

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 124 (1973)
Heft: 4

Artikel: Wie messen wir das Holz in Zukunft? [Fortsetzung]
Autor: Höfle, H.H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767429>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.06.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wie messen wir das Holz in Zukunft?¹

2. Teil

Von H. H. Höfle

Oxf.: 52

(Aus der Professur für Forsteinrichtung der ETH-Zürich)

4.3 Die Messung im Werk

4.3.1 Allgemeines

Die *Gewichtsmessung* ist, wenn man nicht eine öffentliche Waage auf dem Weg ins Werk benutzt — was im übrigen sehr umständlich und zeitraubend sein kann —, eine *Messung im Werk*. Dort lässt sich das Holz auf dem Transportfahrzeug auch nach dem Raummass vermessen. Diese Art der Messung ist jedoch ungenauer, nicht weniger aufwendig und nicht schneller als der Gewichtsverkauf (14). Damit ist der Gewichtsverkauf auch diesem Verfahren überlegen.

Weiter sind nicht nur *Massensortimente* zu messen, sondern auch *Wertholz*, vor allem Furnierstämme und wertvolles Schneideholz. (Es wird hier also nicht zwischen Industrieholz und Stammholz, sondern zwischen Massensortimenten und Wertholz unterschieden.) Jeder Forstbetrieb hat ein Interesse, das Wertholz genau zu messen. Gerade wegen seines hohen Wertes kann es aber auch einen höheren Aufwand für die Vermessung tragen.

Beim *Laubholz* sind das Industrieholz und ein grosser Teil des Sägeholzes ohne Zweifel zu den Massensortimenten zu rechnen. Gerade hier bedingt jedoch der hohe Wert einzelner Stämme eine Sonderstellung. Dazu kommen mit der grossen Variation der Holzqualität und den unterschiedlichen Stammholzlängen noch einige spezielle Probleme.

Trotz diesen speziellen Problemen sind die hier vorgeschlagenen Lösungen (einschliesslich der Stehendmessung), ohne dass im einzelnen gezeigt wird, wo dies möglich oder unmöglich ist (bei den Massensortimenten voll, bei den wertvollen Sortimenten zum Teil), auch auf das Laubholz und das Wertholz anzuwenden. Wesentlich grösser ist der Anwendungsbereich natürlich beim *Nadelholz*.

¹ Zweiter Teil der ungekürzten Fassung eines Vortrags in den Forst- und Holzwirtschaftlichen Kolloquien der ETH-Zürich am 8. Januar 1973. Der erste Teil erschien in der Märznummer.

In zunehmendem Masse werden in Sägewerken oder auf zentralen Aufarbeitungsplätzen elektronische Anlagen für die *Messung des Holzvolumens* installiert. Dabei sind die Anlagen, die das Holz in gekürzter Form im Quertransport messen, heute gegenüber den Anlagen, die das Holz in voller Länge während des Längsdurchgangs messen und dadurch flexibler arbeiten, im Rückgang begriffen (61). Die Messergebnisse werden in beiden Fällen angezeigt, ausgedruckt, auf maschinenlesbare Datenträger übernommen und/oder sofort oder später durch Rechenprogramme ausgewertet. Je nachdem, wo die Konzentration des Holzes erfolgt und in wessen Eigentum das Werk und die zentrale Vermessungsanlage stehen, ergeben sich unterschiedliche Probleme bei der Vermessung des Holzes im Werk.

Der Begriff «Werk» steht im folgenden also für alle Orte, an denen das Holz konzentriert und während der Produktion vermessen wird. Diese Orte können ein Sägewerk, ein forst- oder industrieeigener zentraler Aufarbeitungsplatz (Holzhof) oder eine Zellstoffabrik sein. Die folgenden Beispiele orientieren sich jedoch wegen der Anschaulichkeit in erster Linie am Beispiel eines zentralen Aufarbeitungsplatzes für Rundholz, der zum Teil auch kurz als Holzhof bezeichnet wird.

4.3.2 Die Vermessung im integrierten Werk (Holzhof)

Die organisatorische Einheit von Forstbetrieb und Holzhof gewährleistet die einfachsten Verhältnisse, so dass die Vor- und Nachteile der elektronischen Vermessung im Werk hier am leichtesten darzustellen sind. Das Holz wird eingeschlagen (in ganzer Länge oder) als Trämel auf den Holzhof transportiert und dort entrindet, vermessen (eingeschnitten), sortiert und gelagert. Die Ergebnisse der elektronischen Vermessung dienen als Datengrundlage für sämtliche Vorgänge, das heisst für die Entlohnung, die Einschlagskontrolle, die Transportkosten, den Holzeingang und die Produktionskontrolle des Holzhofs (und die Übergabe des Holzes an das ebenfalls integrierte Sägewerk). Diese Lösung ist in Abbildung 13 skizziert und entspricht dem Vorgehen in der Hesperia-Domäne (63).

