

Die Weiterentwicklung der Betriebsinventur in Niedersachsen

A New Conception for Forest Inventory in Lower Saxony

Von Th. Böckmann, J. Saborowski, St. Dahm, J. Nagel und H. Spellmann

1 Anlaß

Die Neuorganisation der Niedersächsischen Landesforstverwaltung (LFV) nach den Grundsätzen Selbststeuerung durch Zielvereinbarung, Delegation von Aufgaben, Deregulierung von Verwaltungsabläufen, Neuordnung von regionaler und funktionaler Zuständigkeit und Abbau von Hierarchiestufen mit vergrößerten Kontrollspannen hat unmittelbare Auswirkungen auf die Organisation und das Verfahren der Betriebsregelung. Sie sind im Zusammenhang mit den veränderten natürlichen Zielen und Bewirtschaftungskonzepten zu sehen, die in den niedersächsischen Landesforsten an den Grundsätzen des *Programms zur Langfristigen Ökologischen Waldentwicklung* (OTTO 1989, 1991) auszurichten sind.

Der angestrebte Umbau strukturarmer Reinbestände in strukturreiche Mischwälder mit sich immer mehr auflösenden Bestandesgrenzen erschwert schon heute in einigen, zukünftig in allen Niedersächsischen Forstämtern die herkömmliche Forsteinrichtung. In strukturreichen Wäldern stoßen die auf den Einzelbestand ausgerichteten Inventurverfahren an ihre Grenzen. Die für die betriebliche und waldbauliche Steuerung notwendigen Bestockungsinformationen können nicht mehr mit einem angemessenen Aufwand bzw. mit einer vertretbaren Genauigkeit erhoben werden. Zudem verlieren dort die Ertragstafelmodelle an Aussagekraft für die Bestandesbeurteilung und die Planung.

Es werden aber weiterhin zuverlässige Informationen benötigt, die es erlauben, die Waldentwicklung und die sie beeinflussenden Maßnahmen periodisch zu analysieren, die Erfüllung der Ziele am Ende jedes Betriebsregelungszeitraumes zu kontrollieren und objektiv zu beurteilen sowie die weitere Waldentwicklung weitgehend zu planen. Die Umsetzung der summarischen und grundsätzlichen Zielvorgaben in detaillierte Maßnahmenplanungen im Einzelbestand soll künftig Aufgabe des Forstbetriebes sein. Damit dies zielgerecht geschieht, sind Zielvereinbarungen mit dem Forstbetrieb notwendig. Darüber hinaus besteht angesichts der angespannten Lage des Landeshaushalts die Notwendigkeit, die Kosten der Forsteinrichtung zu senken.

Zur Erreichung dieser Ziele und Vorgaben sind die deduktiven, auf den Einzelbestand ausgerichteten Forsteinrichtungsverfahren mit induktiven Forsteinrichtungsmethoden, die sich von der Kontrolle der Waldentwicklungen leiten lassen, zu kombinieren bzw. durch diese abzulösen (vgl. SPELLMANN 1987, 1991). Dies bedeutet u.a. eine Ausweitung betriebsweiser Stichprobeninventuren auf alle Forstämter, den weitgehenden Wegfall der einzelbestandsweisen Inventuren und Planungen, die Einrichtung von Weiserflächen zur Konkretisierung allgemeiner Vorgaben und Zielvereinbarungen, eine Verfahrensumstellung in strukturreichen Wäldern und die Schaffung von dezentral zugänglichen Forsteinrichtungsdatenbanken als Teil des Niedersächsischen Forstlichen Informationssystems NIFIS.

Bei den betriebsweisen Stichprobeninventuren, die wesentlich zur Rationalisierung, Kostenreduktion und Objektivierung der Zustandserfassung beitragen, werden die Be-

stockungsinformationen für größere Befundeinheiten erhoben. Dem Nachteil fehlender Inventurdaten für einzelne Bestände stehen zahlreiche Vorteile gegenüber. Hierzu zählen vor allem

- die Verringerung der realen Aufnahmefläche gegenüber der einzelbestandesweisen Inventur; dadurch wird eine intensivere Zustandserfassung der einzelnen Stichprobenpunkte ermöglicht,
- die mathematisch-statistische Absicherung der Inventurergebnisse, so daß zuverlässige Ausgangsdaten für die summarische Planung und die betriebliche Analyse zur Verfügung stehen und
- genauere Einblicke in innerbetriebliche Prozesse, die Ansatzpunkte zur Steuerung, Rationalisierung und Ertragssteigerung offenlegen.

Vor dem Hintergrund dieser veränderten Rahmenbedingungen war es notwendig, die in der LFV eingeführte Kontrollstichprobe zu überarbeiten, um den neuen Anforderungen gerecht zu werden.

2 Ziele der Neukonzeption der Betriebsinventur

Das bisherige Kontrollstichprobenverfahren (STARKE 1989) sieht eine systematische Verteilung der permanenten Stichprobenpunkte im Rechteckraster vor. Dies entspricht annähernd einer flächenproportionalen Verteilung. Aufgrund des ungünstigen, einem Aufbaubetrieb ähnelnden Altersklassenverhältnisses in der LFV fällt hierdurch oftmals ein verhältnismäßig großer Anteil der Stichproben in jüngere Bestände. Tendenziell nimmt jedoch die Variation der primären Zielvariable, des Vorrats, mit dem Bestandesalter zu. Das bisherige Verfahren der Kontrollstichprobe führt daher in den stärkeren Durchmesserklassen oftmals nur zu einer unbefriedigenden Schätzgenauigkeit, während gleichzeitig die Stichprobenfehler in den schwächeren Durchmesserklassen die Erfordernisse in vielen Fällen deutlich übererfüllen. Dies gilt besonders dann, wenn das Hauptaugenmerk auf die realitätsnahe Erfassung des Vorrates in den stärkeren Durchmesserklassen gerichtet ist. Aus diesem Ziel ergibt sich die Notwendigkeit, die Stichprobenumfänge in älteren Beständen zu erhöhen.

Angesichts dieser grundsätzlichen Probleme mit dem Stichprobendesign und der bestehenden Forderung nach Kostensenkung wurde vom Niedersächsischen Forstplanungsamt (NFP) eine Studie in Auftrag gegeben, mit der das Konzept der Erhebung überarbeitet werden sollte (SABOROWSKI und DAHM 1996). Durch die Neukonzeption sollten Kosteneinsparungen erreicht und gleichzeitig das Stichprobenverfahren durch unterschiedliche Stichprobendichten besser auf die angestrebten Genauigkeiten ausgerichtet werden. Die neu konzipierte Betriebsinventur soll daneben folgende Ziele und Vorgaben erreichen:

- Die Inventurkosten sollen durch eine Senkung des Inventuraufwandes, vor allem durch eine Reduktion des Aufwandes bei der Erfassung des Schwachholzes reduziert werden. Dabei soll gleichzeitig die Inventurgenauigkeit beim wirtschaftlich wie auch ökologisch relevanten Stark- und Wertholz verbessert werden.

