

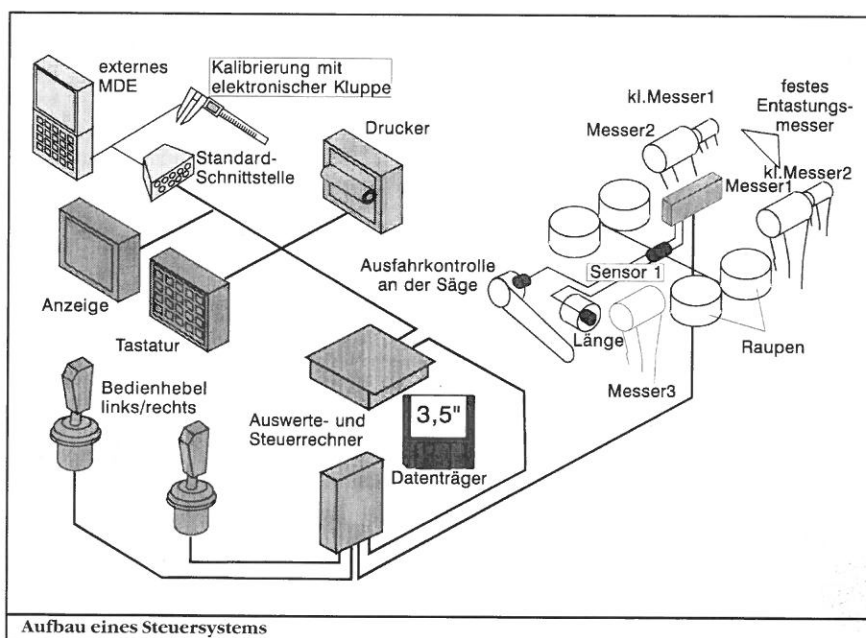
Automatisierte Rohholzvermessung durch Kranvollernter – Entwurf eines Pflichtenheftes

Hans-Ulrich Dietz und Bernhard Hauck

Das KWF hat im Rahmen einer Projektarbeit ein Pflichtenheft zur automatisierten Rohholzvermessung erarbeitet, das die technischen Grundanforderungen an Vermessungs- und Steuersysteme von Kranvollerntern beschreibt und versucht, bundeseinheitlich Vorgaben für die Datenerfassung, -verarbeitung und -bereitstellung festzulegen, wie sie unter den besonderen Bedingungen in Deutschland gegeben sind. Über Stand und Perspektiven soll in diesem Schwerpunktheft der FTI berichtet werden.

Der vorliegende Entwurf für ein Pflichtenheft wurde nach Vorarbeiten während der KWF-Tagung 1996 in Oberhof mittels Umfragen und einem abschließenden Workshop mit Reprä-

gestellten. Im Rahmen der Aussprache ergab sich Einvernehmen über den Handlungsbedarf und ein koordiniertes Vorgehen unter enger Abstimmung mit dem Marktpartner. Das



sentanten der Hersteller und Fachvertretern der Forsttechnik abgestimmt. Bei der Sitzung des Holzmarktausschusses des Deutschen Forstwirtschaftsrates im Dezember 1996 in Würzburg wurde dieser Entwurf vor-

Pflichtenheft soll insbesondere folgende Funktionen erfüllen:

- Orientierungshilfe für die Hersteller und Vertreiber von Kranvollerntern sowie deren Vermessungs- und Steuersysteme;



Forsttechnische Informationen

Fachzeitung für Waldarbeit und Forsttechnik

1 Y 6050 E

Inhalt

Geräte und Verfahrenstechnik

Automatisierte Rohholzvermessung durch Kranvollernter – Entwurf eines Pflichtenheftes; H.U. Dietz und B. Hauck

Niedersächsischer Vorschlag für eine Kalibrierungsvorschrift; S. Grußdorf
Das Harvestermaß im Praxistest; C.-A. Zimmermann

Zur Entwicklung der HKS-konformen Harvestervermessung; M. Wötzel

Veranstaltungsbericht

Forstlicher Unternehmertag in Weißenstephan; A. Forbig und H.-U. Dietz

Aus und Fortbildung

Weiterbildung für Fahrer von Kranvollerntern; J. Morat

Personelles

- Klarheit über die Erfassung, Verarbeitung und Weitergabe von Vermessungsdaten;
- Entscheidungshilfe beim Kauf und Einsatz der Systeme.

Allgemeine Anforderungen an die Vermessungs- und Steuersysteme

Keine Einigkeit wurde bisher darüber erzielt, ob die Vermessungsdaten ausschließlich Verwendung finden sollen für forstbetriebliche, dispositive Zwecke oder ob darüber hinaus, bei Vorliegen der vertraglichen Grundlagen, das Kranvollerntermaß als Kontrollmaß für die Werkseingangsvermessung oder sogar als Verkaufsmaß geeignet ist. Unabhängig davon sollen technische Grundlagen geschaffen werden, die Optionen für die Verwendung als Kontrollmaß oder Verkaufsmaß offenhalten.

Die Vermessungssysteme müssen jederzeit eine einfache und effektive Kalibrierung zulassen, um das Vermessungssystem mit der gewünschten Genauigkeit an die vorhandenen Bestandesverhältnisse anzupassen. Sie sollten modular aufgebaut sein, um eine rasche und kostengünstige Weiterentwicklung zu ermöglichen. Sind ergebniswirksame Berechnungsparameter wahlweise voreinstellbar, so müssen alle dazu verwendeten Formeln und Rechenabläufe dokumentiert sein. Nur auf diesem Wege läßt sich sicherstellen, daß Vermessungssysteme den gestellten Anforderungen genügen. Dies betrifft insbesondere alle Rundungsvorgänge und verwendeten Volumenfor-

müssen in der Lage sein, beliebige Maßzugaben zu gewähren. Diese Maßzugaben müssen jedoch bei der Feststellung der Stamm-Mitte (Mittendurchmesser) und bei der Volumenberechnung außer Betracht bleiben.

Der Durchmesser wird auf ganze mm gemessen. Die Meßauflösung muß ≤ 2 mm sein. Der Kranvollernter ermittelt die Durchmesserwerte während der Aufarbeitung.

Es läßt sich in der Praxis nicht vermeiden, daß die Entastungsmesser den Stamm je nach Baumart und Zustand des Holzes teilentrinden. Daher werden die Durchmesserwerte zum Teil in Rinde, teilentrindet oder sehr selten sogar ohne Rinde erfaßt.

Derzeit gibt es jedoch keine praxistaugliche Möglichkeit einen Korrekturfaktor herzuleiten, der diese Meßungenauigkeiten berücksichtigt, da dazu umfangreiche Untersuchungen an Einzelstämmen notwendig wären. Als Konvention gilt daher, daß der Kranvollernter die Durchmesserwerte grundsätzlich „in Rinde“ ermittelt.

Die Meßsysteme müssen die Eingabe von Rindenabzugstabellen oder von mittleren Rindenstärken zulassen. Die Rindenstärken unterscheiden sich darüber hinaus baumartenspezifisch. Sie nehmen bei allen Baumarten mit zunehmender Stärkeklasse zu. Der Rindenabzug muß deshalb je nach Baumarten-Stärkeklassen-Kombination hinterlegt werden können.

Die Meßdaten (Länge und Durchmesser) werden separat abgespeichert und müssen über eine definier-

<i>Meßgenauigkeit des Systems</i>		<i>Meßbeständigkeit im Praxiseinsatz</i>
Länge	$\pm 1\%$, jedoch nicht weniger als 5 cm für Einzelmessungen	95 % der aufgearbeiteten Stücke müssen die geforderte Lieferlänge einhalten
Durchmesser	$\pm 2,5$ mm für arithm. Mittelwert aus 10 Einzelmessungen ± 1 cm für Einzelwert	95 % der aufgearbeiteten Stücke müssen den geforderten Zopfdurchmesser einhalten 95% der aufgearbeiteten Stücke müssen in die korrekten Stärkeklasse eingeteilt sein
Volumen		$\pm 4\%$ pro Hiebsort und Sortiment
Fehlergrenzen (max. zulässige Abweichung vom Handmaß)		

keln. Die vollständige Dokumentation ist dem System mitzuliefern. Eventuelle Programmweiterungen und Updates müssen durch Versionsnummer und Datum dokumentiert werden.

Datenerfassung und -berechnung

Die Länge wird auf ganze cm gemessen. Die Meßauflösung muß ≤ 10 mm betragen. Die Vermessungssysteme

te Schnittstelle auf andere PC's übertragbar sein. Dadurch wird eine Weiterverarbeitung durch eine den Bedürfnissen von Waldbesitzern und Holzkäufern angepaßte Software gewährleistet. Optional muß es möglich sein, die Primärdaten der Messung (Länge und Mitteldurchmesser oder Sektionsvolumen) separat abzuspeichern und auszugeben. Alle Stücke, die durch das Aggregat laufen, müs-

sen erfaßt und gespeichert werden. Stellt sich ein Stück als nicht verwertbar heraus, muß die Möglichkeit bestehen, den Datensatz zu stornieren. Der Datensatz darf dadurch nicht gelöscht werden, sondern wird lediglich mit einer Kennzeichnung "STORNO" versehen. X-Holz und XL-Holz werden extra ausgewiesen. Solange kein Kappschnitt erfolgt ist, kann der Stamm erneut in Ausgangsposition gebracht und vermessen werden (z.B. während der Aufarbeitung fällt der Stamm aus dem Aggregat). In diesem Fall kann der aktuelle, noch nicht vollständige Datensatz überschrieben werden. Die Datensätze werden in der Reihenfolge ihrer Aufarbeitung abgespeichert und müssen auch in dieser und/oder der umgekehrten Reihenfolge aufgerufen werden können.

Fehlergrenzen

Fehlergrenzen (s.Tab.S.22) sind die zulässigen Höchstwerte für positive und negative Abweichungen, die sich aus der Gegenüberstellung von Kranvollerntermaß und Handmaß (Bezugsmaß) ergeben. Um eine weitgehende Übereinstimmung und Analogie zur Werkseingangsvermessung zu erreichen, wurde bei den Fehlergrenzen unterschieden zwischen einer technischen Meßgenauigkeit und einer praxisbedingten Meßbeständigkeit.

Die technische Meßgenauigkeit wurde definiert als die Fähigkeit des Systems, unter normierten, optimalen Bedingungen (Prüfkörper) richtige Messergebnisse zu liefern. Hierbei können die Anforderungen an die Werkseingangsvermessung zugrundegelegt werden.

Die praxisbedingte Meßbeständigkeit ist die Fähigkeit des Systems, vorgegebene Genauigkeitsanforderungen über einen ausreichend langen Zeitraum im Praxiseinsatz bei optimaler Kalibrierung und Kontrolle zu gewährleisten. Die Werte entstammen aus Einsatzerfahrungen in Niedersachsen und Rheinland-Pfalz (siehe Beitrag von ZIMMERMANN S.28ff).

HKS-konforme Bereitstellung der Kranvollernterdaten

Die Volumenberechnung erfolgt beim Kranvollernter technisch bedingt sektionsweise, wobei die Sektionslängen maximal 25 cm betragen dürfen. Das Volumen wird über Sektionslänge und Sektionsdurchmesser gebildet.

Für den Holzverkauf innerhalb der Bundesrepublik Deutschland sind die Handelsklassensortierung für Rohholz (Forst-HKS) sowie die ergänzende Verordnung zu den gesetzlichen Handelsklassen und ihrer Messung und Mengenberechnung (Forst-HKLV) maßgebend.

Zur Ermittlung des Mittendurch-

messers muß hierzu vom Vermessungssystem der Durchmesser der zur Mitte des aufgearbeiteten Stückes nächstgelegenen Meßsektion abgegriffen und verarbeitet werden. Eventuelle Übermaße bleiben bei der Feststellung der Mitte des Stückes unberücksichtigt. Durch Dreiecksmessung wird eine doppelte Klappung simuliert, da eine kreuzweise Vermessung nicht realisiert werden kann.

Für die HKS-konforme Bereitstellung der Kranvollernterdaten ist der Festgehalt aus Länge und Mittendurchmesser ohne Rinde in cm^3 zu berechnen. Von den gemessenen Werten müssen daher die tabellarisch hinterlegten Rindenabzugswerte subtrahiert werden. Die HKS-konforme Sortierung der aufgearbeiteten Stücke erfolgt aufgrund einer tabellarisch unterlegten Klasseneinteilung.

