs erheblich höher als der gemessene BI-Zuwachs ausfällt. Bei einem Alter von etwa 50 Jahren schneiden sich die Kurven und im Altholz sinken die Ertragstafelwerte rapide, während der durch die pBIF gemessene Zuwachs lange auf hohem Niveau bleibt.

Im vorliegenden Fall liegt der durch die Wiederholungsinventur ermittelte Gesamtzuwachs der Fichte 11,9 % über dem der Ertragstafel, in den für die Wirtschaftlichkeit entscheidenden, nämlich älteren Altersklassen jedoch noch deutlich weiter darüber. Es versteht sich von selbst, dass dies für die Beratung erhebliche Auswirkungen im Hinblick auf die Hiebssatzoptionen bei dem fichtendominierten Betrieb hatte.

Vergleichende Bonitierungsanalyse

Die Möglichkeit des Direktvergleichs zwischen den Verfahrensergebnissen

FE und pBIE/F hat dazu geführt, dass die Standardauswertungen des pBIE/F-Programms wie bereits angesprochen mit Hilfe eines eigens für die Programmreports entwickelten Analysetools den Ergebnissen der Forsteinrichtung tabellarisch unmittelbar gegenüber gestellt werden können (der Zuwachsvergleich der Abb. 1 basiert darauf). Auf diese Weise zeigen sich dann z. B. altersklassenweise die tatsächlichen Bonitäten der einzelnen Baumarten, die zum Teil weit über die Obergrenze der Ertragstafeln hinausgehen können (Tab. 1).

Eichung der Forsteinrichtung durch die Betriebsinventur

Durch datenbankgestützte Anpassungsfunktionen des entwickelten Tools besteht die Möglichkeit, für die Hauptbaumarten altersklassenweise eine Eichung der ertragstafelbezogenen Werte für alle Bestandeszeilen der jeweiligen Baumart vorzunehmen. Was sich im Einzelbestand durchaus mit Unschärfen auswirken kann, führt in den forsteinrichtungstechnischen Zusammenfassungen dann zu der gewünschten Kalibrierung auf das Datenniveau der statistisch abgesicherten Betriebsinventur.

Zusammenfassende Einordnung

Die Gegenüberstellung von Forsteinrichtung und Betriebsinventur ist nicht neu und wurde z. B. ausführlich Anfang der 1990er Jahre anhand der Arbeiten für den Göttinger Stadtwald beschrieben [20]. Die getroffenen Feststellungen im Hinblick auf die relativ geringen Abweichungen für den Gesamtvorrat beruhten allerdings auf einer ergebnisverzerrenden Verfahrensmischung. Denn die Bonitierung der Forsteinrichtung erfolgte durch die „... umfangreichen Höhenmessungen der Kontrollstichprobe“. Eine Gegenüberstellung von unabhängig hergeleiteten Verfahrensergebnissen fand somit nicht statt.

In der Zwischenzeit hat sich insbesondere im Bereich der Optimierung der Betriebsinventur pBIE/F und der Möglichkeiten, diese rationell durchzuführen, beträchtliches getan. Aber erst mit der nun aus der Praxis heraus entwickelten Verfahrenverschmelzung zum KomBI-Operat gelingt es, den Kostenfaktor derart signifikant zu senken, dass dieser „Königsweg“ überzeugen kann. Damit ermöglicht dieses Verfahren zusätzlich und zeitgleich zur gewohnten Forsteinrichtung eine ertragstafelunabhängige, auf einer statistisch abgesicherten Betriebsinventur beruhende Ermittlung wichtiger Nach-