- Der Vorrat als primäre Zielgröße soll für die Hauptbaumartengruppen und den Gesamtbetrieb sowie für einzelne Straten, wie z.B. Bestandestypen, Waldentwicklungstypen und Behandlungstypen, mit einer befriedigenden Genauigkeit erhoben werden. Die alte Kontrollstichprobe strebte einen gesamtbetrieblichen Vorratsfehler von $\pm 5\%$ an. Dies führte, wie bereits beschrieben, zu sehr geringen Stichprobenfehlern bei flächenmäßig überrepräsentierten jüngeren Beständen, während das Altholz mit zu hohen Fehlern erhoben wurde. Eine Neuausrichtung der Genauigkeitsanforderungen zu Gunsten des Starkholzes war erforderlich. Es wird zukünftig i.d.R. ein Stichprobenfehler von $\pm 5\%$ für das Starkholz im Bereich von BHD 50 cm und mehr bei Laubholz und von BHD 35 (40) cm und mehr beim Nadelholz angestrebt. Beim Vorrat des schwächer dimensionierten Holzes werden deutlich höhere Schätzfehler (bis zu $\pm 30\%$) toleriert. Diese Anforderungen waren im Vorfeld der Optimierung durch eine Arbeitsgruppe mit Vertretern der Forstämter, der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt (NFV) und des NFP festgelegt worden.
- Die Struktur des Vorrates, bei Wiederholungsinventuren auch die des Zuwachses, sollen flächendeckend zur Verfügung gestellt werden können, damit das wirtschaftlich wichtige Potential an Zielstärke in jedem Forstamt ermittelt werden kann und die Voraussetzungen zur treffsicheren Simulation der Zielstärkenentwicklung geschaffen werden.
- Die Ergebnisse der Betriebsinventur sollen auf jeden Fall dem Forsteinrichter rechtzeitig zum Waldbegang zur Verfügung gestellt werden, da von der Kenntnis der betrieblichen Inventurergebnisse erhebliche Vorteile bei der Beurteilung des Waldzustandes und der Ausrichtung der Produktions- und Nutzungsplanung erwartet werden.
- In strukturreichen Wäldern, in denen die bisherigen Inventurmetho-den an ihre Grenzen gelangt sind, sollen durch die Betriebsinventur verbesserte planungsrelevante Grundlageninformationen bereitgestellt werden.
- Die Betriebsinventur soll eine objektivere Kontrolle der Nachhaltigkeit sowie der Bestandesentwicklung ermöglichen. Daneben liefern die Entwicklungen von BHD-Klassen, Zielstärken, Wertklassen, ökologischer Parameter, Walderneuerung wichtige Daten über die Veränderungen.
- Ein Problem für die praktische Forsteinrichtung war bzw. ist immer die Quantifizierung der Verbiß- und Schälschäden. Bei der Bearbeitung der Wildproblematik können vielfach die okularen Einschätzungen des Forsteinrichters von den betroffenen Mitarbeitern vor Ort angezweifelt werden. Mit der Betriebsinventur soll es zukünftig möglich sein, objektiv die Verbiß- und Schälsituation in Forstämtern einzuschätzen.
- Ähnlich verhält es sich mit den Informationsansprüchen von seiten des Naturschutzes. Auch hier soll es mittels der Betriebsinventur zukünftig möglich sein, die Situation hinsichtlich des Vorkommens an liegendem und stehendem Totholz, Horst- und Höhlenbäumen und anderer naturschutzrelevanter Parameter mit quantifizierbaren Fehlern einzuschätzen.
- Wichtig sind zukünftig weiterhin der Nachweis und die Dokumentation von langfristigen Entwicklungen wie Zuwachs, Schäden, Vorratsgliederung und anderer Parameter.
- Durch ein landesweit flächendeckendes Netz von Betriebsinventuren soll langfristig die Genauigkeit für überbetriebliche Auswertungen verbessert werden. Darüber hinaus soll die Forschung an Versuchsanstalten und Universitäten bei der Erstellung von regionalen und örtlichen Wuchsmodellen sowie der Erarbeitung von Mortalitäts-, Verjüngungs- und Konkurrenzmodellen unterstützt werden. Zudem soll ein landesweit einheitliches Grundnetz die Betriebsinventur zukünftig unabhängig von Organisationsänderungen machen.
- Im Laufe der Jahre sind auch viele Wälder anderer Besitzarten mit der Kontrollstichprobe inventarisiert worden. Dieses Dienstleistungsangebot und das Vertrauen der Waldbesitzer auf Stabilität und Kontinuität des Stichprobenverfahrens muß auch zukünftig durch die Betriebsinventur gewährleistet bleiben.
- In Niedersachsen existiert ein flächendeckendes Netz von Naturwäldern. Diese dienen der Erforschung der Eigendynamik von Waldgesellschaften ohne menschliche Beeinflussungen. Die flächendeckende Betriebsinventur soll zukünftig eine vergleichende Betrachtung der Natur- und Wirtschaftswälder ermöglichen. Diese war bislang nicht möglich, da zum einen die Stichprobe nicht flächendeckend vorlag und zum anderen die Verfahren in beiden Waldformen unterschiedlich waren.

3 Methodik

Zur Erreichung der oben skizzierten Ziele und Anforderungen bietet sich ein zweiphasiges Stichprobenverfahren an (SABOROWSKI und DAHM 1996). Bei diesem Stichprobentyp werden in der ersten Phase Hilfsvariablen mit einem relativ hohen Stichprobenumfang erhoben, die dann dazu dienen, das Inventurgebiet in „sinnvolle“ Straten oder Teilgebiete aufzuteilen.

Da eine Verdichtung in räumlich zusammenhängende Straten, wie etwa Befundeinheiten, allein nicht sehr vielversprechend ist, wurden weitere Prä-Stratifizierungsmerkmale, nämlich Altersklassen und Bestandestypengruppen sowie Kombinationen der beiden Merkmale, bei der Suche nach geeigneten Stratifizierungsmerkmalen ins Auge gefaßt. Diese Merkmale sind jedoch vor einer Stichprobenerhebung nicht flächendeckend bekannt. So ist es vor der eigentlichen Erhebung der Probeflächen im Gelände notwendig, in einer ersten Phase die Klassifizierung einer großen Anzahl von Stichprobepunkten im Wald vorzuschalten.

Erste Untersuchungen am vorliegenden Datenmaterial der bestehenden Kontrollstichprobeforstämter in Niedersachsen ergaben sehr schnell, daß der vorgegebene prozentuale Stichprobenfehler für die jeweils höchste Durchmesserklasse (=Starkholz) besonders bei den jeweils weniger stark vertretenen Baumarten häufig nicht mit realistischen Stichprobenumfängen erreichbar ist. Demgegenüber wurden die mittleren und unteren Durchmesserklassen meist sehr viel genauer als gefordert eingeschätzt.

Als vorteilhafteste Variante erwies sich eine Stratifizierung nach vier vierzigjährigen Alterstufen sowie nach zwei Bestandestypengruppen (Laub- oder Nadelbäume führend). Die Ansprache dieser Straten in der ersten Phase läßt eine relativ fehlerfreie Zuordnung der Waldpunkte erwarten. Zudem sind die so gebildeten Teilgebiete verhältnismäßig großflächig. Eine stärker an das Bestandesalter angepaßte Stratifizierung hat den Nachteil, daß bei einer Wiederholungsinventur mehr Probeflächen in ein anderes Stratum wechseln. Auch wenn die Stichprobenanteile der Phase II von Altersstufe zu Altersstufe wechseln, wird bei einem 10jährigen Inventurturnus die Kontinuität zu den vorhergehenden Erhebungen weitgehend gewahrt. Die Anteile der Stichprobe, die in der zweiten Phase in den Straten erneut ausgewählt werden sollen, sind so bestimmt worden, daß sie die voraussichtlichen Stichprobenfehler minimieren und gleichzeitig ein vorgegebener Gesamtstichprobenumfang in der zweiten Phase eingehalten wird. Zudem muß berücksichtigt werden, daß die Wiederholungsinventur auf die Optimierung zum Zeitpunkt der Erstinventur zurückgreift, so daß bei wenigen Straten am ehesten von einer annähernd unveränderten Situation ausgegangen werden kann. Eine empirische Bestätigung dieser Annahme ist bei SABOROWSKI und DAHM (1997) sowie DAHM und SABOROWSKI (1998) zu finden. Der Umfang der Umsetzungen zwischen den einzelnen Straten und die Auswirkungen auf den Stichprobenfehler im Rahmen der zweiphasigen Stichprobe wird derzeit untersucht.