Anforderungen an das Datenverarbeitungssystem und die Dateistruktur

Bei der Meßdatenverarbeitung ist es üblich, strikt zwischen der Datenerfassung und der Datenverarbeitung zu unterscheiden. Dieser modulare Aufbau bietet unter anderem folgende Vorteile:

- Meßtechnik (in erster Linie Sensoren) und Datenverarbeitungssystem (in erster Linie Software) können weitgehend unabhängig voneinander entwickelt werden.
- Eine Anpassung der Datenauswertung an spezielle Kundenwünsche ist damit einfacher, schneller und preiswerter zu realisieren.
- Die Technologie der Meßdatenerfassung kann relativ einfach gehalten werden, da die rechenintensive Datenaufbereitung entfällt.
- Die Datenmengen in den Vermessungssystemen bleiben gering.
- Die Datenaufbereitung kann auf schnelle stationäre Systeme verlagert werden und wird nicht durch die Datenerfassung ausgebremst.

Diese anzustrebende „saubere“ Trennung läßt sich bei der Rohholzvermessung durch Kranvollernter jedoch nur teilweise durchführen, da die gemessenen Daten direkt vor Ort dazu benutzt werden, um einen Großteil der Einteilfunktionen (z.B. Vorschub, Kappung) zu steuern. So ist beispielsweise eine Optimierung der Sortierung nicht möglich, wenn die erhobenen Meßdaten vor dem Trennschnitt nicht unmittelbar nach den Anforderungen der Kunden/Forstbetriebe aufbereitet werden. Ebenso sind Übermaße und Längenzugaben vor dem Trennschnitt zu verrechnen.

Damit eine solche Datenauswertung reibungslos funktionieren kann ist es notwendig, daß das Meßsystem des Kranvollernters die Daten in ei-

ner Ausgabedatei ablegt, die bestimmten Anforderungen genügt und dadurch zum Datenformat der Forstbetriebe kompatibel ist.

Alle Daten, die gespeichert und/oder übertragen werden, sind im ASCII-Format abzulegen, die einzelnen Daten eines Datensatzes werden fortlaufend hintereinander gefügt. Die hieraus entstehende ASCII-Datei mit festen Feldlängen kann von einer Vielzahl von Standardprogrammen gelesen werden. Die genaue Belegung der einzelnen Positionen der ASCII-Datei ist in der Anlage 1 des Pflichtenheftes dokumentiert. Die Daten eines Hiebes werden grundsätzlich in zwei getrennten Dateien abgelegt:

- **Kopfsatzdatei:** enthält alle Daten, die für den gesamten Hieb gelten und die vom Fahrer des Kranvollernters eingegeben werden müssen. Mit Hilfe dieser Daten läßt sich die Maßnahme zweifelsfrei identifizieren.
- **Stammdatei:** enthält alle zur Holzmassenbuchführung verwendeten Daten des aufgearbeiteten Holzes. Die Daten werden einzelstückweise abgelegt.

Diese Datenstruktur ist außerdem im skandinavischen Standard (Stan-ForD) festgelegt. Die Festlegung erfolgte beim Treffen der skandinavischen Standardisierungsgruppe in Schweden mit deutscher Beteiligung (siehe FTI 11/1996). Dadurch wird es möglich, mit geringem Aufwand Konvertierungsprogramme zu entwickeln, die den Datentransfer zu den unterschiedlichsten Auswertungsprogrammen der Forstbetriebe übernehmen.

Plausibilitätskontrollen und Datensicherheit

Das Vermessungssystem prüft mögliche Fehlerquellen und gibt bei Vorliegen eines möglichen Fehlers einen Alarmton aus. Dem Fahrer werden die nicht plausibel erscheinenden Daten auf dem Display angezeigt. Er kann entscheiden, ob das Stück neu vermessen wird, der Fehler durch manuelle Eingabe beseitigt wird oder die angezeigten Daten korrekt sind. Alle eingebauten Systemkomponenten müssen der besonderen Umgebung eines Kranvollernters Rechnung tragen und gegen auftretende Beeinträchtigungen unempfindlich sein.

Diese Beeinträchtigungen entstehen in erster Linie durch Beschleunigungskräfte (Vibrationen, Erschütterungen), Verschmutzung (Staub, Wasser) und klimatische Einwirkungen (Temperatur, Feuchtigkeit).

Protokollausdrucke

Bei allen Ausdrucken ist darauf zu achten, daß die ausgegebenen Daten

in übersichtlicher und allgemein verständlicher Form ausgegeben werden. Abkürzungen sollten auf dem Ausdruck erklärt werden (z.B. als Fußnote).

Mindestens folgende Ausdrücke müssen vom Kranvollernter jederzeit ausgegeben werden können:

- **Hiebsortausdruck:** In diesem Ausdruck wird die Kopfsatzdatei in übersichtlicher Form ausgegeben.
- **Serienausdruck:** In diesem Ausdruck wird die Stammdatei ausgegeben. Im Kopf des Serienausdrucks stehen die wichtigsten Angaben zur Hiebsmaßnahme (Kennnummer, Hiebsort, etc.) sowie das Datum der letzten Kalibrierung.
- **Summenausdruck:** Als wichtige Kenngrößen werden die vollständigen Angaben für eine Hiebsmaßnahme summarisch aufgelistet.
- **Der Fahrerausdruck:** Die Volumina der aufgearbeiteten Sortimente werden dargestellt, damit der Maschinenführer seine Arbeitsleistung überprüfen kann.
- **Kalibrierungsprotokoll:** Der Zeitpunkt und die Meßdaten der letzten Kalibrierung sowie die daraufhin erfolgten Justierungen werden zweifelsfrei dargelegt. Diese Angaben werden für die letzten 10 Kalibrierungen im Speicher abgelegt und müssen jederzeit abrufbar sein.
- **Kontrollausdruck:** Mindestens die letzten 30 aufgearbeiteten Stücke eines Sortiments müssen in der umgekehrten Reihenfolge ihrer Aufarbeitung mit allen Meßdaten ausgegeben werden können. Damit hat jeder Berechtigte (Kunde, Forstbetrieb) zu jedem Zeitpunkt die Möglichkeit, sich durch manuelles Nachmessen von der Qualität der Kranvollerntermessung zu überzeugen.

Kalibrierung und Kontrolle

Im Rahmen einer Kontrolle werden Meßwerte des Kranvollernters mit einem Kontrollmaß verglichen. Das Kontrollmaß wird i.d.R. durch ein manuelles Vermessen des aufgearbeiteten Holzes erhoben. Dazu wird ein Präzisionsbandmaß (cm-Einteilung) und eine Kluppe (mm-Einteilung) benötigt. Sowohl das Bandmaß als auch die Kluppe müssen in einem ordnungsgemäßen Zustand sein. Auf Grundlage der so ermittelten Abweichung zwischen beiden Maßen wird entschieden, ob eine Kalibrierung notwendig ist und wie die aktuellen Kalibriereinstellungen geändert werden müssen.

Um den mit einer Kalibrierung verbundenen Aufwand so gering wie möglich zu halten, sollten Kluppe und Vermessungssystem des Kranvollernters miteinander korrespondieren und Daten austauschen kön-

nen. Daher bietet sich die Verwendung einer elektronischen Meßkluppe an, die die Daten der manuellen Kontrollmessung direkt in einem elektronischen Format abspeichert, welches dem Vermessungssystem durch einfaches Überspielen übermittelt werden kann. Idealerweise lassen sich die zu den Durchmessermessungen gehörenden Längenangaben ebenfalls in die Kluppe eingeben.

Das Kalibriersystem des Kranvollernters muß umgekehrt über eine Schnittstelle zur Kluppe verfügen oder die Eingabe der Kontrolldaten über eine Tastatur zulassen. Das System muß in der Lage sein, aufgrund der eingegangenen Daten zu prüfen, ob der Stichprobenumfang im jeweiligen Durchmesserbereich ausreichend ist und ggf. weitere Messungen verlangen.

Aufgrund der Differenzen zwischen den Meßdaten des Kranvollernters und den Kontrollmeßwerten erarbeitet das System einen Vorschlag der notwendigen Kalibriereinstellungen. Diese muß manuell bestätigt oder verworfen werden.

Ausblick

Der vorgestellte Pflichtenheftentwurf liegt derzeit den Landesforstverwaltungen zur Stellungnahme vor und wird aufgrund der eingegangenen Anmerkungen überarbeitet. Um über die Regelung der technischen Grundlagen hinaus eine möglichst breite Akzeptanz des Kranvollerntermaßes zu erzielen, sind weitere Schritte in enger Abstimmung mit

dem Marktpartner erforderlich. Es wurde daher vom Deutschen Forstwirtschaftsrat vorgeschlagen, die Arbeitsgruppe "Werksvermessung" des Deutschen Forstwirtschaftsrates und des Verbandes der Deutschen Sägewerksverbände in die weiteren Arbeiten einzubeziehen. Vordringlich ist hierbei die Erarbeitung und Durchsetzung einer bundeseinheitlichen Kontroll- und Kalibrieroutine (siehe hierzu den nachfolgenden Beitrag von GRUSSDORF).

Das KWF wird die Vorgaben des Pflichtenheftes im Rahmen seiner FPA-Prüfungen umsetzen und erstmals für den angemeldeten Kranvollernter SKOGSJAN 687 XL anwenden.

Im Zuge der Aufarbeitung des Holzes treten mehr und mehr moderne Vermessungsverfahren an die Stelle der konventionellen händischen Holzvermessung, es fehlt aber eine einheitliche Koordinierungsstelle für die Bundesrepublik Deutschland. Anders als z.B. in Schweden, wo es eine zentrale Instanz für die Holzvermessung gibt, wird die Entwicklung bei uns partiell bestimmt durch einzelne Großabnehmer, Anlagen- und Maschinenhersteller, Forstdirektionen sowie Forschungsinstitute. Eine Koordinierung aller Bereiche der automatisierten Rohholzvermessung wird daher als dringend erforderlich erachtet.

Hans-Ulrich Dietz und
Bernhard Hauck, KWF

Im vergangenen Jahr wurde die Genauigkeit verschiedener Rohholzmeßsysteme an Vollerntern der Niedersächsischen Landesforstverwaltung untersucht. Während dieser Untersuchungen wurde besonders die Notwendigkeit der regelmäßigen Kontrolle und Kalibrierung deutlich, um sich möglichst ideal den Veränderungen der Hiebsbedingungen (vor allem wechselnde Witterungseinflüsse und Bestandsstrukturen) mit dem Meßsystem anzupassen. Nur mit einer regelmäßigen Überprüfung kann sichergestellt werden, daß die Rohholzmeßsysteme die Anforderungen an Maßhaltigkeit, Einhaltung der Mindestanforderungen, exakter Volumenermittlung und an eine optimale Wertschöpfung dauerhaft erbringen. Die regelmäßige Überprüfung ist darüber hinaus unverzichtbar als vertrauensbildende Maßnahme, damit das Harvestermaß als Verkaufs- oder Kontrollmaß genutzt werden kann.

Zu diesem Zweck erarbeitete eine vom Referat für Waldarbeit und Forsttechnik des NMeLuF eingesetzte Arbeitsgruppe einen Vorschlag für eine Kalibrierungsvorschrift, die aufgrund von Erfahrungen die sachliche und temporäre Zuständigkeit sowie den Verfahrensablauf für Kontrollmessungen und Kalibrierungen regeln soll. Diese im nachfolgenden erläuterte Kalibrierungsvorschrift richtet sich an den Personenkreis der Maschineneinsatzleiter, Maschinenführer, Unternehmer, Revierleiter und Holzkäufer, die mit der Harvestervermessung während der maschinellen Holzernte und dem auf Harvesterdaten gestützten Holzverkauf zu tun haben.

In der Kalibrierungsvorschrift wird deutlich zwischen Kontrollmessungen und Kalibrierungen unterschieden: Unter einer Kontrollmessung wird eine regelmäßige Überprüfung der Meßeinrichtung des Harve-

Geräte- und Verfahrenstechnik

Niedersächsischer Vorschlag für eine Kalibrierungs- vorschrift

Stefan Grußdorf

Vorschlag für eine Vorschrift, die die sachliche und temporäre Zuständigkeit sowie den Verfahrensablauf für Kontrollmessungen und Kalibrierungen regeln soll.

sters auf der Basis einer Stichprobe verstanden. Ziel ist es, die Maßgenauigkeit zu dokumentieren und Maßabweichungen zu erkennen, um gegebenenfalls eine Kalibrierung einzuleiten.

Eine Kalibrierung dagegen ist die Einstellung der Meßeinrichtung auf der Basis einer Stichprobe mit dem Ziel der bestmöglichen Maßgenauigkeit.

Durchführung und Verantwortlichkeit

Kontrollmessungen sollen regelmäßig mindestens jeden zweiten Arbeitstag (getrennt für die Baumarten, die mindestens 10 % der Hiebsmasse ausmachen) von den Maschinenführern durchgeführt werden. Hierzu wurde speziell ein Vordruck entwickelt (siehe Abb. S.27), mit dessen Hilfe in relativ kurzer Zeit (ca. 15 Minuten) die Hand- und Harvestermaße bezüglich der Längen und Mittendurchmesser von 10 repräsentativen Stücken einer Baumart miteinander verglichen werden können. Zweinamhafte Hersteller haben sich indessen bereit erklärt, auch diesen Vordruck mit in die Vermessungssysteme einzubauen.