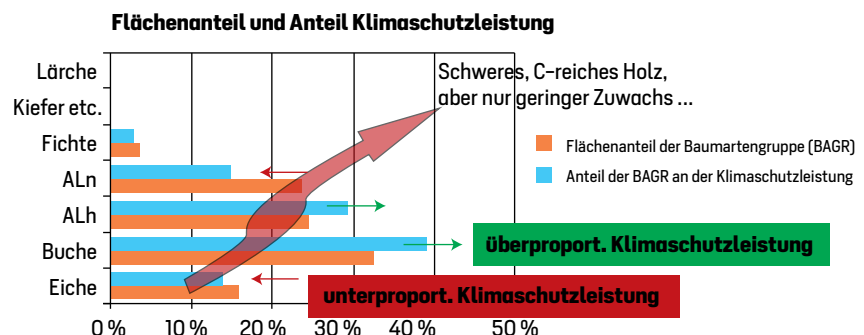


Abb. 2: Auszug aus der Analyse der Klimaschutzrelationen im städtischen Wald Essen

haltsgrößen. Stärkeklassenorientierter Vorrat und Zuwachs sowie Sortimentsanalysen der Hauptbaumarten werden zusätzlich zur Forsteinrichtung hergeleitet und ermöglichen als entscheidende betriebliche Controllinggrößen dem forstlichen Management ein zielstärkenorientiertes Vorgehen.

Dazu erleichtern zuverlässige, reproduzierbar-objektive Schadensanalysen die Überzeugungsarbeit im Wald-Wild-Konflikt. Insgesamt werden die im Betrieb angelegten Stichprobenpunkte auf diese Weise nicht nur ertragskundlich, sondern auch waldökologisch zu wertvollen, betriebseigenen Dauerbeobachtungsflächen und ermöglichen bei einer Fläche von 452 m² je BI-Punkt, dass heißt im 200-m-Raster für jeweils 4 ha, ein kontinuierliches Monitoring auf diesem exakt und Baum für Baum eingemessenen Betriebsausschnitt.

Gerade im Hinblick auf die klimabedingt aktuell stark zunehmenden Waldkrankheiten ergeben sich für den Wirtschaftsbetrieb durch die Verfahrensverschmelzung verlässliche Grenzziehungsoptionen zwecks Auslotung des nachhaltig tragfähigen Hiebssatzes im zunehmend geschädigten, vorratsärmer werdenden Waldbesitz. Denn je geringer der Vorrat eines Betriebes, um so exakter muss die Bestimmung der maximal darstellbaren Nutzungsmöglichkeiten sein.

Knoke hat jüngst auf das Problem durch Opportunitätskosten von nicht unerheblicher ökonomischer Bedeutung hingewiesen, die „... durch schlechte Entscheidungen aufgrund fehlender oder unpräziser Informationen entstehen“ [21]. Er bezieht sich dabei insbesondere auf den Hiebssatz und bestätigt damit die o. a. These, dass eine Forsteinrichtung ohne Betriebsinventur für den wirtschaftsorientierten Forstbetrieb letztlich eine kostenträchtige Verfahrensbeschränkung darstellt.

Für den Wald in Ballungsräumen ergeben sich aus dem entwickelten Kombinationsverfahren vorrangig andere Prioritäten der Analyse. Während der Forsteinrichtungsteil bewährte Informationen u. a. über Bestandesstrukturen und Baumartenmischungen liefert, gibt die Informationsvielfalt des Betriebsinventurteils pBIE/F beispielsweise Hinweise auf die auch für den Erholungswald und die Ziele des Naturschutzes bedeutsame Stärkeklassen-

verteilung im Altholz, die Bilanz sowohl des stehenden wie auch des liegenden Totholzes und die für den Bürger als Waldeigentümer wichtigen Informationen über die Klimaleistungen eines Stadtwaldes. Die aktuell durchgeführten Analysen für die Stadt Essen zeigen dies beispielhaft (Abb. 2). Als Basis für die Berechnungen fungierte der vom Deutschen Forstwirtschaftsrat 2018 entwickelte Klimarechner [22].

Selbstverständlich sind diese Informationen auch für einen vorwiegend wirtschaftlich ausgerichteten Forstbetrieb von Bedeutung, zumal die Außerdarstellung des Waldbesitzes bezüglich der Leistungen für die Allgemeinheit bei allen Besitzarten immer mehr Relevanz erhält.