Im Hinblick auf die zukünftige Anwendung des Verfahrens in Forstämtern ohne bisherige Kontrollstichprobe wurden ebenso wie für die bisherigen Kontrollstichprobeforstämter überbetriebliche Optima der terrestrisch zu erhebenden Stichprobenanteile in den 8 ausgewählten Straten bestimmt. Die globale Schätzung führte in allen Forstämtern meist nur zu geringfügig schlechteren Ergebnissen als eine individuelle Optimierung. Daher werden in Zukunft in bisherigen Kontrollstichprobeforstämtern die individuellen Optima, in allen erstmalig aufzunehmenden Forstämtern die überbetrieblichen Optima verwendet.

Der prozentuale Stichprobenfehler wird durch die Anzahl der in der ersten Phase aufzunehmenden Punkte nur sehr gering beeinflusst. Es genügt daher, in der ersten Phase eine re-

lativ geringe Anzahl von 0,5 bis 0,75 Punkten/ha (etwa 2 500 bis 3 500 Punkte/5 000 ha) zu interpretieren. Die Festlegung der in Phase II insgesamt im Gelände aufzunehmenden Stichprobenpunkte ist von der angestrebten Genauigkeit und dem zur Verfügung stehenden Budget abhängig. Allgemein gilt, daß die Kosten der Stichprobenaufnahme mit der Anzahl der Stichproben fast linear zunehmen, während der Standardfehler eines Stichprobenergebnisses dagegen gleichzeitig nur proportional zur Quadratwurzel der Anzahl der Stichproben abnimmt. Höhere Genauigkeiten erfordern demnach deutlich höhere Stichprobenumfänge und damit auch einen deutlich höheren Mitteleinsatz. Die Auswahl des Gesamtstichprobenumfanges kann bei der vorliegenden zweiphasigen Betriebsinventur mit Hilfe von baumartengruppenspezifisch entwickelten Schätzfunktionen festgelegt werden, die in Abhängigkeit vom Stichprobenumfang die prozentualen Stichprobenfehler aufzeigen.

4 Verfahren

Ab Stichjahr 1999 soll die Betriebsinventur landesweit in allen Niedersächsischen Forstämtern durchgeführt werden. Da die meisten Forstämter noch über keine Kontrollstichprobe verfügen, muß für jedes Forstamt der Stichprobenumfang erstmalig festgelegt und das Stichprobennetz neu installiert werden. Dazu müssen in der Phase I des zweiphasigen Stichprobenverfahrens das Stichprobennetz für die Stratifizierung festgelegt und die einzelnen Punkte den Straten „Alterstufe“ und „Laub- oder Nadelbäume führend“ zugeordnet werden. Dies geschieht mit Hilfe von CIR-Luftbildern, die im Auftrage des NFP mit einem analytischen Luftbildauswertungsgerät an der NFV ausgewertet werden.

Um für jedes Forstamt ein einheitliches Gitter aufbauen und die Forstämter zueinander in die richtige geographische Orientierung bringen zu können, mußte landesweit ein einheitliches Grundnetz geschaffen werden. Für dieses Stichprobennetz wurde in Niedersachsen ein Abstand von 100 m x 100 m gewählt. Die sich ergebenden Schnittpunkte liegen immer auf vollen 100 m Rechts- und Hochwertkoordinaten des III. GAUß-KRÜGER-Systems. Ausgenommen sind hiervon einige der Forstämter mit einer bestehenden Kontrollstichprobe. Bei ihnen wird das bestehende Stichprobennetz möglichst beibehalten, um Veränderungen besser aufzeigen zu können. Durch ein einheitliches Grundnetz sind in Niedersachsen die Voraussetzungen geschaffen, daß sich auch weitere Inventuren und Kartierungen, wie z. B. die Bodenprofile der Standortkartierung, an diesem Grundnetz ausrichten können. Vorhandene Punkte der Waldschadens- oder Bodenzustandserhebungen (WSE, BZE) werden möglichst in das Grundnetz integriert. Dies erleichtert die Verknüpfung von Informationen fachlich unterschiedlicher Inventuren (z. B. Standort - Leistungsbezug).

Die für die Auswertung benötigten Luftbilder werden eigens für diesen Zweck im Hochsommer vom gesamten Inventurgebiet in CIR-Qualität angefertigt. Diese Luftbilder finden nach Abschluß der Stratifizierung in Phase I u. a. weitere Verwendung bei den Waldbegängen des Forsteinrichters, bei der Erstellung der Betriebskarten sowie bei weiteren Sonderauswertungen. Kontaktkopien stehen nach Abschluß der Forsteinrichtung den Forstämtern und Revieren zur Weiterverwendung zur Verfügung. Die Originale werden als Dia-Positive in der NFV archiviert. Durch diese Mehrfachnutzung amortisiert sich der Anschaffungspreis der durch Eigenbefliegung beschafften Luftbilder erheblich.

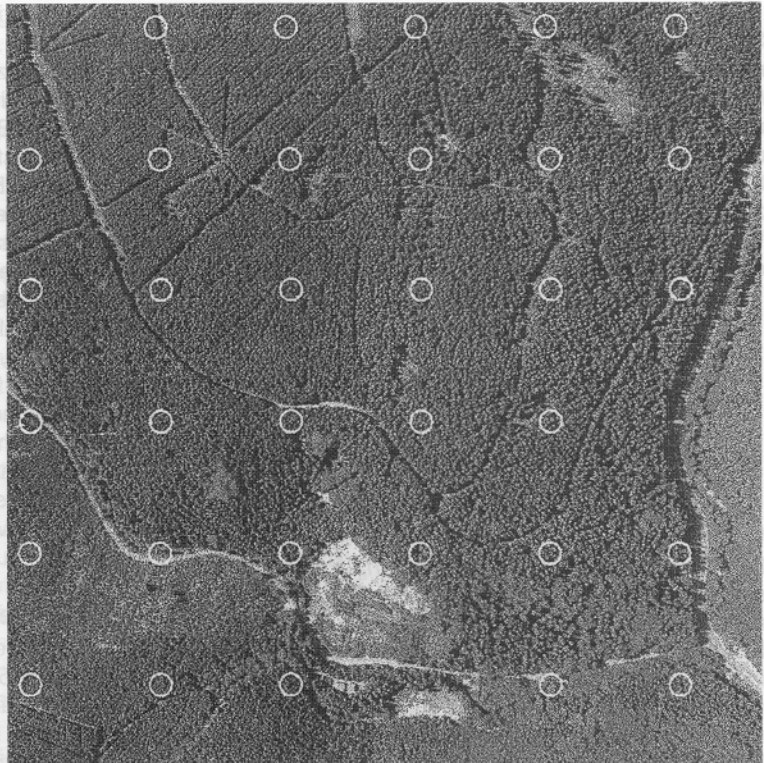


Abb. 1: Auswertung der Phase I im CIR-Luftbildmodell (schematisch nach ACKERMANN, 1997).

Die weißen Kreise – im Abstand von 100 m x 100 m – stellen maßstabsgerecht die Stichprobenkreise mit 13 m-Radius dar. Jeder Kreis wird einem der 8 Straten (4 Altersstufen und 2 Bestandestypengruppen) zugeordnet.

Zur Vorbereitung der Luftbildauswertung gehört auch die Generierung des Stichprobengrundnetzes für den Bereich der aufzunehmenden Flächen (ACKERMANN 1997). Dazu werden die landesweiten 100 m x 100 m-Koordinaten mit den digitalisierten Außengrenzen der Forstorte und Einzelflächen verschritten. Im Rahmen der Phase I-Luftbildauswertung werden im Luftbildmodell im Abstand von 100 m x 100 m die einzelnen Stichprobenkreise den Straten „Alterstufe“ und „Laub- oder Nadelbäume führend“ zugeordnet (s. Abb. 1). Dabei werden Forsteinrichtungsdaten und Betriebskarten zu Hilfe genommen. Es werden nur Stichproben auf Holzbodenflächen berücksichtigt. Neben den erfaßten Punktmerkmalen werden auch die geographischen Koordinaten jedes einzelnen Phase I-Punktes gespeichert.