Über die regelmäßige Kontrollmessung hinaus muß konsequenter

Holzkäufern wird jederzeit eingeräumt, Kontrollmessungen nach dem bekannten Muster oder in anderer Weise durchzuführen.

Werden bei den Kontrollmessungen Abweichungen außerhalb eines bestimmten Toleranzrahmens (Toleranzgrenzen für die Längenabweichung +2 bis -4 cm, für die Mittendurchmesserabweichung ± 3 mm) erkannt, ist eine Kalibrierung durchzuführen. Da dies zu einem nicht bestimmbareren Zeitpunkt geschehen kann, ist für die Durchführung dieser situationsabhängigen Kalibrierung der beauftragte Maschinenführer verantwortlich.

Für eine regelmäßige Kalibrierung, die mindestens einmal monatlich unabhängig von der situationsabhängigen durchzuführen ist, hat der Maschineneinsatzleiter oder Unternehmer die Verantwortung.

Voraussetzungen für die sachgerechte Durchführung

Die Mittendurchmesser werden mit einer Millimeterkluppe auf Millimetergenauigkeit (m.R.) und die Längen mit einem geprüften Maßband auf Zentimetergenauigkeit aufgenommen. Der Verwendung einer mit dem Meßsystem korrespondierenden elektronischen Meßkluppe sollte insbe-

Durchführung und Verantwortlichkeit		Anlaß und Häufigkeit
Kontrollmessung Die Kontrollmessung ist eine regelmäßige Überprüfung der Meßeinrichtung des Harvesters auf der Basis einer Stichprobe, mit dem Ziel, Maßabweichungen zu erkennen und ggf. zu korrigieren.	• Regelmäßige Kontrollmessungen sind grundsätzlich durch die Maschinenführer vorzunehmen. • Zusätzlich muß der Revierleiter zur Überprüfung und Einhaltung der Vorgaben Kontrollmessungen durchführen. • Die Kontrollen von Holzkäufern können in Form von Kontrollmessungen oder in anderer Form jederzeit durchgeführt werden.	Regelmäßige Kontrollmessungen Die regelmäßigen Kontrollmessungen sind mindestens jeden zweiten Arbeitstag gemäß Vordruck getrennt für die Baumarten durchzuführen, die mindestens 10 % der Hiebsmasse ausmachen. Situationsabhängige Kontrollmessungen Über die regelmäßigen Kontrollmessungen hinaus sind situationsabhängige Kontrollmessungen notwendig, sofern Einflüsse auf die Maßgenauigkeit zu erwarten sind.
Kalibrierung Unter Kalibrierung versteht man die Einstellung der Meßeinrichtung des Harvesters auf der Basis einer Stichprobe mit dem Ziel der bestmöglichen Maßgenauigkeit.	• Der Maschineneinsatzleiter ist für die Durchführung und Richtigkeit einer regelmäßigen Kalibrierung verantwortlich. • Alle darüber hinausgehenden notwendigen Kalibrierungen werden durch die Maschinenführer selbständig durchgeführt.	Regelmäßige Kalibrierungen Mindestens einmal pro Monat ist eine Kalibrierung durchzuführen Situationsabhängige Kalibrierungen Werden bei den Kontrollmessungen Abweichungen in bestimmter Höhe festgestellt, ist zu kalibrieren.
Zusammenfassung		

Weise situationsabhängig kontrolliert werden. Insbesondere dann, wenn negative Einflüsse auf die Maßgenauigkeit zu erwarten sind (z.B. bei technischen Veränderungen oder Saftzustandswechsel etc.).

Darüber hinausgehend obliegen dem zuständigen Revierleiter Kontrollmessungen nach dem gleichen Verfahren in eigener Verantwortung, damit auch er sich von der Einhaltung der Vorgaben überzeugen kann.

sondere für die Kalibrierung der Vorzug gegeben werden. Mit ihrer Hilfe kann der Zeitaufwand minimiert werden.

Große Sorgfalt ist bei der Ablage des für die Kalibrierung oder Kontrollmessung verwendeten Holzes erforderlich. Die einwandfreie Zuordnung der Meßdaten in der Aufarbeitungsreihenfolge muß gewährleistet sein.

Die Eigenschaften der Kontroll-

oder Kalibrierungsstücke sollten so beschaffen sein, daß sie in Durchmesser, Qualität und Formigkeit möglichst repräsentativ für den ausscheidenden Bestand sind. Speziell für die Kalibrierung ist auf eine ausreichende Durchmesserspreitung zu achten. Randbäume und stark entrindete

ten Vordrucke verbleiben für die Zeitdauer von mindestens 6 Monaten in einem speziell dafür eingerichteten Ordner auf der Maschine. Anschließend werden die ausgefüllten Vordrucke bei Bedarf dem zuständigen Stützpunktforstamt zur weiteren Aufbewahrung übergeben.

Harvesterkontrollmessung

Einsatzort / Forstamt: _____
 Revierförsterei: _____
 Abt./UAbt.: _____ Baumart: _____
 Datum: _____ Uhrzeit: _____
 Name: _____

Lfd Nr.	Sorte	Aufarbeitungslängen			Mittendurchmesser m.R.		
		Harvester - maß	Hand - maß	= Differenz [cm]	Harvester - maß	Hand - maß	= Differenz [mm]
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
		Summe:			Summe:		
		Summe / 10 (Mittelwert):			Summe / 10 (Mittelwert):		

Kalibrierung notwendig: ja ☐ nein ☐

Unterschrift:

Toleranzgrenzen:

Längenabweichung +2 bis -4 cm, Mittendurchmesserabweichung ± 3 mm

Vordruck für die Durchführung und Dokumentation der Kontrollmessungen

Stücke sind für eine Kontrollmessung oder Kalibrierung nicht geeignet. In der Länge stark abweichende Abschnitte ebenfalls nicht, da durch die Längenverschiebung zwangsläufig auch die Durchmesser verschoben werden.

Die für eine Kalibrierung notwendige Stichprobengröße ist je nach System sicher unterschiedlich zu beurteilen. Unter acht Bäumen (ca. 30 Stücke) pro Baumart sollte sie jedoch nicht liegen. Im allgemeinen werden die Mittendurchmesser in Meterabständen ermittelt, so daß genügend Meßwerte für die Kalibrierung in den einzelnen Durchmesserklassen aufkommen. Bei sehr starken Abweichungen, die z.B. infolge von Austausch- oder Reparaturarbeiten am Aufarbeitungskopf denkbar sind, können zwei Kalibrierungen nacheinander nötig sein.

Dokumentation zur Nachvollziehbarkeit

Die Kontrollmessungen werden entsprechend den Vorgaben des Vordrucks durchgeführt. Die ausgefüll-

Bei den von Unternehmern betriebenen Harvestern werden die ausgefüllten Vordrucke der Kontrollmessungen dem Einsatzforstamt übergeben.

Die Dokumentation der Kalibrierungen hat in Anlehnung an die herstellerepezifischen Möglichkeiten zu erfolgen. Die Dokumentation muß mindestens enthalten:

1. Datum
2. Uhrzeit
3. Baumart
4. Dokumentation der Veränderung durch Gegenüberstellung des alten und neuen Kalibrierungswertes
5. Name und Unterschrift des Durchführenden

Zudem ist ein Nachweis der letzten fünf Kalibrierungen mit den durchgeführten Veränderungen bei der jeweiligen Baumart in Form eines Ausdruckes zu erbringen. Dieser verbleibt analog zu den Kontrollmessungen zusammen mit den Dokumentationen über die Kalibrierungen in dem dafür vorgesehenen Ordner auf der Maschine.

Die Dokumentationen der regel-

Geräte- und Verfahrenstechnik

Das Harvestermaß im Praxistest

Claus-Andreas Zimmermann

Die Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz beauftragte 1995 den Forsttechnischen Stützpunkt des Forstamtes Entenpfuhl (FTS Entenpfuhl) die Harvestermeßgenauigkeit in einem längeren Praxiseinsatz zu überprüfen.

mäßigen Kalibrierungen, die von den Maschineneinsatzleitern oder durch die Unternehmer durchgeführt werden, verbleiben als Nachweis bei diesen.

Mit diesem Verfahren der Dokumentation soll jedem Beteiligten die Nachvollziehbarkeit für die Herleitung der Vollerntermaße ermöglicht werden. Die durchgehend belegte

Kontrolle der Maße soll somit Garant für die Meßgenauigkeit sein.

Die Kalibrierungsvorschrift bedarf vor der Einführung noch einer eichrechtlichen Klärung, an der zur Zeit in Niedersachsen gearbeitet wird.

Stefan Grußdorf
Zur Lucie 5
29476 Gusborn-Siemen

Im wesentlichen sollten folgende Fragen geklärt werden:

- Welche Volumenmeßgenauigkeit kann ein Harvester im praktischen Betrieb unter verschiedensten Bestandes- und Witterungsverhältnissen erreichen? Wie stellt sich die Meßbeständigkeit über einen längeren Zeitraum hinweg dar, der auch die Saftzeit einschließt?
- Werden Ergebnisse erzielt, die die Verwendung des Harvestermaßes als Kontrollmaß für die Werksvermessung bzw. als Verkaufsmaß ermöglichen?
- Ist die Betriebssicherheit der Harvestercomputer hoch genug, um eine ständige Verfügbarkeit des Harvestermaßes zu gewährleisten?
- Welche zusätzlichen Anforderungen werden einerseits an den Harvesterfahrer bzw. an den Maschineneinsatzleiter, andererseits an die Hersteller- bzw. an die Vertreiberfirma des Harvesters gestellt?

Als Untersuchungsobjekte dienten ein Timberjack 1270 mit dem Vermessungssystem Timberjack 3000, der beim FTS Entenpfuhl lief, sowie ein Ponsse HS 10 mit dem Vermessungssystem Ponsse Opti in Besitz eines ortsansässigen Harvesterunternehmers. Der Versuch erstreckte sich über einen Zeitraum von 9 Monaten (November '95 bis Juli '96). Die Unternehmermaschine war erst einige Monate vor Versuchsbeginn angeschafft worden, die Regiemaschine war nach einer Einsatzdauer von ca. 4.800 Maschinenarbeitsstunden vom Vermessungssystem Dapt 517 auf das System Timberjack 3000 umgerüstet worden. Damit wurden in beiden Fällen neu angeschaffte Vermessungssysteme von Fahrern mit langjähriger Harvesterfahrpraxis bedient.

In 27 Beständen wurden alle aufgearbeiteten Sägeabschnitte mittels einer elektronischen Kluppe der Fa. Sunit kontrollvermessen. Sunit hat hierfür ein speziell für den Versuch konzipiertes Kluppenmeßprogramm zur Verfügung gestellt. Damit konnten der Mitten- und der Zopfdurchmesser gemessen werden, die Abschnittslänge sowie der Entrindungszustand an den Meßstellen (in Rinde, teilentrindet, entrindet, Spiegelrinde) konn-

ten in die Kluppe eingegeben werden. So war es möglich, alle erhobenen Daten direkt auf einen PC zu überspielen und anschließend auszuwerten. In 7 Beständen fielen 2 bzw. 3 Abschnittssortimente an, so daß 38 Probekollektive untersucht werden konnten. Der Versuchsumfang betrug 15.417 Stück bzw. 1.286 Festmeter. Zur Eingrenzung des umfangreichen Versuchsmaterials, welches wegen seiner Fülle an dieser Stelle nicht in seiner Gesamtheit dargestellt und diskutiert werden kann, werden im folgenden nur die Bestände bzw. Sortimente aufgeführt, bei denen ein Verkauf nach Werksmaß in Frage gekommen wäre. Das Auswahlkriterium hierfür liefert die rheinland-pfälzische Werksvermessungsanweisung, in der festgelegt ist, daß nur bei einer Stückzahl ab 100 Stück pro Los nach Werksmaß verkauft werden darf. Dadurch beträgt die Anzahl der hier betrachteten Probekollektive 28, dies erscheint uns ausreichend, um die erzielten Ergebnisse sowie die aufgetretenen Probleme zumindest beispielhaft zu erläutern. Zur sprachlichen Vereinfachung wird überwiegend der Begriff „Bestand“ anstelle des etwas sperrigen Begriffs „Probekollektiv“ verwendet, auch wenn dies in den Beständen, in denen mehrere Abschnittssortimente und damit Probekollektive anfielen, nicht ganz korrekt ist.