Hier liegt ein *ununterbrochener*, integrierter *Material- und Datenfluss* vor; der *Aufwand* ist *minimiert* (siehe Abbildung 17). Elektronische Messanlagen lassen sich mit beliebiger *Genauigkeit* und verschiedenen Messebenen konstruieren, wobei die Messergebnisse immer noch nach verschiedenen Gesichtspunkten — Messung über Kreuz, forstübliche Abrundung oder Ermittlung des wahren Volumens (Kubikmeter) — ausgewertet werden können. (Auf die speziellen elektronischen, technischen und holzmesskundlichen Probleme kann in diesem Zusammenhang der Kürze wegen nicht eingegangen werden; siehe dazu 21, 25, 53, 60, 61.)

Auch die Beurteilung der Holzqualität ist möglich und wegen der organisatorischen Einheit unproblematisch. Die *Kontrolle* der Messdaten muss sich allerdings auf Stichproben, auf Kontrollen der Anlage und der Auswertungsprogramme beschränken.

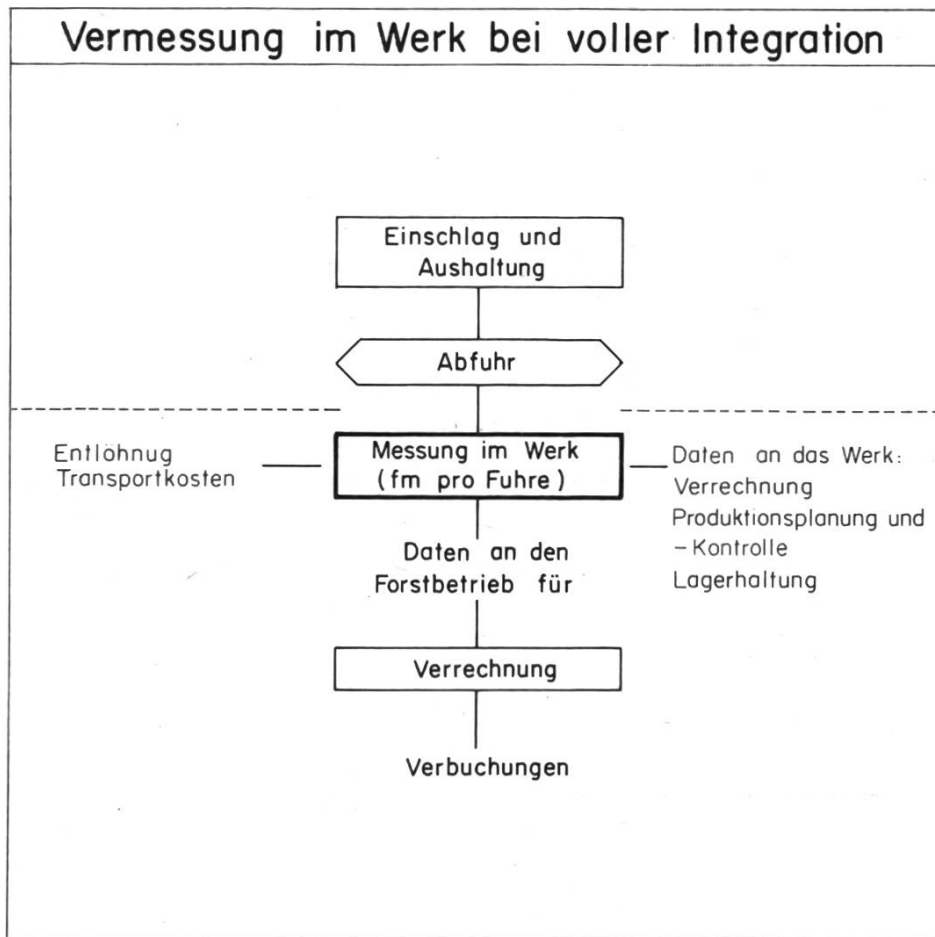


Abbildung 13. Die volle Integration von Forstbetrieb und Werk (zum Beispiel Holzhof) erleichtert die Lösung, nur einmal im Werk zu vermessen und die Ergebnisse für sämtliche von der Holzmessung benötigten Informationen zu verwenden. Dieses Beispiel entspricht dem Datenfluss bei der Hespera-Domäne.