DAMIT SIE MIT IHREM WALD RECHNEN KÖNNEN

Kompetenz in digitaler Datenverarbeitung

- kostensparend
- leistungsfähig
- zukunftsorientiert

GIS-Dienstleistungen mit
systemintegrierter Luftbildauswertung für
Forst- und Landwirtschaft

Gesellschaft für
Umweltmonitoring
und Fernerkundung bR

Schulstraße 5 D-37136 Holzerode Tel: +49-5507-91473 Fax: +49-5507-91474



Aus der Luftbildinterpretation wird die Verteilung der Stichprobenanteile V_h auf die 8 Straten ermittelt. Gehören nach Abschluß der ersten Phase n_h' Punkte zu einem Stratum h , so würden mit dem optimalen V_h (überbetriebliches Optimum) insgesamt $\sum V_h n_h'$ Punkte in der zweiten Phase aufgenommen werden. Um annähernd den geplanten gesamtbetrieblichen Stichprobenumfang n in der zweiten Phase, z. B. $n = 700$, zu erreichen, müssen stattdessen die Anteile $V_{h,neu}$ verwendet werden. Die Berechnungen erfolgen gemäß der nachstehenden Formel (C=Korrekturfaktor):

$$V_{h,neu} = C \cdot V_h \Leftrightarrow C \cdot \sum_{h=1}^8 V_h \cdot n_h' = 700 \Leftrightarrow C = \frac{700}{\sum_{h=1}^8 V_h \cdot n_h'}$$

$V_{h,neu} n_h'$ -Punkte sind nun zufällig oder systematisch aus der Liste der zum Stratum h gehörigen n_h' Punkte auszuwählen und terrestrisch aufzunehmen. Die zufällige Auswahl der terrestrisch aufzunehmenden Stichproben kann eine zufällige Klumpung aller, in einem Stratum h aufzunehmenden Punkte in z. B. einem einzigen Forstort bewirken. Um dem entgegenzuwirken, erfolgt die Auswahl der terrestrisch aufzunehmenden Punkte mittels eines Zuordnungsalgorithmus, den NAGEL (1998) entwickelt hat. Dieser wählt die Stichprobenpunkte zufällig in einem Raster aus, das mehr oder weniger gleichmäßig über das Inventurgebiet verteilt ist.

In die Arbeitskarten (Forstgrundkarte im Maßstab 1:5 000) für die Aufnahmetrupps werden die Punkte der Phase I und Phase II automatisch im GIS-System des NIFIS aus dem Datensatz eingezeichnet. Ergänzt wird der geometrische Datensatz der Arbeitskarte im Falle der Erstinventur im „On-screen-Verfahren“ um die Einmeßentfernungen für die einzelnen Stichprobenpunkte.

In den bisherigen Kontrollstichprobeforstärtern wird sich das Stichprobennetz für die terrestrische Aufnahme an der Netzweite der bestehenden Kontrollstichprobe orientieren müssen. Das Verfahren zur Auswahl der terrestrischen Stich-

proben ist aber identisch. Je nach Ergebnis der Optimierung werden lediglich bestehende Kontrollstichprobenpunkte in den einzelnen 8 Straten aufgegeben oder neue Stichprobenpunkte in das bestehende Raster aufgenommen.

Die Betriebsinventur wird ein grundlegender und integrierter Bestandteil des gesamten Forsteinrichtungsverfahrens sein. In Betrieben mit dieser messenden Inventur werden keine weiteren Messungen im Einzelbestand durchgeführt. Die Ertragstafeln werden dort nicht angewendet. Um die Ergebnisse der Betriebsinventur vollständig für Nutzungs- und Produktionsplanungen, Naturkontrolle und Überprüfung der Nachhaltigkeit im Rahmen der Forsteinrichtung nutzen zu können, sollen diese vor dem Waldbegang des Forsteinrichters zur Verfügung stehen. Durch diese grundlegenden betrieblichen Informationen wird die Qualität der Forsteinrichtung erheblich verbessert. Erfahrungen aus der bayerischen Forsteinrichtungspraxis bestätigen dies (BIERMAYER 1997). Aus dieser Forderung resultiert ein mindestens 6 bis 12monatiger Vorlauf der Betriebsinventur vor der eigentlichen Forsteinrichtung.

5 Ergebnisse

Durch die Verlagerung der Genauigkeitsansprüche von einem 5 %-Stichprobenfehler für den gesamtbetrieblichen Vorrat auf einen 5 %-Fehler für den Vorrat des Starkholzes konnte in den untersuchten Kontrollstichprobeforstärtern der Stichprobenumfang um 26–38 % gesenkt werden. Allein dadurch ist eine deutliche Senkung der Kosten gegeben.

Ferner ergibt sich ein erhebliches Rationalisierungspotential bei den eigentlichen Aufnahmen. Auf den Probekreisen sind die Messungen der Baumhöhen und Durchmesser in 7 m Höhe (D7-Messung) besonders zeit- und auch kostenintensiv. Aus diesem Grunde wurde in der Auftragstudie untersucht, ob die Anzahl dieser Messungen reduziert bzw. auf sie verzichtet werden kann, ohne die Genauigkeit der Hektarvorratsschätzungen wesentlich zu verringern bzw. die Ergebnisse wesentlich zu verzerren.

Mit den Daten aus vier Kontrollstichprobeforstärtern wurden Auswertungen durchgeführt, bei denen jeweils unterschiedliche Methoden für die Höhen- und D7-Schätzungen benutzt wurden. Insgesamt gingen rd. 40 000 Bäume auf rd. 3 800 Probekreisen in die Berechnungen ein, für die etwa 25 000 Höhen- und D7-Messungen vorlagen. Die Kubizierung erfolgte über Volumenfunktionen nach BERGEL (1973) und NAGEL (1997).

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß die Stichprobenfehler des Hektarvorrates von der Methode der Höhen- und D7-Schätzung nahezu unberührt sind. Um einen Überblick über die Unterschiede der verschiedenen Varianten zu einer 0-Variante (alle gemessenen Höhen und D7-Werte verwendet) und den drei anderen Vorratsschätzungen zu gewinnen, wurden die arithmetischen Mittel der in den Untersuchungsforstärtern geschätzten Hektarvorräte gebildet (Tab. 1).

Die Substitution der Höhenmessungen durch geschätzte Werte aus Einheitshöhenkurven führte in den meisten Fällen nur zu unerheblichen Verzerrungen. Gute Ergebnisse lieferte Version 1, bei der die Höhen über Einheitshöhenkurven geschätzt

Tab. 1: Mittlere Abweichungen des Vorrates je Hektar unterschiedlicher Auswertungsvarianten von der 0-Variante.