Volumenmeßgenauigkeit

Die erste Frage bei der Beurteilung der Volumenmeßgenauigkeit lautet: Welche Genauigkeitsanforderungen werden an das Volumenmaß gestellt? Hier muß man unterscheiden, ob das Harvestermaß als Kontrollmaß für die Werksvermessung oder als Verkaufsmaß verwendet werden soll. Die Ansprüche an die Volumenmeßgenauigkeit weichen deutlich voneinander ab, was einer näheren Erläuterung bedarf:

In der rheinland-pfälzischen Werksvermessungsanweisung wird vom Kontrollmaß eine Volumengenauigkeit von $\pm 10\%$ gefordert. Der Fehlerrahmen ist aus folgendem Grund relativ weit gefaßt: In Rheinland-Pfalz werden Abschnitte nach Werksmaß

nur an Sägewerke verkauft, bei denen die von der Forstlichen Versuchsanstalt Freiburg entwickelte forstliche Sortierüberprüfung durchgeführt wurde und die zur Werksvermessung zugelassen wurden (z.Zt. sind dies 14 Werksvermessungsanlagen). Wenn das vermessene Holz im Werk dem jeweiligen Los korrekt zugeordnet wurde, d.h., wenn keine Verwechslungen oder Vermischungen mit anderen Losen vorgekommen sind, ist damit sichergestellt, daß eine sehr genaue Volumenermittlung erfolgt ist. Das bedeutet für den Waldbesitzer, daß er in erster Linie kontrollieren muß, ob im Werk das jeweilige Verkaufslos vermessen wurde. Diese Kontrolle erfolgt über die Stückzahl, die möglichst exakt im Wald ermittelt werden muß. Das Volumen des Kontrollmaßes findet nur Verwendung als Grundlage für die Belastung der Bürgschaft bzw. die Höhe der vorläufigen Zahlung, als Verkaufsmaß wird es nur verwandt, wenn die Stückzahl Wald mit der Stückzahl Werk um mehr als $\pm 5\%$ differiert. Da dies den seltenen Ausnahmefall darstellt, eröffnet sich die Möglichkeit, die Genauigkeitsanforderungen an das Kontrollmaßvolumen und damit den Aufwand für die Kontrollmaßerhebung zu senken.

Soll das Harvestermaß von vornherein als Verkaufsmaß dienen, müssen höhere Anforderungen an die Volumenmeßgenauigkeit gestellt werden. Hier wurde die in Schweden geforderte Fehlergrenze von $\pm 4\%$ als Maßstab angelegt.

Die Kontrollmaßkriterien erfüllte der Ponsse-Harvester zu 80%, d.h. in 12 von 15 Versuchskollektiven lag die Volumenabweichung innerhalb der $\pm 10\%$ Fehlergrenze, wobei diese

als zwei Dritteln der Bestände wurde der gesetzte Fehlerrahmen überschritten (s. Abb. 2 S. 31). Auffällig war hier, daß es in den ersten Monaten des Versuchs zu z.T. eklatanten Maßabweichungen von bis zu $+45,9\%$ kam.

Innerhalb der Fehlergrenze von $\pm 4\%$ lagen 40% der Versuchsbestände beim Ponsse, beim Timberjack erfüllte kein Bestand diese Anforderung.

Bei der Suche nach der Ursache für die z.T. deutlichen Maßabweichungen v.a. beim Timberjack stößt man als erstes auf die Stückzahlermittlung.

Korrekte Stückzahlermittlung als Grundvoraussetzung für die Volumenmeßgenauigkeit

Fehler bei der Stückzahlermittlung haben eine direkte Auswirkung auf das Volumenmeßergebnis. Ein Stück, welches z.B. doppelt gezählt oder dem falschen Sortiment zugeordnet wurde, schlägt mit seinem gesamten Volumen an falscher Stelle zu Buche. Der Stückzahlermittlung kommt somit eine entscheidende Bedeutung bei der Genauigkeit des Harvestermaßes zu.

Auch bei der Stückzahl lautet die erste Frage: Welche Genauigkeit erwarte ich bei der Stückzählung? Die höchsten Anforderungen werden hierbei beim Verkauf nach Werksmaß gestellt. Wie bereits oben geschildert werden in Rheinland-Pfalz beim Verkauf nach Werksmaß Stückzahlabweichungen zwischen Wald- und Werksmaß von $\pm 5\%$ geduldet. Gesteht man einerseits dem Sägewerk, andererseits dem Waldbesitzer jeweils die Hälfte dieses Fehlers zu, heißt das, das im Wald die Stückzahl auf $\pm 2,5\%$ genau ermittelt werden muß. Dieser Maßstab wurde auch bei

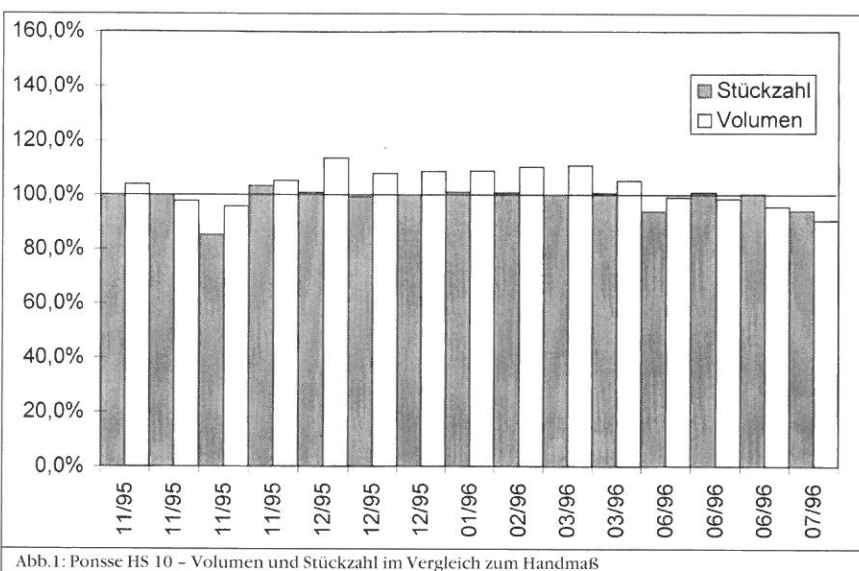


Abb. 1: Ponsse HS 10 – Volumen und Stückzahl im Vergleich zum Handmaß

Grenze bei den restlichen 3 Kollektiven nur geringfügig, in einem Fall zu 3,5%, überschritten wurde (s. Abb. 1). Beim Timberjack wurde die Anforderung nur zu 31% erfüllt, d.h. bei mehr

der Harvesterstückzählung zugrundegelegt. Als Bezugsmaß wurde die Stückzahl der Vollvermessung mittels elektronischer Kluppe verwendet. Aufgrund der eminent wichtigen Be-

deutung der Stückzahl wurde immer eine Gegenkontrolle am Polter vorgenommen. Auch wenn die Werte nicht immer zu 100 % übereinstimmten (Fehler beim Rücken), lagen hierbei die Abweichungen jedoch durchweg innerhalb des Rahmens von $\pm 2,5\%$.

Beim Ponsse lagen die Stückzahlergebnisse zu 73% innerhalb des geforderten Fehlerrahmens, d.h. in 11 von 15 Beständen ergab sich eine Stückzahlabweichung von weniger als $\pm 2,5\%$; nur einmal war eine Abweichung in zweistelliger Höhe (s. Abb. 1) zu verzeichnen. Beim Timberjack wurde zu 46%, d.h. in 6 von 13 Beständen, die Genauigkeitsanforderung eingehalten, wobei in 4 Fällen extreme Ausreißer zu beobachten sind.

Die einzige größere Abweichung beim Ponsse in Höhe von $-14,8\%$ ist ein gutes Beispiel dafür, wie Zuordnungsfehler entstehen können und soll daher kurz erläutert werden. Zu Beginn des Hiebes wurde in dem entsprechenden Bestand nur ein Abschnittssortiment ausgehalten (Dou/Lä/Ki, Länge 3,6 m; im Harvesterprotokoll zweckmäßigerweise als Rotholz unter einer Baumart, der Kiefer, verbucht). Während der Aufarbeitung bekam der Fahrer die Anweisung, die Douglasie getrennt mit 4,5 m Länge auszuhalten. Beim Rücken und beim Verkauf wurden die Douglasienabschnitte mit den beiden verschiedenen Längen zusammengefaßt. Im Harvesterprotokoll waren unter Douglasie aber nur die 4,5 m-Längen verbucht. 17 Stücke, die mit der 3,6 m-Länge ausgehalten worden waren, fehlten hier, bzw. erhöhten die Stückzahl bei dem Lä/Ki-Sortiment. Auch die beim Timberjack in einem Fall aufgetretene Abweichung von $-26,6\%$ kann nicht dem Harvestermeßprogramm angelastet werden, sondern wurde durch einen ähnlichen Zuordnungsfehler verursacht.

Bedienungsfehler ganz anderer Art führten zu den beim Timberjack während der ersten zweieinhalb Monate aufgetretenen Abweichungen von bis zu $+28,3\%$. Wie solche Fehlzählungen zustande kommen können, soll an zwei konkreten Beispielen erläutert werden:

Über die Automatik wird z.B. ein 4m-Abschnitt angesteuert. Bevor abgelängt wird, erkennt der Fahrer, daß der Abschnitt Qualitätsmängel aufweist (z.B. zu krumm, Hirschfraß, etc.). Das Aggregat wird manuell auf 3 m zurückgefahren und ein Stück Papierholz wird abgelängt. Die Fahrer waren davon ausgegangen, daß das Programm dieses Stück aufgrund der Länge dem richtigen Sortiment zuordnet. Dem war aber nicht so, das Stück wird als zu kurzer 4m-Abschnitt verbucht. Nachdem der Fehler nach der ersten Analyse von Zwischenergebnissen erkannt war, ließ

er sich durch eine geänderte Bedienung vermeiden: Das Aggregat muß unter die Länge von 3 m zurückgefahren werden, dann wird die N-Holz-Taste gedrückt, die Automatik fährt die 3m an und es wird ein 3m-N-Holz-Stück abgelängt und verbucht.

Der zweite Fall: Ein z.B. 4 m langer Abschnitt wird abgesägt, erst danach erkennt der Fahrer, daß der Abschnitt nicht die erforderliche Güte aufweist (er ist z.B. von oben her faul, ein Phänomen, welches in den schneebruchgefährdeten Lagen des Hunsrücks häufiger zu beobachten ist). Daraufhin wird der Abschnitt nochmals gegriffen und zu zwei 2m-Industrieholzstücken eingesägt. In diesem Fall ist dieses Stück doppelt erfaßt: zum einen als 4m-Abschnitt, zum anderen als 2 mal 2m-Industrieholzstück. Im Programm Timberjack 3000, Version 3.38 gibt es keine Taste, mit der der Fahrer den Abschnitt direkt stornieren kann. Erst nach zweieinhalb Monaten (wie unschwer in der Abb.2 zu erkennen ist) entdeckten wir die Lösung des Problems: Das Timberjack 3000 bietet die Möglichkeit, das zuletzt aufgearbeitete Stück zwar nicht zu stornieren, aber in ein anderes Sortiment zu verschieben. So konnte im obigen Fall der Abschnitt ins X-Holz verschoben werden. Dies stellt zwar nicht die Ideallösung dar (die X-Holz-Masse wird ungenau, die direkte Stornierung mittels eines Knopfdrucks ist weniger aufwendig), aber es eröffnete sich die Möglichkeit die Stückzahlgenauigkeit (und damit die Massengenauigkeit) der Verkaufssortimente deutlich zu verbessern.

Beide hier beschriebenen Fehlerquellen sind der Kategorie Bedienungsfehler zuzuordnen, da das Programm in beiden Fällen durchaus die Möglichkeit bot, die Stücke korrekt zu zählen. Man kann es sich nun leicht machen und sie damit einfach als Fahrerfehler abtun. Es liegt aber doch im Interesse der Sache, der Frage nachzugehen, warum diese Fehler gemacht wurden. Im ersten Fall könnte man noch sagen, daß die Fahrer die „Intelligenz“ des Programmes einfach überschätzt haben. Im zweiten Fall muß man sich jedoch fragen, warum die Fahrer die hier anzuwendende Funktion nicht gekannt haben. Bei der Einschulung in das System wurde nicht erwähnt, daß diese Möglichkeit der Sortimentsverschiebung besteht. Im Handbuch für das Timberjack 3000 sucht man ebenfalls vergeblich nach einer Beschreibung dieser Funktion. Erst nachdem der Fehler aufgefallen war und wir bei der Fa. Timberjack nachfragten, wie dieses Problem zu lösen sei, wurde uns diese Funktion beschrieben.

An diesem Beispiel zeigt sich deutlich die immense Bedeutung der rich-

tigen Bedienung des Harvestermeßsystems, einer auch die Vermessung umfassenden Schulung sowie einer ausführlichen Dokumentation der Programmfunktionen als Grundlagen dafür, daß bei der Anwendung des Systems genaue Meßergebnisse erzielt werden. Der deutsche Vertreiber von Timberjack, die Fa. Nuhn, hat mittlerweile zur Verbesserung und Erweiterung des Kundenservices einen qualifizierten Spezialisten als „Produktmanager für Bordcomputersysteme“ eingestellt. Hieran wird deutlich, daß einerseits die Kunden ein verstärktes Interesse am Harvestermaß zeigen und daß andererseits auf Seiten der Anbieter erfreulicherweise hierauf reagiert wird.