Am meisten Aufmerksamkeit verlangt bei dieser Lösung die *zeitliche Koordination* von Holzernte und Holztransport: Das Holz muss sofort nach der Ankunft fuhrenweise gemessen oder, falls dies nicht geschieht, müssen die einzelnen Fuhren unverwechselbar bezeichnet und bis zur Vermessung voneinander getrennt werden. Dies erfordert eine bis zum Schlag zurückreichende, eindeutige Markierung jeder Fuhre. Schliesslich müssen alle Mitglieder des Systems — Waldarbeiter, Transportunternehmer und Betriebsleiter — von der Richtigkeit der gemessenen Werte und den Vorteilen der Lösung überzeugt sein. Dass sich die Widerstände und Zweifel überwinden lassen, beweist das Beispiel der Hespera-Domäne.

4.3.3 Die Vermessung auf dem teilweise integrierten Werk (Holzhof)

Wenn die Waldarbeiter die Messdaten des Holzhofes nicht als Entlohnungsgrundlage anerkennen, wenn zwischen Einschlag und Abfuhr längere Fristen verstreichen oder wenn Holzhof und Forstbetrieb nicht oder nur teilweise integriert sind, besteht eventuell die Notwendigkeit, das Holz nach

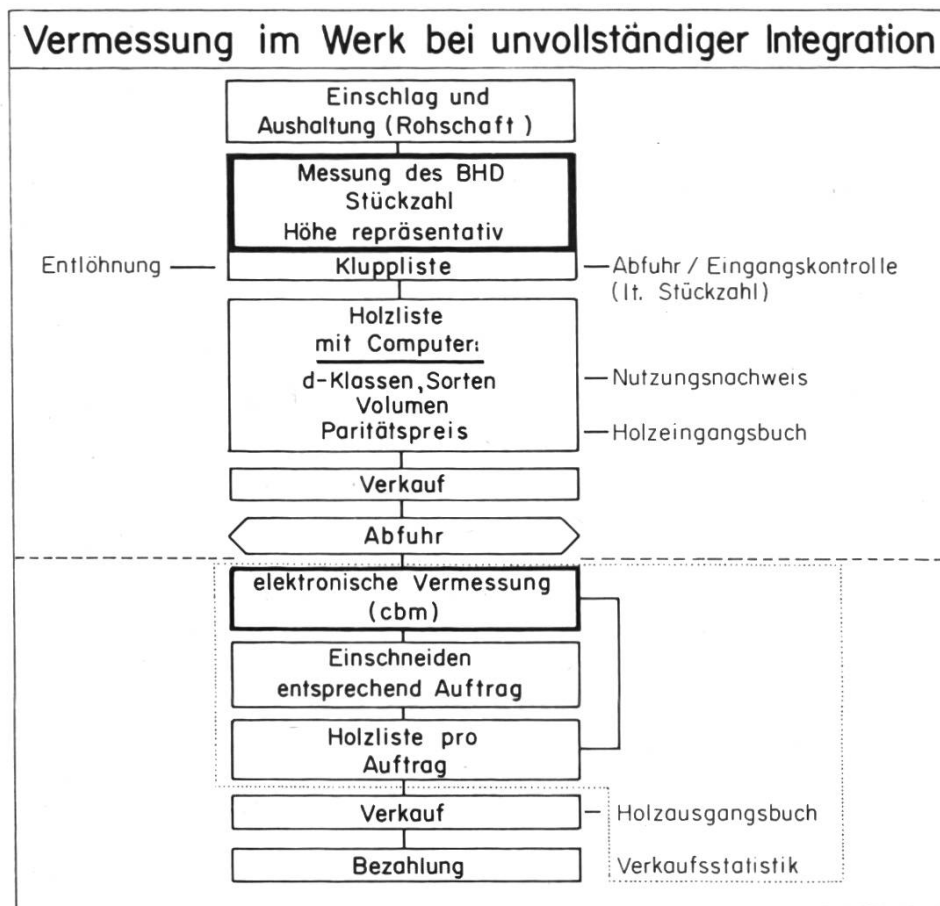


Abbildung 14. Die unvollständige Integration von Forstbetrieb und Werk (Holzhof) erfordert eine wiederholte Messung des Holzes, um das rechtzeitige Vorliegen der Messergebnisse, Kontrollmöglichkeiten usw. zu garantieren. Zunächst wird das Holz für die Entlohnung und die Übergabe an den Holzhof im Walde vermessen; die Ergebnisse werden durch Computer ausgewertet. Auf dem Werk (Holzhof) werden die Rohschäfte elektronisch vermessen, gemäß den Aushaltungsmöglichkeiten und Aufträgen ausgehalten und weiterverkauft. Die Manipulation des Holzes auf dem Werk (Holzhof) kann manuell erfolgen oder, angedeutet durch den punktierten Kasten, von einem Prozessrechner gesteuert werden. Diese zweite Lösung ist auf dem Holzhof der Fürstl. Waldburg-Zeil'schen Forstverwaltung bereits verwirklicht.

einem vereinfachten Verfahren bereits im Walde zu vermessen, nach den Ergebnissen zu entlohnern (dafür genügen zum Beispiel die BHD-Werte) und daraus Daten für die Einschlagskontrolle und die Übergabe des Holzes an den Holzhof (bis hin zur Errechnung von Paritätspreisen) abzuleiten. Diese Lösung ist *aufwendiger* als die alleinige Messung auf dem Holzhof, da die volle Integration des Material- und Datenflusses