Zielpopulation	Version 1 Höhe über Einheitshöhen- kurve* geschätzt, D7 gemessen	Version 2 Höhe über Einheitshöhen- kurve* und D7 über Mittelstamm- messung geschätzt	Version 3 Höhe über Einheitshöhen- kurve* geschätzt, keine Angabe von D7
Eiche, BHD < 25 cm	-5,9 %	-9,4 %	-25,9 %
Eiche, BHD 25–50 cm	-0,5 %	-0,7 %	9,2 %
Eiche, BHD > 50 cm	-3,3 %	-1,6 %	6,9 %
Buche, ALh, BHD < 25 cm	-0,1 %	0,9 %	4,3 %
Buche, ALh, BHD 25–50 cm	-0,4 %	-0,6 %	0,7 %
Buche, ALh, BHD > 50 cm	-0,9 %	0,0 %	-0,9 %
ALn, BHD < 30 cm	0,0 %	0,0 %	4,2 %
ALn, BHD > 30 cm	4,2 %	4,2 %	8,5 %
Fichte, Dgl., BHD < 25 cm	2,0 %	1,5 %	17,1 %
Fichte, Dgl., BHD 25–35 cm	0,0 %	-0,4 %	-0,9 %
Fichte, Dgl., BHD > 35 cm	-1,2 %	0,6 %	-3,0 %
Kiefer,Lärche, BHD < 25 cm	0,0 %	-0,5 %	1,0 %
Kiefer,Lärche, BHD 25–40 cm	0,8 %	0,7 %	-2,0 %
Kiefer,Lärche, BHD > 40 cm	0,9 %	1,6 %	-2,3 %

* Einheitshöhenkurve nach SLOBODA et al. (1993) mit Koeffizienten nach NAGEL (1997).

und die D7-Durchmesser gemessen wurden. Hier liegen die Abweichungen lediglich bei Eiche und Fichte, BHD < 25 cm, bei ALn, BHD > 30 cm und bei Eiche, BHD > 50 cm zwischen 2 und 6 %, bei allen anderen Zielpopulationen betragen die Abweichungen maximal 1,2 %. Ähnlich gut sind Ergebnisse der Version 2, bei der neben der Höhe des Mittelstammes als Eingangsgröße für die Einheitshöhenkurven auch dessen D7 als Eingangsgröße für die Schätzung auf einer Probefläche verwandt wurde. Lediglich bei Eiche BHD < 25 cm und ALn, BHD > 30 cm liegen die Abweichungen erheblich über denen der sonstigen Teilpopulationen. Hier betragen sie max. 1,6 %. Werden die Höhen über die Einheitshöhenkurven geschätzt und wird auf die Angabe eines D7-Durchmesser vollständig verzichtet (Version 3), so treten teilweise erhebliche Verzerrungen auf. Hiervon sind besonders die unteren Durchmesserklassen betroffen, wobei Eiche und Fichte, BHD < 25 cm mit einer Unterschätzung von 25,9 % bzw. einer Überschätzung von 17,1 % die größten Abweichungen aufweisen. Die Eiche weist allgemein innerhalb der Baumartengruppen und BHD-Bereiche die größten Abweichungen auf. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß bei den Stichprobenaufnahmen sowohl die „Hähreichen“ oder „Huteeichen“ als auch die, im Bestandesschluß und Dichtstand erwachsenen, wohl geformten Eichen erfaßt werden. Hier kommt dann der große Einfluß des D7 als Formfaktor bei der Volumenberechnung zum Tragen.

Die D7-Messung scheint den größten Einfluß auf die Volumeberechnung auszuüben. Sie ist aber gleichzeitig die zeitaufwendigste und mit großen Fehlerquellen behaftete Messung. Für D7-Messungen sind i.d.R. 3 Mann-Aufnahmetrupps notwendig. Ob eine (Version 1 und 2) oder mehrere Messungen (Version 0) durchgeführt werden, ist für die Zeit- und Kostenkalkulation letztlich unerheblich, da die Höhe der Kosten dadurch nur geringfügig beeinflusst wird.

In Anbetracht des großen Aufwandes, den vor allem die D7-Messungen verursachen, hat sich die LFV entschlossen, **keine D7-Messungen** mehr auf den Probekreisen durchzuführen, wohl wissend, daß dadurch die Volumenschätzungen bei junger Eiche sowie junger Fichte und Douglasie z. T. erheblich verzerrt sein können. Dies ist aber deswegen nicht so sehr von Bedeutung, weil im Schwachholzbereich bewußt ein höherer Vorratsfehler toleriert wird. Auf den Probeflächen wird also je Baumartengruppe (Laub- oder Nadelbäume) und Schicht nur die Höhe des jeweilig eingeschätzten Grundflächenmittelstammes gemessen.

Weitere Rationalisierungen konnten durch die **Reduktion der gestaffelten Probekreise** erreicht werden. Die Parameter wurden bisher auf drei konzentrischen Kreisen mit den Radien 5,64 m (Bäume unter 20 cm BHD), 7,98 m (Bäume von 20 bis 30 cm BHD) und 12,62 m (Bäume ab 30 cm BHD) erhoben. Simulationen ergaben, daß sich die Stichprobenfehler bei einer Verschmelzung der beiden kleineren Kreise fast gar nicht veränderten, so daß in Zukunft die beiden kleinen Kreise zu einem Kreis mit 5 m-Radius zusammengefaßt werden. Die Anzahl der BHD-Messungen und der Grenzstammkontrollen vermindert sich hierdurch erheblich.

Eine Veränderung des großen Probekreises (12,62 m) beeinflusst vor allem die Genauigkeit, mit der die oberen Durchmesserklassen erfaßt werden. Da in dieser Zielpopulation oftmals die gewünschten Schätzgenauigkeiten nicht erreicht werden, würde bei gleicher Genauigkeitsanforderung eine Reduktion des großen Kreises zu höheren Stichprobenumfängen führen. Ein Vergleich des Arbeitsaufwandes auf den Probeflächen mit der Aufnahme zusätzlicher Probeflächen führte zu dem Ergebnis, daß tendenziell der große Probekreis eher vergrößert werden sollte. Er wird zukünftig mit einem Radius von 13,0 m aufgenommen.

Weitere Rationalisierungsmöglichkeiten im Bereich der Inventur- und z. T. auch Auswertungsarbeiten werden vor allem von dem beabsichtigten Einsatz mobiler Datenerfassungs-

geräte (MDE) erwartet. Der Einsatz solcher Geräte bei der Probekreisaufnahme hat folgende Vorteile:

- Die Datensätze werden vor Ort eingegeben bzw. bei einer Folgeinventur ergänzt. Eine Dateneingabe im Innendienst entfällt.
- Gleichzeitig mit der Dateneingabe wird eine Fehler- und Plausibilitätsprüfung und eine Vollständigkeitskontrolle vorgenommen. Fehlende oder falsch eingegebene Daten können direkt vor Ort ergänzt bzw. korrigiert werden. Da alle Messungen optimiert wurden und nur noch die statistisch notwendigsten Messungen, wie z. B. die Baumhöhe, erhoben werden, hat jede Messung im Vergleich zur früheren Kontrollstichprobe eine überproportional große Bedeutung bei der Berechnung der Zieldaten. Das Fehlen einer Messung wirkt sich deshalb gravierender auf die Schätzgenauigkeit aus. Daher ist eine lückenlose und sorgfältige Messung und Erfassung der Inventurdaten höchstes Gebot der Betriebsinventur. Eine Korrektur vor Ort genießt aus diesen Gründen Vorrang vor jeder noch so genauen nachträglichen Berechnung von fehlenden Daten.
- Da die Daten fehlerfrei das NFP erreichen und die Ergebnisse direkt berechnet werden können, wird das Auswertungsverfahren deutlich beschleunigt. Arbeitsschritte, wie Erfassung der Datenbelege und Datenkorrekturen entfallen.
- Nicht zu unterschätzen ist auch der Umstand, daß bei Schlechtwetter länger gearbeitet werden kann (STARKE 1989). Die MDE-Geräte der neuen Generation arbeiten i. d. R. selbst bei tieferen Temperaturen und bei Regen fehlerfrei.

Diesen Vorteilen steht der relativ hohe Anschaffungspreis der Geräte als Nachteil gegenüber. Zudem muß verfahrenstechnisch für Aus- und Sonderfälle dennoch eine Belegerfassung vorgehalten werden.