Sortierrichtigkeit als Grundvoraussetzung für die Volumenmeßgenauigkeit

Ob die Berechnungsmodi der „Handelsklassensortierung von Rohholz“ (HKS) zur Ermittlung des Festgehalts von Holz und zur Stärkesortierung noch zeitgemäß sind, sei dahingestellt. Tatsache ist jedoch, daß die HKS nach wie vor den in Deutschland gültigen Standard zur Holzvermessung festlegt. Nur wenn die in der HKS in § 4 (Messung und Mengenermittlung) und in der Anlage zu § 1 (Stärkesortierung) gemachten Vorgaben angewendet werden, läßt sich ein Maß mit dem Volumen und der Stärkeklassenverteilung des Waldmaßes vergleichen. Ebenso wie bei der Werksvermessung muß daher

ser in die Volumenberechnung eingegangen. Dies verursacht theoretisch eine Abweichung von ca. +5% gegenüber dem HKS-Volumen (die Abweichung ist mittendurchmesserabhängig, bei einem Mittendurchmesser (MDM) von 20 cm beträgt sie 5%, mit geringerem MDM nimmt die Abweichung zu, mit höherem MDM nimmt sie ab).

Dieser „Fehler“ (oder besser: diese nicht dem deutschen Standard entsprechende Volumenberechnung) wurde auch durch die Versuchsergebnisse bestätigt. Auch wenn die Stückzahlfehler korrigiert wurden, zeigten die Volumenmeßergebnisse sehr häufig eine Abweichung im Rahmen von +3 bis +7%. Es traten in keinem Fall negative Abweichungen auf. Bei der aktuell angebotenen Programmversion, die uns die Fa. Nuhn im Herbst 1996 zu Testzwecken zur Verfügung stellte, hat die HKS-Rundung Berücksichtigung gefunden.

Volumenmeßgenauigkeit nach Korrektur der Stückzahl- und der Berechnungsfehler

Bei beiden Harvestern wurde ein korrigiertes Volumen mit der mittleren Harvesterstückmasse und der Kontrollstückzahl errechnet, beim Timberjack wurde der Rundungsfehler unter Berücksichtigung des mittleren Durchmessers des jeweiligen Bestandes korrigiert. So läßt sich zwar nicht 100%ig genau, aber doch annäherungsweise ermitteln, welches Volumenmaß die Harvester bei exakter Stückzählung und bei HKS-konfor-

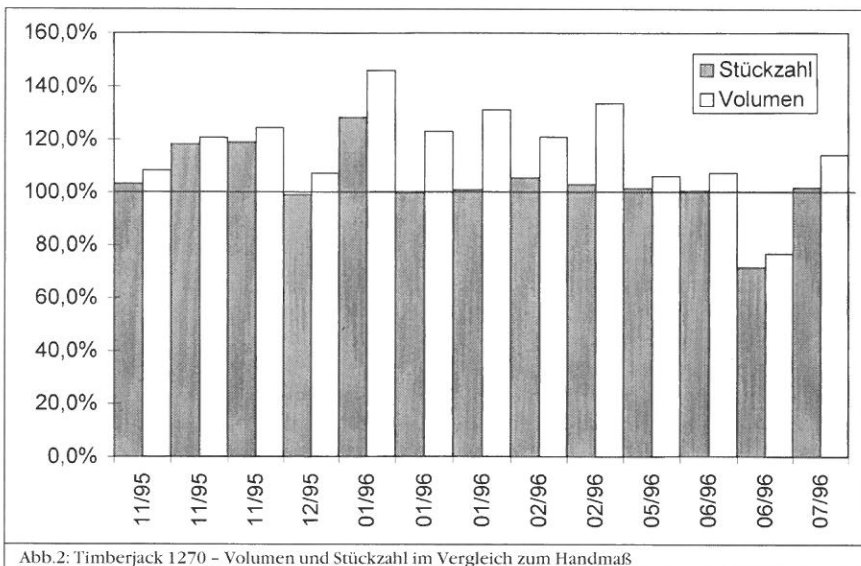


Abb. 2: Timberjack 1270 – Volumen und Stückzahl im Vergleich zum Handmaß

auch an die Harvestervermessung die Anforderung gestellt werden, ein HKS-konformes Maß zu liefern.

Schon bei der Vorbesprechung zum Versuch mit der Fa. Timberjack, bei der die Berechnungsmodi des Timberjack 3000 erläutert wurden, wurde deutlich, daß die damalige Programmversion 3.38 kein HKS-konformes Maß errechnen konnte, da der ungerundete Mittendurchmes-

sem Berechnungsmodus geliefert hätten.

Bei dieser Betrachtungsweise erfüllt der Ponsse-Harvester die Forderung nach einer Genauigkeit von $\pm 10\%$ zu 80% (bei 18 von 22 Hiebsorten), wobei die gesetzte Grenze um höchstens +2,6% überschritten wurde. Die Genauigkeitsanforderung für ein Verkaufsmaß ($\pm 4\%$) wurde in 40% der Fälle erreicht. Damit erge-

ben sich erwartungsgemäß praktisch die gleichen Ergebnisse wie mit den unkorrigierten Werten, was daran liegt, daß die Rundung des Mittendurchmessers beim Ponsse Opti schon zum damaligen Zeitpunkt HKSkonform vorgenommen wurde und daß bei der Stückzählung nur einmal ein gravierender Fehler vorkam.

Anders beim Timberjack: Der Erfüllungsgrad bei der Anforderung für die Verwendung als Kontrollmaß für die Werksvermessung stieg von 31 auf 77%, d.h. 10 von 13 Beständen lagen innerhalb des geforderten Fehlerrahmens von $\pm 10\%$. Noch deutlichere Auswirkungen zeigte die Fehlerkorrektur beim Anlegen des Maßstabs von $\pm 4\%$ Volumenmeßgenauigkeit. Lag mit den Originalwerten kein einziger Bestand im Toleranzbereich, wurde mit den korrigierten Werten in 7 von 13 Versuchskollektiven (=54%) diese Anforderung eingehalten. Auffällig war hier, daß auch nach der Korrektur in den Monaten Januar und Februar in 3 Fällen zweistellige Abweichungen von bis zu +22,3% zu beobachten waren. Sowohl in der Zeit davor, als auch danach trat als maximale Abweichung ein Wert von +5,1% auf, alle übrigen Werte in diesen beiden Zeiträumen lagen in einem Rahmen von -2,9 bis +1,8%, wären also durchweg als Verkaufsmaß verwendbar gewesen.

Die gleiche Tendenz, allerdings deutlich weniger ausgeprägt, zeigte sich bei den Ergebnissen des Ponsse-Harvesters. Nach Überprüfung aller möglichen Einflußfaktoren (Fahrer, Kalibrierung, Bestandesverhältnisse, etc.) blieb nur ein Erklärungsmodell übrig: Der Winter 1995/96 verursachte durch eine äußerst ungewöhnliche Wetterlage (Nebel, Frost, sanfter, aber stetiger Südwind) einen extremen Duftanhang und eine bis zu mehreren Zentimetern dicke Duftauflage auf den Schäften der Bäume. Bis dahin waren wir davon ausgegangen, daß auch solche extremen Verhältnisse mittels der Kalibrierung ausgeglichen werden können, zumal ja z.B. in Finnland, wo das Harvestermaß als Verkaufsmaß sehr weit verbreitet ist, strenge Winter eher die Regel sind. Bei der Diskussion der Versuchsergebnisse mit Anders Haag, einem Mitarbeiter der Fa. Timberjack, wurde uns jedoch erläutert, daß die Winter in Skandinavien eher trocken sind und solche Witterungsverhältnisse auch dort die Ausnahme darstellen.

Herr Haag hat folgende Vermutung zur Erklärung dieser Fehlmessungen geäußert: Der extreme Duftanhang führte zu einer enormen Gewichtszunahme der Baumkrone. Dadurch werden die Entastungsmesser, die den Baum halten und über deren Öffnungswinkel beim Timberjack

auch die Durchmesserwerte ermittelt werden, etwas auseinandergedrückt, der ermittelte Durchmesserwert und damit auch das errechnete Volumen nehmen zu. Zu diesem Erklärungsmodell paßt auch die Tatsache, daß die Vermessung des Ponsse-Harvesters deutlich weniger durch diese Witterungsverhältnisse beeinflusst wurde. Bei Ponsse wird der Durchmesser nicht über die Entastungsmesser, sondern über die Vorschubeinrichtung abgenommen.

Bei dem hier untersuchten Ponsse-Harvester mit dem Harvesterkopf H 60 werden bei der Vorschubeinrichtung Kettenbänder eingesetzt, die den Stamm extrem fest „im Griff haben“. Eine Erhöhung des Kronengewichtes hat hier eine deutlich geringere Auswirkung als bei der Durchmesserabnahme über die Entastungsmesser.

Längen- und Zopfmaßhaltigkeit

Im Rahmen des Versuchs wurden auch die Längen- und die Zopfmaßhaltigkeit der beiden Harvestermeßsysteme beurteilt. Auf eine detaillierte Schilderung der Ergebnisse soll aus Platzgründen an dieser Stelle verzichtet werden. Es sei nur erwähnt, daß beide Systeme Genauigkeiten erzielten, die den Anforderungen im praktischen Betrieb voll und ganz genügten. Aber auch hier gilt, daß gute Ergebnisse nur erzielt werden können, wenn der Einsatzleiter bzw. der Harvesterfahrer das Vermessungsprogramm voll beherrscht.

Ein Beispiel hierfür: Die Eingabe des Mindestzopfes erfolgt bei beiden untersuchten Systemen in cm m.R.. Da das Volumen (zumindest bei den Abschnitten) in cm o.R. angegeben wird, kann es hier schnell zu Verwechslungen kommen. Zu Beginn des Versuchs ist dieser Fehler dem Fahrer des Ponsse-Harvesters in einem Hiebsort unterlaufen. Die Vorgabe lautete Zopf 14 cm o.R. Der Harvestercomputer wurde auf 14 cm Zopfdurchmesser programmiert und hat dann 14 cm Zopf ausgehalten, aber mit Rinde. Der geforderte Mindestzopf von 14 cm o.R. wurde dann bei 9% der Stücke nicht eingehalten.

Auch in diesem Fall zeigt sich wieder, daß ein Computer immer nur so gut wie sein Bediener sein kann. Außerdem sei an dieser Stelle angemerkt, daß eine Dokumentation aller sortierrelevanten Voreinstellungen auf dem Summenprotokoll, so wie dies bei zugelassenen Werksvermessungsanlagen Standard ist, auch bei der Harvestervermessung von großem Vorteil wäre.

Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen und Erfahrungen des Versuchs

Über einen Zeitraum von einem drei-

viertel Jahr wurde die Meßgenauigkeit der Harvestermeßsysteme Ponsse Opti und Timberjack 3000 im praktischen Betrieb beobachtet. Mit den originären Meßwerten wäre beim Ponsse eine Verwendung als Kontrollmaß für die Werksvermessung in den meisten Versuchsbeständen möglich gewesen, dies v.a., weil sich die Stückzählung als zuverlässig erwies. Beim Timberjack hätten mehrere Stückzahlausreißer im zweistelligen Prozentbereich bei einem Verkauf nach Werksmaß mit großer Wahrscheinlichkeit zu Problemen geführt.

Als Verkaufsmaß wären die erzielten Harvestermeßergebnisse nicht geeignet gewesen, da nur bei 6 von 28 Versuchskollektiven eine Volumenmeßgenauigkeit im Rahmen von $\pm 4\%$ erreicht wurde. Die v.a. beim Timberjack im Januar/Februar 1996 aufgetretenen größeren Volumenabweichungen sollten jedoch nicht überinterpretiert werden, da sie unter extremsten Witterungsverhältnissen entstanden, die nur äußerst selten auftreten. Allerdings wurde hier die Begrenztheit der Kalibrierungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Bei der Ursachenforschung für die Maßabweichungen wurde deutlich, daß nicht nur die eigentliche Meßvorrichtung des Harvesters, sondern eine Vielzahl von Einflußfaktoren die Qualität des Harvestermaßes bestimmen. Im wesentlichen sind hier zu nennen:

- die HKS-konforme Weiterverarbeitung der Ausgangsdaten,
- die korrekte Bedienung des Vermessungsprogramms,
- die kompetente Kalibrierung des Vermessungssystems,
- eine transparente Dokumentation des Vermessungsergebnisses,
- eine möglichst hohe Betriebssicherheit des Harvestercomputers,
- eine schnelle und fachgerechte Be-

ratung bei EDV-Problemen.