aufgegeben wird (siehe Abbildung 14). Sie verliert aber nicht an *Genauigkeit*, weil das Holz ja weiterhin auf dem Holzhof vermessen wird. Andererseits bietet die Messung im Walde die Gelegenheit, die Messung des Holzes auf dem Holzhof zu kontrollieren. Diese *Kontrolle* wird sich wegen des hohen Aufwandes in der Regel nicht auf den Einzelstamm, sondern mindestens auf eine LKW-Ladung beziehen. Ferner werden die *organisatorischen Probleme* vermindert. Dies heisst nicht,

dass Einschlag und Abfuhr weniger sorgfältig aufeinander abzustimmen sind, doch werden die Störungen durch unvorhergesehene Ereignisse verringert.

Auf dem Holzhof wird das Holz vom LKW zum Teil direkt auf den ersten Querförderer, teilweise aber auch auf ein Zwischenlager abgeladen. Die Messstation befindet sich hinter der Entrindungsmaschine. Die Messdaten werden optisch angezeigt oder einem Prozessrechner zugeführt, der nach der Stammform, der Qualität, den Aushaltungsmöglichkeiten, deren massen- und wertmässigen Ergebnissen und der Auftragslage die *optimale Aushaltung* pro Stamm vorschlägt (17). Die tatsächliche Aushaltung (Sortierung) wird pro Auftrag so festgehalten, dass am Ende eines Arbeitstages jeweils die Rechnungen und Lieferscheine geschrieben und die Daten für alle weiteren Verbuchungen an eine EDV-Grossanlage weitergeleitet werden können.

Das skizzierte Vermessungsverfahren kann auf diese Weise allen Sortierungsvorschriften und Sonderwünschen gerecht werden. Die messtechnischen Schwierigkeiten sind gering. Auch die Qualität des Holzes kann vor oder nach dem Eingang des Holzes in die Entrindungsmaschine beurteilt und in die Optimierung der Aushaltung einbezogen werden. (Die Qualitätsansprüche kann zum Beispiel der Bedienungsmann der Entrindungsmaschine übernehmen.) Falls der Holzhof organisatorisch und/oder juristisch zum Forstbetrieb gehört, entstehen keine besonderen Probleme. Im Falle eines nicht integrierten Holzhofs wachsen sie natürlich an.

Auch diese Lösung ist heute keine Utopie mehr, sondern befindet sich bei der Fürstl. Waldburg-Zeil'schen Forstverwaltung im Stadium der Erprobung. In den nächsten Jahren sind hier — vor allem bei der Vermessung im Walde, der Qualitätsbeurteilung (46) und der Optimierung der Aushaltung — noch weitere Verbesserungen zu erwarten.