6 Erste praktische Erfahrungen und Kostenkalkulation

Im Jahr 1996 wurde im Forstamt Erdmannshausen¹⁾ die turnusmäßige Folgeaufnahme der Kontrollstichprobe nach dem alten Verfahren durchgeführt. Bei der Aufnahme der Stichprobenkreise wurden bereits die Einsparvorschläge für diese Teilarbeit berücksichtigt (Reduktion der Höhenmessungen, Wegfall der D7-Messung u. a.). Die Aufnahme erfolgte durch ein fachlich qualifiziertes Unternehmen.

Gleichzeitig wurde auch das zweiphasige Stichprobenverfahren in die Praxis eingeführt. Die Datenaufnahme der Kontrollstichprobe nach dem alten Verfahren erfolgte auf 936 Probeflächen, die in einem Rechteckverband von 150 m x 250 m in der Betriebsklasse Erdmannshausen und 160 m x 250 m in der Betriebsklasse Diepholz über die Gesamtfläche von rd. 3 960 ha verteilt wurden. In der Phase I des zweiphasigen Verfahrens wurde eine Stichprobe mit $n' = 3\ 679$ Stichprobenpunkten erhoben. Die Stichproben der alten Kontrollstichprobe bildeten eine Unterstichprobe. Die Zuordnung zu den acht Straten erfolgt manuell über Betriebskarten und Luftbilder (Tab. 2).

In der zweiten Phase wurden aus der Stichprobe der Phase I 700 Stichprobenpunkte gezogen. Hierbei konnte der Stichprobenumfang in den meisten Straten gegenüber der herkömmlichen Kontrollstichprobe verringert werden. Nur in den Beständen mit führenden Nadelbäumen im Alter unter 40 Jahre und im Alter zwischen 81 und 120 Jahre mußten insgesamt 24 zusätzliche Probeflächen aufgenommen werden. Im Forstamt Erdmannshausen bleibt daher auch bei einer Umstellung auf das neue Verfahren die geforderte Kontinuität gegenüber den vorherigen Erhebungen weitgehend erhalten.

Zur Beurteilung der beiden Stichprobenverfahren sind die Stichprobenfehler, mit denen die Hektarvorräte der Hauptbaumarten geschätzt wurden, ein wichtiges Kriterium (Abb. 2).

Die Schätzgenauigkeit im Bereich der oberen Durchmesserklassen bei Eiche und Buche hat sich durch die zweiphasige Inventur deutlich verbessert. Bei Fichte, BHD > 35 cm wurde von beiden Verfahren das Starkholz mit demselben Fehler geschätzt, bei Kiefer trat in den stärksten Durchmes-

¹⁾ Das Staatliche Forstamt Erdmannshausen ist seit dem 1.10.1997 mit Flächen des Staatlichen Forstamtes Syke zu dem Niedersächsischen Forstamt Erdmannshausen neu organisiert worden.

Tab. 2: Verteilung der zweiphasigen Stichprobe im Forstamt Erdmannshausen.

Stratum		n'_h	prozentualer Anteil Phase II
Laubbäume führend	1–40 Jahre	506	0,15
	41–80 Jahre	345	0,08
	81–120 Jahre	428	0,12
	> 120 Jahre	145	0,13
Nadelbäume führend	1–40 Jahre	827	0,25
	41–80 Jahre	1 085	0,21
	81–120 Jahre	188	0,33
	> 120 Jahre	155	0,17
		$n' =$	3 679

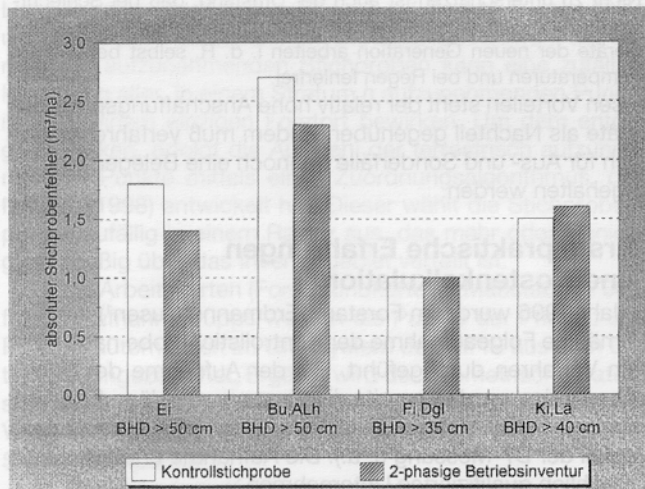


Abb. 2: Absolute Stichprobenfehler des Hektar-Vorrates der wichtigsten Baumartengruppen bei der Kontrollstichprobe und zweiphasigen Betriebsinventur 1997 im Forstamt Erdmannshausen. Angegeben sind jeweils nur die Ergebnisse für die stärksten Durchmesserklasse je Baumartengruppe.

serklassen durch die zweiphasige Betriebsinventur mit 700 Probekreisen in der zweiten Phase ein geringfügig größerer Fehler als durch die bisherige Kontrollstichprobe mit 936 Probeflächen auf.

Auch in den unteren Durchmesserklassen kam es bei der zweiphasigen Betriebsinventur zu keiner deutlichen Verschlechterung der Schätzgenauigkeiten. Maximal hat sich der Stichprobenfehler bei der Eiche, BHD 25 cm–50 cm, von absolut $\pm 1,2$ Vfm/ha auf $\pm 1,8$ Vfm/ha vergrößert. In allen anderen Fällen nimmt der Stichprobenfehler nur um $\pm 0,1$ Vfm/ha bis $\pm 0,2$ Vfm/ha zu. Bei der Kiefer, BHD 25 cm–40 cm, tritt sogar eine Verbesserung der Schätzgenauigkeit gegenüber dem bisherigen Verfahren ein.

Ferner konnte durch den Einsatz der zweiphasigen Betriebsinventur das absolute Stark- und Wertholzvolumen der Altkiefern im Forstamt Erdmannshausen (HÖHER 1994, 1997) im Vergleich zur bisherigen Kontrollstichprobe mit einer um 18 % geringeren Abweichung auf rd. 1 000 Vfm genau (entspricht einer Abweichung von - 7 %) ermittelt werden.

7 Bewertung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die zweiphasige Betriebsinventur in der praktischen Erprobung die bei ihrer Konzeption gestellten Erwartungen und Ziele erfüllt hat. Mit einer deutlich, d.h. um mehr als 25 % geringeren Anzahl an Stichproben (700 Stichproben) konnten bei der zwei-

phasigen Betriebsinventur insgesamt ähnliche Schätzgenauigkeiten erreicht werden wie bei der bisherigen einphasigen Kontrollstichprobe mit ihren 936 Stichproben. Gleichzeitig ist eine bessere Anpassung an die Zielgenauigkeiten einiger Baumartengruppen erreicht worden. Insbesondere die Vorratsschätzungen in den stärkeren Durchmesserklassen der Hauptbaumarten haben sich verbessert, während in den schwächeren Durchmesserklassen die Stichprobenfehler nur geringfügig angewachsen sind.

Ein weiteres wesentliches Ziel der neu konzipierten Betriebsinventur war es, die Kosten im Vergleich zur bestehenden Inventur zu senken. Rationalisierungen ergaben sich zum einen durch Anwendung eines zweiphasigen Verfahrens und zum anderen durch die Reduktion der Messungen auf den Probekreisen.