Es zeigte sich, daß für eine exakte Erhebung des Harvestermaßes eine hohe Qualifikation des Bedienungspersonals vonnöten ist. Eine der Herausforderungen für die Harvesterhersteller bzw. -vertreiber besteht deshalb darin, möglichst benutzerfreundliche Programme und entsprechende Handbücher zu entwickeln sowie die Vermessungsaspekte bei der Einschulung der Fahrer zu berücksichtigen.

Bei den Bemühungen zur weiteren Verbesserung und vermehrten Anwendung des Harvestermaßes sollte man sich immer bewußt sein, daß die jeweilige Maschine, der Harvesterfahrer, der (falls vorhanden) Maschineneinsatzleiter und die Hersteller- bzw. Vertreiberfirma eine funktionierende Einheit bilden müssen. Nur beim zuverlässigen Zusammenwirken aller Beteiligten lassen sich gute und beständige Meßergebnisse erzielen.

Wegen der insgesamt besseren Versuchsergebnisse und des bislang kundennäheren Service werden die Versuche durch das rheinland-pfälzische Stützpunktforstamt Entenpfuhl in 1997 mit der neuesten Version des Ponsse Opti auf einem Ponsse HS10 Cobra Vollernter mit dem Ziel weitergeführt, das Harvestermaß als Kontrollmaß für die Werksvermessung anzuwenden bzw. die Akzeptanz hierfür bei den Holzkäufern zu wecken, sowie auch die weiteren Anwendungsmöglichkeiten der Harvestervermessung, wie Wertoptimierung und Übertragung der Daten in die Maschinenbuchführung zu erproben.

Claus-Andreas Zimmermann
Forsttechnischer Stützpunkt
Entenpfuhl
55566 Sobernheim

Das heute vorliegende Pflichtenheft zur Harvestervermessung ist das Ergebnis einer langen und sehr intensiven Zusammenarbeit zwischen dem KWF, den Landesforstverwaltungen und den Herstellern bzw. Importeuren. Seitens des KWF haben vor allem die Herren Dietz und Hauck das Projekt zügig vorangetrieben. Ihrem Engagement ist es zu verdanken, daß ein so enger Kontakt zu allen Beteiligten hergestellt und gehalten werden konnte, ohne den dieses Projekt in vergleichsweise kurzer Zeit nicht diesen Stand erreicht hätte.

Unsere Gesellschaft, die PRO FORST Forsttechnik GmbH, importiert SKOGSJAN-Harvester, auf denen

DASA-Computer verwendet werden. DASA-Computer sind universell, für fast alle Harvesterfabrikate, einsetzbar und somit weit verbreitet. Als Importeur möchten wir auf einige Probleme aufmerksam machen und Anmerkungen zur Entwicklung der HKS-konformen Harvestervermessung geben, ohne zu sehr auf technische Details einzugehen.

Die Umstellung der Vermessungssysteme auf HKS-Konformität bereitet wahrscheinlich keinem Hersteller Probleme, da es sich letztendlich um eine rein programmtechnische Lösung handelt. Die Vermessungssysteme aller Hersteller sind einander ähnlich, da sie auf einem gemeinsamen

Geräte- und Verfahrenstechnik

Zur Entwicklung der HKS-konformen Harvestervermessung

Marko Wötzel

Anmerkungen eines Importeurs

Standard, dem StanForD, aufgebaut sind.

Für uns als Importeur war die Einbindung der HKS-konformen Harvestervermessung in den StanForD von besonderer Wichtigkeit, da eine rein deutsche Lösung einen unverhältnismäßig hohen Entwicklungsaufwand erfordert hätte. Es ist zu bedenken, daß der deutsche Markt für die skandinavischen Hersteller zwar wichtig, aber im Vergleich zum restlichen Europa relativ klein ist.

Für die schnelle Umsetzung und Einführung der HKS-konformen Harvestervermessung sind eindeutige und endgültige Vorgaben dringend erforderlich, die vor allem auch Detaillösungen zur Datensatzstruktur und zu Datenformaten beinhalten. Beispielgebend ist hier das Pflichtenheft der Niedersächsischen Landesforstverwaltung, das verbindlich diese Details regelt.

Fehlen diese Details erschwert dies die Programmierung. Die Hersteller müssen dann eigene Datensätze entwickeln, die zueinander nicht oder nur bedingt kompatibel sind. Hierdurch wird auch die Datenübertragung auf die Forstamtscomputer erschwert, da jeder Hersteller eine andere maßgeschneiderte Übertragungssoftware einsetzen wird. Bei einer späteren Festsetzung der Datensätze werden aufwendige Änderungen erforderlich, die die Entwicklungskosten in die Höhe treiben.

Die Entwicklung einer einheitlichen und für das gesamte Bundesgebiet geltenden Vorgabe ist kompliziert, schließlich müssen die Bedürfnisse aller Landesforstverwaltungen auf einen gemeinsamen Nenner gebracht werden. Hierin besteht die größte Herausforderung für das KWF.

Die deutsche Forstwirtschaft un-

teten Kurzholzsortimenten wird zukünftig aufgrund der hohen Kosten eher abnehmen. Die Nutzung des Harvestermaßes wird hingegen an Bedeutung gewinnen und sich letztendlich auch durchsetzen. Harvestervermessungssysteme sind bereits heute technisch ausgereift. Sie arbeiten zuverlässig und genau, und sind in der Lage ein billiges Waldmaß zu liefern.

Gut kalibrierte Systeme liefern ebenso genaue Ergebnisse wie die Handvermessung. Zu beachten ist jedoch, daß beiden Meßverfahren unterschiedliche Bedingungen zugrunde liegen.

Die HKS als Grundlage für die Harvestervermessung

Die Voraussetzungen unter denen die HKS 1959 eingeführt wurde, unterscheiden sich wesentlich von den heutigen. Traditionell wurde zu dieser Zeit Lagholz aufgearbeitet, die Rechentechnik steckte noch in den Kinderschuhen, Taschenrechner oder gar Computer waren nicht vorhanden. Für die Volumenberechnung wurden Kubizier tabellen benutzt, die als Eingangswerte nur gerundete und einfach zu ermittelnde Werte zuließen. Harvestervermessungssysteme bieten gegenüber der Vermessung nach HKS einige Vorteile.

So werden bei der Volumenberechnung nach HKS aus Länge und Mittendurchmesser natürliche Stammunregelmäßigkeiten (starke Abholzigkeit, Ovalität) nur unzureichend berücksichtigt. Die Harvestervermessung mit Addition von Sektionsvolumen liefert hier genauere Werte.

Der pauschale Rindenabzug in Verbindung mit der forstlichen Abrundung ist ein weiterer Nachteil der HKS. Hieraus resultiert bei der Volumenberechnung von Abschnitten ein



DASA 380 - Harvestervermessungscomputer

terscheidet sich in vielen Punkten von der skandinavischen, dies muß sich letztendlich auch bei der Umstellung der Harvestermeßsysteme widerspiegeln.

In Deutschland wird das Waldmaß auch in Zukunft trotz sehr gut funktionierender Werksvermessung seine Bedeutung beibehalten. Die Handvermessung von maschinell aufgearbei-

systematischer Volumenfehler von 5-10%! Bei Harvestervermessung können durch Nutzung von Rindenabzugsfunktionen die realen Verhältnisse wesentlich besser berücksichtigt werden. Eine generelle forstliche Abrundung ist aufgrund höherer Meßgenauigkeit und Volumenberechnung durch den Bordcomputer nicht erforderlich.

Auch ist unverständlich, warum bei Abschitten ein pauschales Übermaß von 10 cm und mehr gefordert wird. Meines Erachtens wurde das Übermaß zum Ausgleich der Schnittfugen beim Zuschnitt der Sägeblöcke eingeführt und beträgt nach HKS lediglich 1%.

Es sei betont, daß die programmtechnische Umsetzung der HKS einschließlich Rindenabzug, Ermittlung des Mittendurchmessers, Übermaß, Volumenberechnung nach HKS und Einteilung in Stärkeklassen keine Probleme bereitet. Es sollte jedoch geprüft werden, ob die HKS für die Vermessung der von Harvestern aufgearbeiteten Kurzholzsortimente zweckmäßig ist.

Gerechterweise sollen die Nachteile des Harvestermaßes nicht verschwiegen werden. So treten beispielsweise bei der Aufarbeitung durch Harvester je nach Saftzustand der Bäume Teilentrindungen auf, die das Durchmesserergebnis beeinträchtigen können. Diese Durchmesser verfälschung wird auch nicht durch Einführung von Korrekturfaktoren auszugleichen sein, da das Phänomen neben der Saftzeit auch vom Zustand und der Einstellung des jeweiligen Harvesters abhängt.

Ein weiterer Nachteil ist, daß die genaue Meßstelle des Mittendurchmessers sowie die Lage des Stammes bei der Messung nachträglich nicht bestimmbar sind. Kontrollen werden hierdurch erschwert.

Beide Fehler sind jedoch in ihren Auswirkungen relativ gering einzuschätzen und würden durch forstliche Abrundung und pauschalen Rindenabzug mehr als ausgeglichen. Die tatsächlichen Verhältnisse werden jedoch durch diese Abrundungen bzw. Abzüge zum Nachteil des Forstbetriebes verfälscht.

Bedienbarkeit der HKS-konformen Vermessungssysteme

Die HKS-konformen Vermessungssysteme unterscheiden sich in der Bedienbarkeit nur unwesentlich von herkömmlichen Systemen. Geübte Harvesterfahrer können problemlos wechseln. Die Systeme besitzen Schnittstellen, um Aufarbeitungsdaten mit Hilfe von entsprechender Software auf Forstamtscomputer zu übertragen.

Das Harvestermaß als Verkaufsmaß

Das ehrgeizige Ziel, das HKS-konforme Harvestermaß zukünftig als Verkaufsmaß zu verwenden, wird von uns mit einiger Skepsis betrachtet. Stationäre Meßanlagen in den Sägewerken sind verfahrensbedingt

genauer als es Harvestervermessungssysteme je sein werden, da viele Störfaktoren ausgeschlossen sind. Die Werksvermessung ist außerdem effektiver, aber leider auch mit bekannten Nachteilen behaftet. Vereinbarungen zwischen Gremien der Forstwirtschaft und der Sägewerksindustrie haben in den vergangenen Jahren zu nicht unerheblichen Investitionen im Bereich der Werksvermessung geführt. Diese Investitionen würden nicht ausreichend gewürdigt, falls das Harvestermaß zum Verkaufsmaß werden sollte. Am Rande sei bemerkt, daß auch in Schweden nicht nach Harvestermaß verkauft wird; es laufen hierzu erste Untersuchungen.

Harvestermeßsysteme könnten den Sägewerken zukünftig jedoch ein Maß liefern, das für die weitere Produktionsentscheidung verwertbar ist. Dieses Maß besteht aus der tatsächlichen Länge und dem Zopfdurchmesser, beide Maße sind auch nachträglich zur Kontrolle einfach zu ermitteln. Ein Verkauf nach Zopfdurchmesser-Volumen, wie in Schweden, ist aus meiner Sicht nicht akzeptabel, da nicht nachvollziehbar ist, warum das Schwartenmaterial nicht bezahlt wird.

Welches Maß zukünftig als Verkaufsmaß verwendet wird, ist vor allem auch von vertraglichen Vereinbarungen, in denen der Preis je Einheit eine entscheidende Rolle spielen wird, abhängig. Harvesterholz könnte als eigenes Sortiment betrachtet werden, dessen Preis unabhängig von HKS-Stärkeklassen vereinbart werden könnte. Als Verkaufsmaß bietet sich dann das Sektionsvolumen als quantitatives Maß sowie tatsächliche Länge und Zopfdurchmesser als zusätzliche Information an.

Zusammenfassung:

Die HKS-konforme Harvestervermessung ist technisch möglich. Die Einbindung dieser Vermessung in den skandinavischen Datenstandard StanForD ist von großem Vorteil. Das Harvestermaß ist genau und als Kontrollmaß verwendbar. Im Vergleich zur Genauigkeit der Werksvermessung ist es unterlegen. Aus diesem Grund ist die Verwendung des Harvestermaßes als Verkaufsmaß kritisch zu betrachten. Harvestervermessungssysteme könnten ein Maß für die Produktionsentscheidung im Sägewerk liefern, das gegenüber einem HKS-Maß Vorteile besitzt.

Dipl.-Forstwirt Marko Wötzel
PRO FORST Forsttechnik GmbH
Poststraße 21
33181 Wünnenberg

Forstlicher Unternehmertag in Weißenstephan

Rund 130 Teilnehmer waren der Einladung des Instituts für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der forstlichen Fakultät München zum Forstlichen Unternehmertag am 23.1.97 gefolgt. Ziel war ein Austausch von Wissenschaft und Praxis über neueste Forschungsergebnisse und aktuelle Probleme.