Die *optimale Aushaltung* kann unterschiedlich definiert werden: In der äussersten Konsequenz würde sie bedeuten, dass wir den für einen bestimmten Zweck laut seiner Dimension und Qualität optimalen Baum im Walde nutzen und ihn für diesen Zweck bereitstellen. Dies wird — vielleicht abgesehen vom Plenterwald — ein Ausnahmefall bleiben, da wir selten über die Messdaten eines einzelnen Baumes verfügen. Realistischer ist dagegen die Nutzung des für einen bestimmten Zweck optimalen Bestandes: Dies bedingt aber, dass wir nicht nur die in einem bestimmten Bestand anfallende Holzmenge, sondern auch deren Dimensionen (Sorten) und Qualitäten kennen. Dass dies ohne weiteres möglich ist, wird bei den Verfahren der Stehendmessung noch gezeigt werden. Allgemein üblich ist heute, aus dem Holzlager eines Sägewerks (oder Holzhofs) die für eine bestimmte Verwendung optimale Partie oder den dafür optimalen Stamm auszusuchen. Wenn diese Optimierung, die also bereits einer Suboptimierung entspricht, wirklich optimal sein soll, sind möglichst viele Alternativen anzubieten. Dazu muss das Holz in möglichst langer Form in das Werk (auf den Holzhof) kommen und die primitiven Mess- und Einteilungsmethoden des Waldarbeiters oder Rundholzeinteilers sind, wie skizziert, durch bessere Verfahren zu ersetzen.

Die optimale Sortierung im Werk verlangt also die Aushaltung der Bäume im Walde in möglichst langer Form, das heisst als sogenannte Rohschäfte. Diese *Roh-*

schaftverfahren wiederum fordern, von den bisherigen Verfahren der Messung des Holzes im Walde abzugehen,

- da es unwirtschaftlich ist, im Walde einen Stamm nach alten Sortierungsvorschriften zu vermessen, die lediglich zur Herleitung eines Paritätspreises dienen und nichts über die tatsächliche Verwendung des Stammes aussagen.
- da der Stamm im Werk ohnehin noch einmal für die Sortierung vermessen werden muss und
- da die exakte Erfassung der Stammform genauere Messmethoden verlangt.

Ohne Zweifel ist es — gerade hier im Gebirge — nicht überall möglich, Rohschäfte auszuhalten. Doch ist die zentrale Vermessung im Werk nicht an Rohschäfte gebunden, sondern besitzt auch Vorteile für Blochholz, wie das in Abbildung 13 dargestellte Beispiel der Hespera-Domäne zeigt.

Eine *Vermessungseinrichtung im Werk* verlangt zusätzliche Förderanlagen. Diese werden wegen der Vermessung allein nicht installiert, wohl aber wegen der stationären Entrindung. Nach den Untersuchungen von *Leinert* im Institut für Forstbenutzung der Universität Freiburg i. Br. können in der Bundesrepublik stationäre Schlagkopf-Entrindungsmaschinen einschliesslich der notwendigen Fördereinrichtungen im Sägewerk bereits ab einer Jahreskapazität von 3000 fm mit den Handentrindungskosten des Langholzes der 3. Klasse (Schweizer Sortierung) konkurrieren². Wenn zusätzlich noch eine Vermessungsanlage installiert wird, ist diese Kapazitätsgrenze sogar noch geringer, da ja die Vermessungsanlage die andernorts für die Vermessung entstehenden Kosten verringern kann (siehe Abbildung 2).

Dies zeigt, dass die stationäre Vermessung im Werk nicht unbedingt Grosssägewerke voraussetzt. Auf alle Fälle notwendig ist aber eine Abstimmung des Vorgehens zwischen der Forstwirtschaft und der Holzwirtschaft, wenn Verfahren der stationären Entrindung und der Vermessung im Werk eingeführt werden.

4.3.4 Die Vermessung auf dem nicht integrierten Werk (Holzhof)

Falls Wald und Holzhof verschiedenen Eigentümern gehören (die auf seiten der Forstwirtschaft sehr zahlreich sein können), bleiben zwar die Vorteile der zentralen elektronischen Vermessung — Vollständigkeit, Genauigkeit und geringer Aufwand — bestehen, doch wachsen die *organisatorischen Probleme* wegen der Notwendigkeit, das Holz zu identifizieren und nach seiner Güte und Dimension zu beurteilen. Diese Probleme können in sehr verschiedener Weise gelöst werden, wie aus Abbildung 15 hervorgeht.

Beim *Verzicht auf jegliche Messung im Walde* — auch für die Zwecke der Entlohnung — sind die absolut sichere Identifikation des Holzes, die schnelle Abfuhr, die Trennung des Holzes nach seiner Herkunft und die rasche Weitergabe der Daten unabdingbar. Dies kann auf dem Holzhof in folgender Weise geschehen:

- Das Holz wird sofort nach der Ankunft auf dem Holzhof verarbeitet, wobei die einzelnen Lieferungen mit einer speziellen, die Herkunft kennzeichnenden Nummer versehen, einwandfrei voneinander getrennt bleiben.