Für die Deutsche Forstberatung stellt diese Verfahrensverschmelzung zum KomBI-Operat seit mehreren Jahren die zentrale Basis ihrer Consultingtätigkeit dar. Beispiele wie das aktuell fertiggestellte, auf einer zuvor vorbildlich durchgeführten Bürgerbeteiligung fußende Projekt „Dem Essener sein Wald“ [23, 24, 25] oder das für die Stadt Wiesbaden unter besonderer Berücksichtigung der Ökosystemleistungen erarbeitete Projekt [26] belegen den außerordentlichen Nutzen einer Kombination von Forsteinrichtung und Betriebsinventur für den Forstbetrieb.

Nicht zu Unrecht stellte Rödiger bereits 1999 fest: „Zugunsten von mehr Naturnähe, Vielfalt und betrieblicher Beweglichkeit entwickelt sich aus einer einfach zu überschauenden, flächenhaft gegliederten Waldstruktur ein komplizierterer, vertikal und horizontal verzahnter Waldaufbau. Das bedeutet intensivere waldwachstumskundliche Erhebungen unter Einschluss von Stichproben.“ Denn, so fährt er fort: „... die Forstbetriebe [müssen] ihre Nachhaltigkeitsgrenzen zuverlässiger und genauer kennen, in denen sie sich nutzend bewegen können“ [27].

In den vergangenen 10 bis 15 Jahren konnte man beobachten, dass vor allem in einigen Staatswäldern die Hiebssätze gravierend angehoben wurden. Motiviert durch die hohen Zuwachsergebnisse der Bundeswaldinventur setzte man den Einschlag gutachterlich herauf. Ohne absichernde Betriebsinventuren muss dies jedoch ein ebenso fragwürdiger, opportunitätskostenbelasteter Weg sein wie ein jahr-

zehntelang aufgrund der Unsicherheit der Ertragstabellen zu niedrig gehaltenen Hiebssatz.

Die Verfahrensverschmelzung zum KomBI-Operat hat in der Consulting-Praxis der letzten Jahre allerdings auch bewiesen, dass objektiv und präzise Obergrenzen für den Nachhaltigkeits-Hiebssatz aufgezeigt werden. Damit stellt diese Kombination einer Stichprobeninventur mit begleitender Forsteinrichtung ein zuverlässiges mittelfristiges Managementwerkzeug zur Optimierung der Nachhaltigkeit dar – ganz im Sinne des sächsischen Berghauptmanns Hanns Carl von Carlowitz.

Literaturhinweise:

Die Hinweise [1] bis [17] sind im Teil 1 des Aufsatzes (AFZ-DerWald H. 2/2020) enthalten. [18] OPPERMANN, T.; LEONHARDT, A. (2002): Erprobung eines dGPS-gestützten Inventurverfahrens. AFZ-DerWald, H. 21. [19] OPPERMANN, T. (1995): Das PC-gestützt Betriebswerk als Controlling-Instrument. AFZ, H. 20. [20] HEUER, B. (1992): Kontrollstichprobe und konventionelle Forsteinrichtung. Forst und Holz, H. 3. [21] KNOKE, T. (2019): Entscheidungsorientierte Waldinventuren – eine Utopie? AFZ-DerWald, H. 15. [22] SCHLUHE, M. et al. (2018): Klimaschutzleistung von Forstbetrieben. AFZ-DerWald, H. 15. [23] KÖHLER, T. (2017): Dem Essener sein Wald. AFZ-DerWald, H. 8. [24] HARTUNG, T. (2017): Meine Stadt. Mein Wald! AFZ-DerWald, H. 8. [25] DUBBEL, V.; HARTUNG, T.; GÜLPEN, M. (2017): Ein neues Waldmanagement für die Stadt Essen. AFZ-DerWald, H. 8. [26] OPPERMANN, T. (2018): Betriebsinventur und Forsteinrichtung für den Stadtwald Wiesbaden 2017 – 2026. Unveröffentlicht. [27] RÖDIG, K.-P. (1999): Was soll Forsteinrichtung in der Zukunft leisten? Forst und Holz, H. 22.



Forstassessor Thomas Oppermann

info@DeutscheForstberatung.de,

studierte von 1981 bis 1985 Forstwissenschaften an den Universitäten München, Göttingen und Freiburg und ist seit 1990 Inhaber der Deutschen Forstberatung in Arnsberg/Westfalen.