Bei dem bisherigen Verfahren der Kontrollstichprobe wurden die Probekreise mit durchschnittlichen Kosten von 130 DM (100 bis 140 DM), inkl. Lohnnebenkosten von 140 %, je Probekreis mit eigenem Personal aufgenommen. Um einen Vergleich mit den Aufnahmen der zweiphasigen Betriebsinventur zu ermöglichen, die durch Unternehmer durchgeführt wurden, werden die o. a. Kosten bei den Lohnnebenkosten um 40 % reduziert. Es ergibt sich damit ein Kostensatz je Probekreis von 89,70 DM, inkl. 15 % Mehrwertsteuer. Durch die Reduktion des Meßaufwandes (Reduktion der Höhenmessungen, Wegfall der D7-Messungen, Veränderung der Probekreisgrößen) konnten die Aufnahmekosten auf 69 DM (inkl. 15 % Mehrwertsteuer) reduziert werden. Für die Aufnahme und Auswertung der Luftbilder, mit denen zukünftig die Stratifizierung in der ersten Phase durchgeführt werden soll, entstehen landesweit – je nach Größe und Zersplitterung der Befliegungsgebiete – für die Aufnahme durchschnittliche Kosten von 1 DM/ha (0,75 DM bis 1,5 DM/ha), für die Auswertung²⁾ von rd. 1 DM/ha. Bezogen auf das 3 960 ha große Forstamt Erdmannshausen ergeben sich somit für das zweiphasige Verfahren Inventurkosten von rd. 14 DM/ha, wobei eine Berücksichtigung der Mehrfachnutzung der Luftbilder ein noch günstigeres Ergebnis liefern würde. Das bisherige Verfahren hätte bei Aufnahme von 936 Stichproben Kosten in Höhe von 936 Stichproben x 89,70 DM = 83 959 DM verursacht. Dies entspräche einer Kostenbelastung je Hektar von 21,20 DM. Eindrucksvoller ist der Vergleich mit der Kostenbelastung des „alten“ Kontrollstichprobenverfahrens ohne jegliche Rationalisierung. Sie hätte 122 000 DM (130 DM x 936 Probekreise) oder rd. 31 DM/ha gekostet.

Mithin ergibt sich durch das überarbeitete Stichprobenkonzept der Betriebsinventur eine Kosteneinsparung von rd. 27 740 DM (= 7 DM/ha), d. s. 33 %, gegenüber der bisherigen Kontrollstichprobe. Im Vergleich zur bisherigen Kontrollstichprobe ohne jegliche Rationalisierung liegen die Einsparungen sogar im Bereich von 49 %. Werden nur die Rationalisierungsvorschläge für die Probekreisaufnahmen berücksichtigt, so ergeben sich für die bisherige Kontrollstichprobe Inventurkosten von 64 584 DM (936 Stichproben x 69 DM) oder 16,31 DM/ha. Allein die Reduktion des Meßaufwandes bei den Probekreisaufnahmen im Gelände bringt Einsparungen in Höhe von 19 375 DM oder von etwa 23 % gegenüber der bisherigen Kontrollstichprobe.

Bei allen Sparzwängen bleibt jedoch zu berücksichtigen, daß der Stichprobenumfang nicht beliebig weit gesenkt werden kann, da sonst zwangsläufig die Möglichkeiten zur Auswertung von Einheiten unterhalb der Betriebsebene stark eingeschränkt bzw. unmöglich werden. Auch hier bietet die vorgestellte zweiphasige Betriebsinventur die Möglichkeit, über die Angabe des Gesamtumfanges der in Phase II betrieblich zu erhebenden Stichproben, steuernd und flexibel einzugrei-

²⁾ Die Abschreibungskosten für das Luftbildauswertungsgerät der NFV sind in der Kalkulation nicht enthalten.

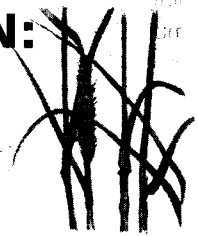
fen. Dennoch ist hier weitere Forschung wünschenswert, um die Stichprobe hinsichtlich ihrer Kosten zu optimieren.

Die Kontinuität von Folgeinventuren in Betrieben mit alten Kontrollstichproben kann durch die zweiphasige Betriebsinventur gewährleistet werden, da sich diese Inventuren nach dem bisherigen Verfahren gut in das neue Verfahren integrieren lassen.

Weiterer Forschungsbedarf ist sicherlich noch hinsichtlich des Umfanges der Probekreis-Umsetzungen innerhalb der acht Straten im Zuge der Folgeinventur und deren Auswirkung auf die Genauigkeit der Zielgrößen-schätzung notwendig. Verfahrenstechnisch sind weitere Rationalisierungen und Kosteneinsparungen bei der Stratifizierung in der Phase I dann zu erwarten und denkbar, wenn das Kartenwerk der Forstgrundkarte digital vorliegt. Durch die Verschneidung der geometrischen Karteninformationen mit den fachlichen Informationen der einzelbestandesweisen Forsteinrichtungsdatenbank und der Stichprobennetze innerhalb von NIFIS wäre eine Zuordnung der Punkte zu den Straten in der ersten Phase denkbar. Dies könnte – Katastrophereignisse ausgenommen – die Verwendung der Luftbilder und die Auswertung derselben zum Zwecke der Vorstratifizierung ersetzen. Hier besteht allerdings noch Forschungsbedarf, um die Auswirkungen auf die Genauigkeit einschätzen zu können, wenn anstelle der realitätsgetreuen Luftbildinformationen die i. d. R. punktuell verallgemeinerte Information des Forsteinrichtungsdatensatzes verwendet wird. Das zweiphasige Stichprobenverfahren könnte dann auch durch eine einfachere und genauere einphasige stratifizierte Stichprobe ersetzt werden.

Für eine Senkung der Kosten ist neben der Reduktion des Stichprobenumfangs auch die Reduktion des Meßaufwandes auf den Probekreisen entscheidend. Hier bleibt es natürlich jedem Anwender dieses Konzeptes überlassen, inwieweit er die entstehenden Ungenauigkeiten bei der Voluminierung akzeptieren will. Die LFV hat hier die Entscheidung zu Ungunsten der Vorratsgenauigkeit in den schwächeren Durchmesserklassen bei einigen Baumarten, wie

WENN GRÄSER DEN KULTUREN IM WALD ÜBER DEN KOPF WACHSEN: FUSILADE ME



Das selektive Mittel gegen Gräser in Forst, Baumschulen und Weihnachtsbaumkulturen.

Von den forstlich bedeutenden Gras-Arten werden u. a. folgende mit Fusilade ME sicher bekämpft:

- Reitgräser	- Straußgräser	- Quecke	- Drahtschmiele
- Honiggräser	- Pfeifengras	- Rasenschmiele	(ausreichend)

- Fusilade ME setzt mit 4 l/ha die forstlich besonders gefährlichen Grasdecken zurück bzw. schaltet sie aus.
- Fusilade ME kann ohne Rücksicht auf den Entwicklungsstand der Kulturpflanze gespritzt werden, sobald die Grasdecke 10 - 15 cm hoch ist.
- Fusilade ME wird **ohne Abschirmung** ausgebracht, weil es nur Gräser erfaßt.
- Statt monotoner Grasdecken, Mäusebiotopen und Frostgefahr wachsen artenreiche Pflanzendecken und Biotope für Tiere im und über dem Boden.
- Fusilade ME hat **keine Wasserschutzgebietsaufgabe**.

FUSILADE
ME

ZENECA Agro

FUF 1096

z. B. Eiche und Fichte, getroffen. Dieses erscheint vertretbar, da in den betroffenen jüngeren Entwicklungsphasen bei der Behandlung der Baumarten die Kenntnis des Vorrates und seiner Höhe grundsätzlich hinter waldbaulichen Pflegeaspekten zurücktritt.

In Zukunft soll in jedem Niedersächsischen Forstamt im Rahmen des 10jährigen Forsteinrichtungsturnus eine Betriebsinventur durchgeführt werden. Dies bedeutet, daß jährlich eine Fläche von rd. 35 000 ha Staatswald bearbeitet werden muß. Dieses Arbeitsprogramm kann sich ggf. geringfügig um die Flächen von größeren Betreuungforsten erhöhen. Die Außenaufnahmen der Stichprobenkreise sollen zukünftig an forstlich qualifizierte Unternehmen vergeben werden.