² Nach einer mündlichen Mitteilung von Herrn Dr. Leinert.

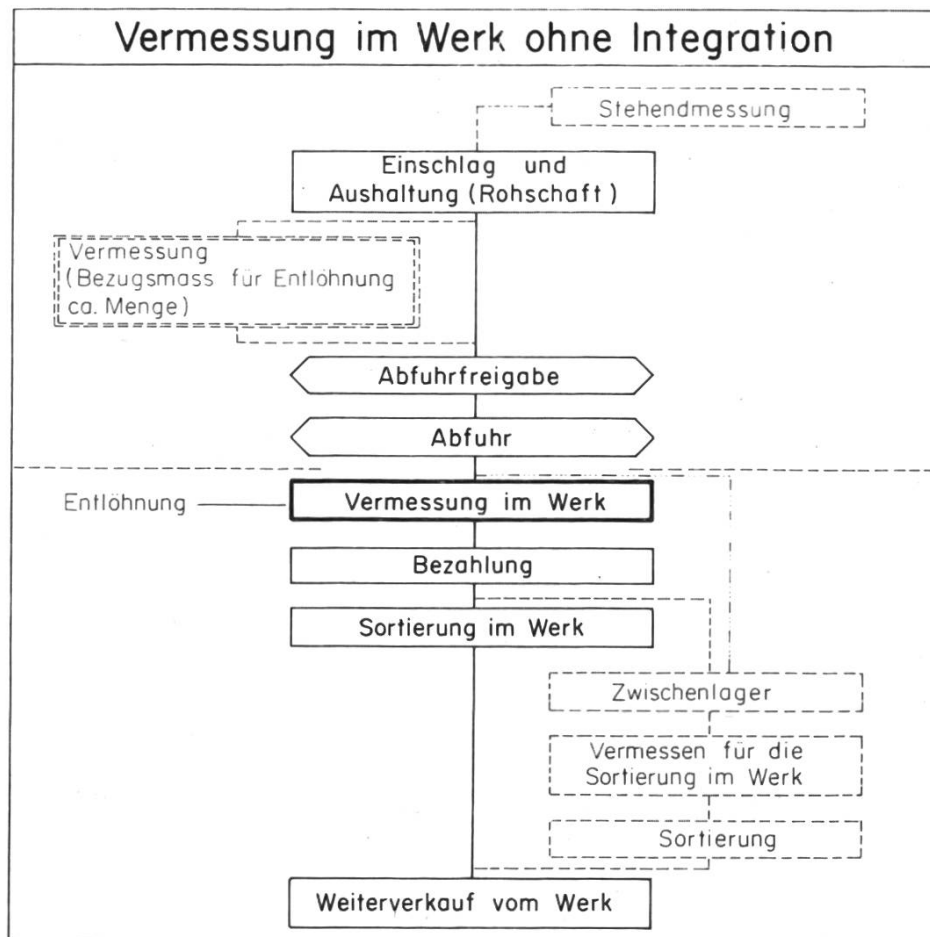


Abbildung 15. Die organisatorische Trennung von Forstbetrieb und Werk verlangt eine Messung im Walde oder eine sichere Identifikation und Trennung der einzelnen Holzlieferungen. Dabei bieten sich verschiedene Lösungen an: Im Werk wird das Holz, pro Lieferung gekennzeichnet, sofort verarbeitet, oder es wird zunächst auf ein Zwischenlager genommen und erst später vermessen und verarbeitet, oder es gelangt zunächst durch die (Entastungs-) Entrindungs- und Vermessungsanlage und kommt dann erst auf ein Zwischenlager für die weitere Verarbeitung. Diese drei Alternativen sind im unteren Teil der Abbildung dargestellt. Statt dieser Lösungen kann das Holz stehend oder liegend im Wald vermessen werden (diese beiden Alternativen sind in der oberen Hälfte angedeutet). Schliesslich sind auch beliebige Kombinationen der fünf angedeuteten Lösungen möglich.

- Falls das Holz vorerst gelagert wird, muss es nach der Ankunft eindeutig markiert werden.
- Zunächst erfolgen nur die Entastung, Entrindung und Vermessung. Vor dem Einschnitten und Sortieren wird das Holz ein zweites Mal gemessen. Dies verlangt zwar eine zweite (eventuell mit einem Prozessrechner gekoppelte) Vermessungsanlage, erhöht aber die Flexibilität des Holzhofs bei der Produktionsplanung.