Der neue Leiter des gastgebenden Instituts, Professor Dr. Warkotsch, stellte in seiner Einführung seine Lehrstuhlmannschaft und die Arbeitsschwerpunkte Arbeitswissenschaft/Verfahrenstechnik, Bodenphysik/Bodenmechanik und Angewandte Informatik/Biometrie vor. Er unterstrich die Wichtigkeit, auf die sich rasch ändernden Rahmenbedingungen der forstlichen Praxis angemessen reagieren zu können. Hierzu sollte die Veranstaltung einen Beitrag leisten.

1. „Nadelholz aus der Durchforstung: Vermarktung oder Entsorgung?“

Der erste Themenblock wurde mit einem Vortrag von H.-J. Wechselberger (Fa. Pfeleiderer) als Vertreter eines Holzabnehmerbetriebs eröffnet. Während der Holzverbrauch in der Holzwerkstoff-, Zellstoff- und Papierindustrie seit nahezu 10 Jahren gleich geblieben ist, hat er sich beim Nadel-sägeholz fast verdoppelt und infolge geplanter Sägewerkskapazitäten wird er weiter steigen. Die Durchforstungsreserven konzentrieren sich vor allem auf den Privatwald in Bayern und Baden-Württemberg. Für die Schnittholzvermarktung bedarf es – so Wechselberger – gezielter Marketingmaßnahmen. Der Holzbedarf der Stammkunden müsse ermittelt und die Abwicklungskosten müßten verringert werden.

Ministerialrat G. Windisch stellte die Situation aus dem Blickwinkel der bayerischen Staatsforstverwaltung dar. Wibke und ihre Folgen seien „ein heilsamer Lernprozeß gewesen, als erstmals Unternehmer im eigenen Wald agierten“. Der Sturm habe die

menden Zahl an Regiearbeitern und eines ansteigenden Arbeitsvolumens im Staatswald unverzichtbar geworden, wobei allerdings bestimmte Voraussetzungen vertraglicher Art zu berücksichtigen sind. Es bedarf einer Qualitätskontrolle, um „schwarze Schafe“ zu ermitteln und z.B. illegale Beschäftigung auszuschließen. Hier auf ist bereits bei der Ausschreibung zu achten. Trotz dieser Entwicklung wird auch in Zukunft ein hoher Anteil des Arbeitsvolumens durch eigene Arbeitskräfte bewältigt.

H. Baur vom bayerischen Waldbesitzerverband stellte sehr anschaulich dem Auditorium den mentalen Hintergrund seiner Klientel im Zusammenhang mit Unternehmereinsatz dar. Die Befürchtung, daß zu- oder nebenerwerbliche Arbeitsplätze wegfallen könnten, daß die „Waldgesinnung“ durch einen Rückzug aus dem Wald verloren gehen könnte und die damit verbundene Existenzangst des Kleinprivat- und Bauernwaldes führen zu Vorbehalten bis Ablehnung der zunehmenden Mechanisierung im Wald und damit auch zu Vorbehalten gegenüber den Forstunternehmern. Dies und die speziell im Kleinprivatwald bestehende Situation wie z.B. Kleinparzellierung und unterschiedliche, zum Teil sehr individuelle betriebliche Zielsetzungen, führen zu einer eher zurückhaltenden Beurteilung eines Unternehmereinsatzes. Dennoch wird zukünftig der Unternehmereinsatz im mittleren und größeren Privatwald an Boden gewinnen, wobei jedoch Intensität und Form speziell für diese Klientel entwickelt werden müssen. Im bäuerlichen Privatwald werden allenfalls in

	1989		1995	
	Regie	Unternehmer/ Selbstwerber	Regie	Unternehmer/ Selbstwerber
Holzeinschlag	85%	15% (1% Unternehmer 14% Selbstwerber)	68%	32% (5% Unternehmer 27% Selbstwerber)
Holzbringung und -transport	8%	92%	8%	92%
Bestandspflege	98%	2%	97%	3%
Bestandsgründung	92%	8%	86%	14%
Wegebau	39%	61%	24%	76%
Wegeinstandhaltung	46%	54%	46%	54%
Unternehmeranteil im bayerischen Staatsforstbetrieb				

Vorbehalte gegenüber den Unternehmern buchstäblich „weggeblasen“. In Bayern hat der Unternehmeranteil absolut und prozentual (im Holzeinschlag von 15 auf 32% des Einschlags) zugenommen. Heute sind Unternehmer infolge einer abneh-

der Zusammenarbeit mit gut organisierten Forstbetriebsgemeinschaften mit einem hohen Anteil ortsfremder Waldeigentümer Entwicklungsmöglichkeiten gesehen.

2. „Wo liegen die Grenzen der Be-

fahrung bei der Holzernte?“

Einerseits zunehmender Maschineneinsatz im Wald aus Gründen der technischen Rationalisierung - andererseits Paragraph 1 des Bundesbodenschutzgesetzes, in dem gefordert wird, den Boden zu sichern, Schäden abzuwehren und Vorsorge für den Boden zu betreiben. D. Matthies sprach sich in seinem Vortrag für einen tragfähigen Kompromiß zwischen forstlichem Umweltschutz und ökonomischen Belangen aus. Derzeit besteht noch eine „Bringschuld der Wissenschaft“ hinsichtlich systembezogener Schwellenwerte, d.h. der Frage, bei welchem Bodendruck Bestandeschäden zu erwarten sind, und hinsichtlich praktikabler Prognosemodelle. Solange diese Bringschuld nicht erbracht ist, bedarf es eines „Risk Managements“ in Form einer engen Kooperation zwischen Unternehmen, Forstämtern und Forschung, so daß man sich in ständiger Rückkoppelung einem möglichen Verfahrensoptimum nähern kann. Klare Zielvorgaben des Auftraggebers, ein Bonussystem bei der Entlohnung und der Einsatz angepaßter Technik wie z.B. Breitreifen und Reifendruckregelanlage sowie eine Beschränkung der Befahrung auf Rückegassen können einen schädlichen Einfluß der Befahrung auf den Boden verringern bzw. verhindern helfen.

Der statische Bodendruck, der sich aus dem Fahrzeuggewicht und den jeweiligen Radlasten sowie der Reifenkontaktfläche ergibt, kann über Näherungsformeln einfach ermittelt und - so H. Weixler - als ausschlaggebender Faktor für zu erwartende Bodenstrukturveränderungen herangezogen werden. In Feldversuchen stellte sich bei gegebener relativ geringer Bodenfeuchte ein statischer Bodendruck von 50kPa als Schwellenwert heraus. Ab 50kPa ist mit erheblichen Veränderungen der Bodenstruktur zu rechnen. Mit zunehmender Wassersättigung des Bodens sinkt der ermittelte Schwellenwert.

Der Frage, inwieweit Ertragseinbußen durch eine Befahrung zu erwarten sind, ging J. Kremer in seinem Vortrag nach. In zwei 30 und 40 Jahre alten Fichtenbeständen, in denen es infolge Befahrung zu erheblichen Bodenstrukturveränderungen kam, konnten keine signifikanten Unterschiede im Wachstum festgestellt werden. Auch Ertragseinbußen durch Zwangsnutzungen infolge einer möglichen, durch eingeschränktes Wurzelwachstum hervorgerufenen Bestandeslabilität konnten nicht nachgewiesen werden. Ein interessantes Ergebnis, das allerdings nicht zu einer Aufgabe des von Matthies geforderten „Risk Managements“ verführen darf. In diesem Bereich sind

noch weitere Untersuchungen erforderlich.

3. „Vermessung von schwachem Stammholz“

M. Groß von der FVA Freiburg berichtete zunächst über den Stand der Werksvermessung von Rundholz und insbesondere über die Ergebnisse der Forstlichen Sortierüberprüfung von Rundholzvermessungsanlagen durch forstliche Sachverständige. Bei den meisten überprüften Anlagen traten im Zuge der Überprüfung Mängel auf, die vor allem im Bereich der Abrundungsmodalitäten, der Meßgenauigkeit und der Datensicherheit lagen. Bei neueren Rundholzvermessungsanlagen findet zunehmend der Übergang von der reinen Dimensionsvermessung zur automatisierten Erfassung weiterer Holzmerkmale, z.B. Abholzigkeit und Krümmung, statt. Die Anlagenbetreiber versuchen diese Merkmalerfassung nicht nur zur internen Einteiloptimierung, sondern auch zur differenzierten Bewertung und Kaufpreisermittlung des Holzes einzusetzen. Für die Umsetzung von automatisiert erfaßten Rundholzmerkmalen in verkaufsrelevante Bewertungskriterien besteht daher erheblicher Forschungs- und Handlungsbedarf. Bundeseinheitliche Lösungen müssen hierzu angestrebt und zwischen Forst- und Holzindustrie gemeinsam vereinbart werden.

H.-U. Dietz vom KWF in Groß-Umstadt stellte den Entwurf eines Pflichtenheftes zur automatisierten Rohholzvermessung durch Kranvollernerter als Ergebnis einer Projektarbeit beim KWF vor. Dieser Entwurf wurde mit Vertretern der Maschinenhersteller und forstlichen Sachverständigen abgestimmt und liegt derzeit den Landesforstverwaltungen zur Stellungnahme vor. Dieses Pflichtenheft soll die technischen Grundlagen für die Erfassung und Verarbeitung der Kranvollerntermeßdaten als bundeseinheitlichen Standard regeln. Die Akzeptanz des Kranvollerntermaßes als integrierte Meßdatenerfassung bei der vollmechanisierten Holzernte durch Kranvollernter kann nur durch eine weitestgehend analoge Vorgehensweise wie bei der Werkseingangsvermessung erreicht werden. Dazu ist eine Vereinbarung zwischen Forst- und Holzwirtschaft erforderlich, die die organisatorischen und vertraglichen Grundlagen zur Datensicherheit und -genauigkeit regelt.

Mit dem zunehmenden Einsatz von Kranvollerntern im schwachen und mittelstarken Holz gewinnt die automatisierte Rohholzvermessung als Waldmaß immer stärkere Bedeutung für den Forstbetrieb. Kriterium für die Auftragsvergabe beim Unternehmereinsatz wird damit zukünftig

auch die Qualität der Vermessung sein. Daraus ergeben sich Konsequenzen für den Forstunternehmer hinsichtlich Anschaffung, Arbeitsorganisation und Einsatz von Kranvollerntern und deren Vermessungssysteme.

Stichprobenverfahren zur Vermessung von schwachem Stammholz als kostengünstige Vermessungsalternative stellte S. Feller von der LWF Freising vor. In Betracht kommen hierbei die Aufnahme des aufgearbeiteten Holzes vor der Rückung im Bestand als freie Mittendurchmesser-Stichprobe vor dem Poltern sowie Stichprobenverfahren für kranengesetztes Holz an der Waldstraße. Insbesondere den Stichprobenverfahren für kranengesetztes Holz kommt aufgrund der Vorteile hinsichtlich Kosten und Organisationsaufwand Bedeutung zu. Die klassische Mantelmessung hat wegen der hohen Unfallgefährdung und des großen Organisationsaufwandes gewisse Nachteile und führt zu systematischen Stichprobenfehlern. Demgegenüber hat das Stirnflächenverfahren als systematische Liniestichprobe deutliche Vorteile. Die Abweichung vom Volumen der Vollaufnahme lag nach bayerischen Untersuchungen unter 1%. Die Kosten liegen bei rund 1,20 DM/Fm. In der Bayerischen Staatsforstverwal-

tung sind derzeit nur die freie Stichprobe im Hieb und die lageweise Mantelmessung zugelassen. Die Landesforstverwaltung Baden-Württemberg wendet darüber hinaus auch das Stirnflächenverfahren an. Die LWF versucht in Zusammenarbeit mit der FVA Freiburg eine einheitliche süddeutsche Lösung zur Vermessung von Standardlängen nach dem Stirnflächenverfahren zu erarbeiten.

In der anschließenden Diskussion wurde festgestellt, daß die Rationalisierungspotentiale, die sich aufgrund der vorgestellten Vermessungsverfahren ergeben, konsequent genutzt und die Verfahrensentwicklung und -einführung bundesweit zentral koordiniert werden sollten.

Die jeweiligen Diskussionen zu den einzelnen Themenkreisen machten einmal mehr die Umbruchsituation und die Notwendigkeit einer Neuorientierung in der Forstwirtschaft deutlich. Es bleibt zu hoffen, daß auch in Zukunft in Veranstaltungen dieser Art der Informations- und Gedankenaustausch zwischen forstlicher Praxis und Wissenschaft fortgesetzt wird.

Hans-Ulrich Dietz und
Andreas Forbrig, KWF

Aus- und Fortbildung

Weiterbildung für Fahrer von Kranvollerntern in Deutschland

Mit dem Einzug der Kranvollernter seit Ende der achtziger Jahre stellt sich verstärkt die Frage nach der Aus-, Fort- und Weiterbildung der Maschinenführer.