Bisher war es in der Niedersächsischen Landesforstverwaltung nur notwendig, die Kontrollstichprobe in einem Forstamt, d. h. jährlich auf rd. 6 000 ha, stabil zu halten. Die Abwicklung der Betriebsinventur auf der gesamten jährlichen Forsteinrichtungsfläche erfordert ein Verfahren mit einfachen Arbeitsabläufen und laufsicherer Hard- und Software, wenn die Ergebnisse – wie geplant – dem Forsteinrichter rechtzeitig zum Waldbegang zur Verfügung stehen sollen. Ferner wird den Mitarbeitern, die federführend die Ausschreibungen, die Einweisungen der Aufnahmetrupps, die Kontrollen u.a. Verfahrensschritte betreuen, neben den fachlichen Kenntnissen der Stichprobentheorie und des -verfahrens auch ein hohes Maß an Organisationsfähigkeit abverlangt. Hier werden langfristig „Spezialisten“ benötigt.

8 Zusammenfassung

Strukturreiche, gemischte und ungleichaltrige Waldbestände, geänderte waldbauliche Zielsetzung und der angestrebte Umbau strukturarmer Wälder in strukturreiche Mischwälder erschweren in manchen Forstämtern Niedersachsens schon heute, zukünftig in vielen Forstämtern die Inventur und Planung im Rahmen der Betriebsregelung. In strukturreichen Wäldern stoßen die herkömmlichen, auf den Einzelbestand ausgerichtete Inventurverfahren an ihre Grenzen. Die notwendigen Bestockungsinformationen können nicht mehr mit einem angemessenen Aufwand bzw. mit einer vertretbaren Genauigkeit erhoben werden. In ungleichaltrigen Mischbeständen verlieren die Ertragstafelmodelle ihre Aussagekraft für die Planung. Zudem müssen angesichts der angespannten Haushaltslage die Kosten der Forsteinrichtung gesenkt werden.

Aus diesen Gründen wurde die bestehende Kontrollstichprobe in Niedersachsen weiterentwickelt. Es wird das neu konzipierte Stichprobenverfahren vorgestellt, das aufgrund seiner zweiphasigen Vorgehensweise die Zielgröße „Vorrat“ des wirtschaftlich und ökologisch wertvolleren Starkholzes der Hauptbaumarten mit einer höheren Genauigkeit einschätzt als die des Schwachholzes. Es kann gezeigt werden, daß aufgrund der angestrebten deutlich höheren Schätzgenauigkeiten in den oberen Durchmesserklassen mit dem zweiphasigen Verfahren die Stichprobenumfang gegenüber der klassischen Kontrollstichprobe reduziert werden können. Ferner wird der Meßaufwand bei den eigentlichen Probekreislaufnahmen durch Reduktion der Höhenmessungen, Wegfall der D7-Messungen und Vereinfachung der gestaffelten Probekreise deutlich vermindert. Erste Erfahrungen mit der zweiphasigen Betriebsinventur einschließlich der Kosten werden im Vergleich zur bisherigen Kontrollstichprobe am Beispiel des Forstamtes Erdmannshausen vorgestellt. Eine zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse wird vorgenommen.

Summary

Structured, mixed and uneven aged stands, the new faced general silvicultural purposes and the aimed change from pure stands into mixed stands complicate today forest inventory and management planning only in some forestry

districts in Lower Saxony. In the future these problems will increase in most of the forests. The conventional inventory methods, which are designed for the inventory of single stands, reach the limits of costs and accuracy of required information.

Therefore the Lower Saxony forest inventory method, called “Kontrollstichprobe” (sampling) had to be modified. The presented new conception, based on a two phased method, is estimating the economically and ecologically important higher dimensioned timber volume more accurate than the lower dimensioned volume. It is shown that beside the more accurate estimation of higher dimensioned timber volume the size of samples can be reduced drastically in comparison to the “Kontrollstichprobe”. Furtheron the efforts in measuring the sample plots can be reduced too due to the reduction of measurements of tree height and other parameters. First practical experiences with the two phased forest inventory in the forestry district of Erdmannshausen are presented. Additionally the costs of inventory are outlined in comparison to the “Kontrollstichprobe”. Finally the results of the first field tests are assessed.

Literatur

- ACKERMANN, J. (1997): Verfahren der Luftbildauswertung im Rahmen der Vorstratifizierung für die Betriebsinventur in Niedersachsen. Mündl. Mitt.
- BERGEL, D. (1973): Formzahluntersuchungen an Buche, Europäischer Lärche und Japanischer Lärche zur Aufstellung neuer Massentafeln. Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen.
- BIERMAYER, G. (1997): Mündliche Mitteilung.
- DAHM, St.; SABOROWSKI, J. (1998): Neukonzeption der Niedersächsischen Kontrollstichprobe. Sektion Forstliche Biometrie und Informatik, 10.Tagung Freiburg 1997. Im Druck.
- HÖHER, G.-C. (1994): Von der Heide zum Dauerwald. Eigenverlag, Erdmannshausen.
- HÖHER, G.-C. (1997): Mündliche Mitteilung.
- NAGEL, J. (1997): BWIN - Programm zur Bestandesanalyse und Prognose. Handbuch zur Version 2.5. Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen.
- NAGEL, J. (1998): Auswahl von Probekreisen. Unveröffentlichte Mitteilung.
- OTTO, H.-J. (1989): Langfristige, ökologische Waldbauplanung für die Niedersächsischen Landesforsten. – Band 1 –. Aus dem Walde, 42, Hannover.
- OTTO, H.-J. (1991): Langfristige, ökologische Waldbauplanung für die Niedersächsischen Landesforsten. – Band 2 –. Aus dem Walde, 43, Hannover.
- SABOROWSKI, J.; DAHM, St. (1996): Optimiertes Stichprobenverfahren für die Kontrollstichprobe in Niedersachsen. Fachgutachten im Auftrage des Niedersächsischen Forstplanungsamtes. Unveröffentlicht.
- SABOROWSKI, J.; DAHM, St. (1997): Möglichkeiten zur Stratifizierung bei Waldinventuren. Sektion Forstliche Biometrie und Informatik, 9. Tagung Oybin 1996, TU Dresden, 92–100.
- SLOBODA, B.; GAFFREY, D.; MATSUMURA, N. (1993): Regionale und lokale Systeme von Höhenkurven für gleichaltrige Waldbestände. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 12, 225–228.
- SPELLMANN, H. (1987): Weiterentwicklung der Forsteinrichtung unter besonderer Berücksichtigung der Zustandserfassung. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 6, 355–365.
- SPELLMANN, H. (1991): Beiträge der Forsteinrichtung und Ertragskunde für ein forstliches Informationssystem. Forst und Holz, 3, 57–65.
- STARKE, J. (1989): Kontrollstichproben in Niedersachsen. Forst und Holz, 13, 331–341.

FDK: 624

Forstrat Dr. THOMAS BÖCKMANN ist Forsteinrichter und z.Zt. im Niedersächsischen Forstplanungsamt in Wolfenbüttel für die Entwicklung und Überarbeitung des niedersächsischen Forsteinrichtungsverfahrens zuständig. Prof. Dr. JOACHIM SABOROWSKI ist apl. Professor am Institut für Forstliche Biometrie und Informatik der Universität Göttingen und beschäftigt sich schwerpunktmäßig u.a. mit Stichprobentheorie und Waldinventuren. Dr. STEFAN DAHM arbeitet derzeit am Institut für Waldökologie und Walderfassung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Eberswalde an den Vorbereitungen zur Wiederholung der Bundeswaldinventur. Dr. JÜRGEN NAGEL ist in der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt in Göttingen für EDV und ertragskundliche Modellbildung zuständig. Forstdirektor Dr. HERMANN SPELLMANN leitet an der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt die Abt. Waldwachstum.