Die Probleme werden geringer, wenn das Holz vor der Lieferung an den Holzhof *im Walde* für die Entlohnung und den Verkauf zumindest grob — sei es stehend, sei es liegend — *gemessen* wird. Dabei kann zugleich die

Qualität des Holzes global oder — bei der liegenden Messung — einzelstammweise beurteilt werden. Auf dem Holzhof wird dann wiederum eine der drei eben skizzierten Lösungen gewählt, was eine Korrektur der groben, vorläufigen Messung im Walde ermöglichen würde, oder die Vermessung beschränkt sich unter Verzicht auf die Kennzeichnung der einzelnen Lieferungen auf die internen Zwecke des Werkes.

Kritisch bleiben dann zwei Dinge:

1. lässt sich die Frage der *Sortierung* relativ leicht lösen, wenn die Herkunft des Holzes bekannt ist, da die elektronische Vermessung die wahre Form eines jeden Stammes angibt, so dass jeder Baum durch ein Rechenprogramm beliebig sortiert und genau kubiert werden kann. Ohne diese Identifizierung müssten sich Forstbetrieb und Werk mit den Ergebnissen der groben Vermessung im Walde begnügen.
2. kann die *Gütebeurteilung* auf die skizzierte Weise im Walde erfolgen, falls dies vom Werk akzeptiert wird (es ist dabei an eine auf den örtlichen Erfahrungen beruhende Einschätzung der Holzqualität zu denken). Als Alternative bietet sich die Beurteilung der Holzqualität auf dem Werksplatz an, was wiederum vom Forstbetrieb akzeptiert werden muss. Als Kompromiss könnte anstelle eines Arbeiters aus dem Sägewerk ein Waldarbeiter oder Forstbeamter die Messung, Sortierung und Qualitätsbeurteilung des Holzes auf dem Werksplatz übernehmen bzw. überwachen und so in einem Zuge die Ansprüche der Forstwirtschaft wie des Werkes befriedigen.

Die organisatorischen Probleme der zentralen, nicht integrierten Vermessung sind also gross (siehe dazu auch Abbildung 17). Es ist daher zu überlegen, ob nicht die Messung des stehenden Holzes vor dem Einschlag vorteilhaft wäre, zumal wir im Zuge der Forsteinrichtung oder für die Entlohnung ohnehin einen Teil der Bestände voll oder in Stichproben kluppieren.

4.4 Die Stehendmessung

Verlagerten wir eben alle Messvorgänge an das Ende der Produktionskette bei der Holzernte — ins Werk —, so konzentrieren wir sie bei der Stehendmessung am Anfang der Produktionskette — im Wald. In beiden Fällen werden alle Messvorgänge also vorteilhafterweise an einem Ort und in einem Zeitpunkt zusammengefasst. Als weiterer Vorteil der Stehendmessung (siehe Abbildung 16) kommt dazu, dass die Daten bereits zu einem so *frühen* Zeitpunkt vorliegen, dass die Verkaufspolitik festgelegt, Einschlag und Verkauf aufeinander abgestimmt, die Lager reduziert und Arbeiter und Maschinen optimal eingesetzt werden können. Ferner lassen sich die Daten so ermitteln, dass der gesamte Informationsfluss in einem System integriert werden kann.