Die hohen Investitionskosten für Kranvollernter, die für forstliche Verhältnisse komplexe Technologie, der Einsatz EDV-gesteuerter Vermessungssysteme, der Zwang, die Maschinenauslastung zu optimieren, die Anforderungen an Wartung und Pflege machen fundierte Kenntnisse und Fertigkeiten der Maschinenführer unumgänglich.

Darüber hinaus sind beim Betrieb der Kranvollernter grundlegende Kenntnisse über Fragen der Waldpflege, der Arbeitsorganisation, insbesondere der Logistik, aber auch des umweltverträglichen und waldpfleglichen Betriebs der Maschinen von großer Wichtigkeit und unterstreichen den Stellenwert fundierter Aus-, Fort- und Weiterbildung.

In Deutschland ist, anders als in den skandinavischen Ländern, die Ausbildung von forstlichen Maschinenführern nicht formal geregelt, es gibt keinen qualifizierenden Berufsabschluß. Von verschiedenen Waldarbeitsschulen werden grundlegende und fortführende Weiterbildungskurse für Kranvollernter-Maschinenführer angeboten. Diese werden ergänzt durch Informations- bzw. Schulungsangebote der verschiedenen

Produzenten und Vertreiber von Kranvollerntern.

Das Bildungsangebot der Waldarbeitsschulen

In Deutschland wird am Versuchs- und Lehrbetrieb Weilburg, an der Waldarbeitsschule Münchehof und an der Waldarbeitsschule Neheim-Hüsten Weiterbildung für Maschinenführer von Kranvollerntern angeboten.

Am Versuchs- und Lehrbetrieb Weilburg wurden nach einer Testphase von 1992 bis 1994 das Weiterbildungskonzept sowie Rahmenlehrpläne festgeschrieben. Darüber hinaus wurden Unterrichtsmaterialien erstellt und Maßnahmen zur Qualifikation der Ausbilder durchgeführt.

Zielgruppe des Bildungsangebots sind künftige, aber auch schon praktizierende Maschinenführer von Kranvollerntern. Es werden technische Grundkenntnisse, insbesondere in den Bereichen Elektrik und Hydraulik, praktische Erfahrungen mit Holzladekränen und der sichere Umgang mit der Motorsäge vorausgesetzt.

Das Bildungspaket besteht aus vier Lehrgängen, in denen der Aufbau und die Wirkungsweise der Antriebs-

aggregate und des Harvesterkopfes mit Hydraulikkran, die fachgerechte Bedienung des Kranvollernters mit Kontrolle und Kalibrierung des Meß- und Steuersystems, Wartung und Pflege sowie der Einsatz des Kranvollernters unter besonderer Berücksichtigung von Arbeitssicherheit, Ergonomie und Umweltschutz Lehrgangsinhalte sind.

Bei den zweiwöchigen Lehrgängen entfallen 35% auf die Kenntnisvermittlung, 15% auf praktische Unterweisung sowie 28% auf das Erlernen der Bedienung des Kranvollernters, wobei neben der Computersimulation von Fahrzeug- und Kranbewegungen auch auf stationären Maschinen geübt wird (1).

An der Waldarbeitsschule Neheim-Hüsten wurden ab 1991 Überlegungen angestellt, Hard- und Software-Simulation für erste aber auch weiterführende Übungen auf europäischer Ebene zu entwickeln (2). Die Simulatoren gestatten die Auswahl geeigneter Personen sowie wirtschaftliche, umweltfreundliche und sichere Einführung in die Grundlagen der Kranvollernterbedienung. 1997 werden erstmals Kursfolgen für die Weiterbildung von Maschinenführern von Kranvollerntern in Zusammenarbeit mit zwei skandinavischen Waldarbeitsschulen angeboten.

Im einzelnen ist dies ein Eignungstest für Kranvollernterfahrer (5 Tage mit computergestützten und mechanischen Simulatoren), und die Einführung in das Meß- und Kontrollsystem Timberjack 3000 (3 Tage). Die praktischen Übungen werden an computergestützten Trainingssimulatoren durchgeführt.

Zur Weiterbildung für Harvesterfahrer bietet die Waldarbeitsschule Neheim-Hüsten ein auf Modulen basierendes Gesamtpaket an, das neben rein technischen Bildungsangeboten auch Inhalte wie Einsatzplanung- und durchführung, umweltgerechter Maschineneinsatz und Grundlagen unternehmerischen Handels vermittelt.

Die praktische Ausbildung findet am Naturbruksgymnasium in Kalix, Schweden statt. Dort wird in die praktischen Servicearbeiten eingeführt und es werden Übungen mit Kranvollerntern im Bestand durchgeführt.

An der Waldarbeitsschule Münchenhof wird, ebenfalls mit computergestützten Simulatoren und stationärer Übungsanlage, ein zweiwöchiger Kurs für Fahrer von Kranvollerntern angeboten. Der Kurs setzt Grundkenntnisse in der Bedienung von Krananlagen voraus und hat folgende Unterrichtsfächer: Maschinenkunde, Arbeitssicherheit und Ergonomie, gesetzliche Grundlagen, Umwelt/Naturschutz, Arbeitsorganisation/Erfolgskontrolle, forstwirtschaftliche

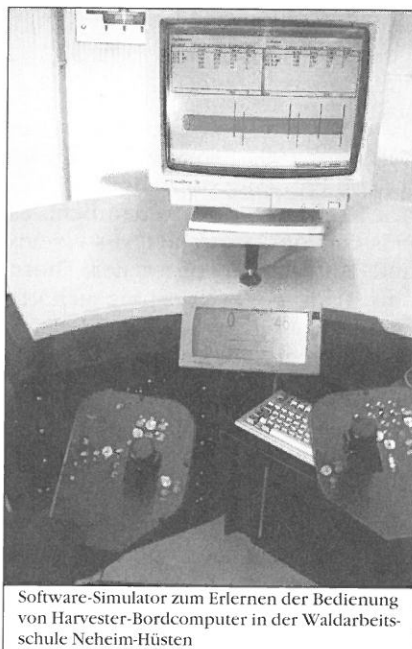
Grundlagen, Computerausbildung, Holzernteübung sowie die Grundlagen von Wartung, Pflege und Fehlersuche. Vom gesamten Kurs sind 60% praktische Übungen, 40% sind der Theorie vorbehalten.

Die Bildungsangebote der Hersteller von Kranvollerntern

Die Hersteller resp. Vertreiber von Kranvollerntern bieten ihren Kunden beim Kauf einer Maschine eine meist einwöchige Produkteinführung mit Schulung an. Dabei stehen produktbezogene technische Informationen im Vordergrund. Schwerpunkte sind das Vermessungssystem, dessen Kalibrierung, Wartung und Pflege sowie das Hydrauliksystem. Die Käufer haben gleichzeitig auch Gelegenheit zum ersten Praxiseinsatz ihres Vollernters.

Alle Hersteller bieten jeweils eintägige Nachschulungen an, die meistens mit einem Kundendienstservice gekoppelt sind.

Die Schulungskurse der Hersteller richten sich an Maschinenführer mit praktischer Erfahrung; es handelt sich meistens um (forstlich) erprobte Maschinenführer oder um Personen mit ausgeprägtem technischem Erfahrungshorizont wie z. B. LKW- oder Baggerführer und Landmaschinenmechaniker. Personen aus forstlichen Berufen sind in der Minderheit.



Die Schulungen werden zum größten Teil in firmeneigenen Schulungseinrichtungen abgehalten, vereinzelt findet eine Zusammenarbeit mit Waldarbeitsschulen statt.

Trends

Holzernte mit Kranvollerntern wird weiter auf dem Vormarsch bleiben, wobei Forderungen der Auftraggeber an die Arbeits- und Produktqualität und terminliche Zuverlässigkeit

steigen werden. Die technischen Anforderungen an das Bedienpersonal sind bereits sehr hoch. Künftig werden die Maschinenführer neben rein technischen Kenntnissen und Fertigkeiten vermehrt auch über forstliche, organisatorische und betriebswirtschaftliche Kompetenzen verfügen müssen, um die steigenden Ansprüche der Auftraggeber erfüllen zu können.

Diese Ansprüche können nur von kompetenten, gut ausgebildeten, sich dauernd weiterbildenden Maschinenführern erfüllt werden. Das Bildungsangebot dafür existiert; es stellt sich die Frage, inwieweit dieses Angebot wahrgenommen wird. Bisherige Erfahrungen der Bildungsstätten zeigen an, daß selbst maßgeschneiderte, zielgruppengerechte Kurse aus verschiedenen Gründen nur verhalten angenommen werden. Von Unternehmerseite wird u.a. argumentiert, daß sich qualitativ hochwertige Arbeit bisher nicht auszahle und somit Investitionen in die Weiterbildung der Maschinenführer sich nicht rechnen.

Einige Forstverwaltungen reagieren auf diesen Sachverhalt und fordern, wie z.B. Nordrhein-Westfalen

Postanschrift 1 Y 6050 E Entgelt bezahlt
Verlag:
Fritz Nauth Erben und Philipp Nauth Erben
Bonifaziusplatz 3, 55118 Mainz

(3), den Nachweis von Sachkunde als Voraussetzung für einen Vertragsabschluß. In Niedersachsen wird erwo-gen, daß entsprechend qualifizierte Unternehmen im Rahmen der wettbewerbsrechtlichen Bestimmungen bei der Auftragsvergabe bevorzugt werden (4).

Literatur:

- (1) Backhaus, G. 1994: Zur Weiterbildung der Kranharvester- Maschinenführer, FTI Nr. 5 S. 41-44
- (2) Jacke, H. 1997: Ein neues europäisches Konzept: Aus- und Fortbildung zum Maschinenführer, AFZ Nr. 3, S.126
- (3) Sternemann, K. 1996: Vertragsbedingungen verschärft, F&T Nr. 7, S. 20-21
- (4) Veranstaltungsbericht 1996: Lohnunternehmer demonstrieren Leistungsfähigkeit, LU Nr.12, S11.

Joachim Morat, KWF

Personelles

Wir gedenken

Franz Freiherr Riederer von Paar

Wie wir erst jetzt erfahren, ist am 30. Januar 1997 Franz Freiherr Riederer von Paar kurz vor Vollendung seines 70. Lebensjahres verstorben. Als Präsident des Deutschen Forstvereins und langjähriger Leiter der Thurn und Taxis Forstverwaltung gehörte er zu den hervorragenden Persönlichkeiten der deutschen Forstwirtschaft

und hat auch als Mitglied des KWF-Verwaltungsrates während zweier Jahrzehnte bis 1992 die Geschichte des KWF mitgestaltet.

Eine ausführliche Würdigung seines Lebensweges und seiner Verdienste findet sich in FTI 3/1992. Wir werden ihn in ehrenvoller Erinnerung behalten.

Ministerialrat i.R. Otto Sasse

Anfang März 1997 ist Ministerialrat i.R. Otto Sasse gestorben. Er hat als niedersächsischer Waldarbeitsreferent, als Vorsitzender des TdL-Forstausschusses, als Vertreter seines Landes im KWF-Verwaltungsrat sowie als Vorstandsmitglied und stellvertretender KWF-Vorsitzender Waldarbeit und Forsttechnik maßgeblich geprägt und sich um das KWF

verdient gemacht.

Für seine Verdienste um das KWF wurde er 1985 anlässlich der KWF-Tagung in Ruhpolding mit der KWF-Medaille ausgezeichnet. Eine ausführliche Würdigung seines Lebensweges und seiner Verdienste findet sich in FTI 2/1985 und 2/1990. Wir werden ihn in ehrenvoller Erinnerung behalten.

Mitteilungsblatt des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF) e.V. (Herausgeber), Spremberger Straße 1, 64823 Groß-Umstadt · Schriftleitung: Dr. Reiner Hofmann, Telefon 060 78/785-31, KWF-Telefax 060 78/785-50 · e-mail: kwf.info@t-online.de · Redaktion: Dr. Klaus Dummel, Andreas Forbrig, Gerd Gerdson, Jochen Graupner, Jörg Hartfiel, Joachim Morat, Dietmar Ruppert · „Forsttechnische Informationen“ Verlag: Fritz Nauth Erben und Philipp Nauth Erben, Bonifaziusplatz 3, 55118 Mainz, Telefon (0 61 31) 67 20 06 + 61 16 59

Druck: Gebr. Nauth, 55118 Mainz, Telefax 06131/670420 · Erscheinungsweise monatlich · Bezugspreis jährlich im Inland incl. 7% MwSt. 43,- DM im voraus auf das Konto Nr. 20032 Sparkasse Mainz oder Postgirokonto Ludwigshafen Nr. 786 26-679 · Kündigungen bis 1.10. jeden Jahres · Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlegers · Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Mainz · Einzel-Nr. DM 4,80 einschl. Porto.

ISSN 0427-0029