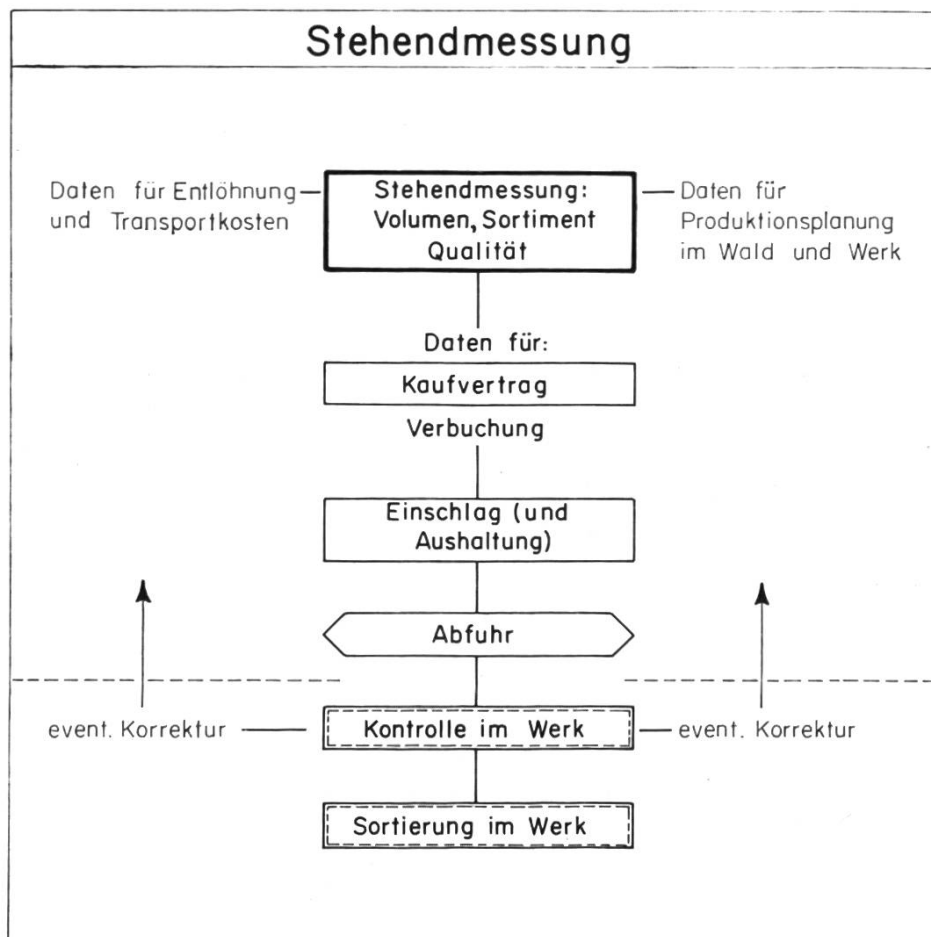


Abbildung 16. Die Stehendmessung gewährleistet das rechtzeitige Vorliegen der Messergebnisse für alle Zwecke des Informationsflusses. Die Ergebnisse können eventuell durch die Messergebnisse im Werk kontrolliert und korrigiert werden.

Schliesslich besitzt diese Messmethode eine grosse *Flexibilität*:

- Das Holz kann über alle Besitzgrenzen hinweg gemessen werden (das Verfahren ist also auch im Kleinprivatwald anzuwenden).
- Mit der Messung ist noch keiner weiteren Entscheidung vorgegriffen.
- Das Holz eines Eigentümers oder sogar eines Bestandes kann an verschiedene Käufer verkauft werden.
- Umgekehrt lassen sich nach der Messung die Holzmengen beliebig vieler Besitzer zusammenfassen.
- Der Einschlagszeitpunkt kann beliebig oder so, wie es übergeordnete Planungen erfordern, gewählt werden.

Die Flexibilität betrifft aber auch die *Genauigkeit* und den erforderlichen *Aufwand*. Dies zeigen die folgenden Anwendungsmöglichkeiten der Stehendmessung:

- Um den Arbeitern eine Abschlagszahlung auszahlen zu können, genügt die Bestimmung der Holzmenge durch eine relativ grobe Schätzung.

- Für die Zwecke der genauen Entlohnung reicht die Stehendmessung des BHD aus.
- Etwas höher sind die Ansprüche für die endgültige Entlohnung und die Kontrolle des Verkaufs.
- Am genauesten muss die Stehendmessung schliesslich für die Zwecke der endgültigen Entlohnung und den endgültigen Verkauf sein.

Je nach dem Zweck bieten sich verschiedene Verfahren der Stehendmessung an (62). Die Wahl des optimalen Verfahrens ist Sache der Marktpartner (und der Waldarbeiter). Die Genauigkeit lässt sich dabei beliebig steigern, doch setzt der zulässige Aufwand für die Messung eine Grenze, wie es einleitend in Abbildung 6 dargestellt wurde.

Am genauesten sind die *Probestammverfahren*, bei denen die wichtigsten Baumdaten und die Stammform an einigen Modellstämmen genau bestimmt werden. Daraus lassen sich die Masse und beliebig viele Sortierungen exakt berechnen. Als Beispiele nenne ich den Schaftkurvenrechenschieber von Schöpfer (67, 69) und das an der baden-württembergischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt von Grammel und Schöpfer entwickelte Computerprogramm ROSCHA³, die jeweils mit der echten Formzahl ($\lambda_{0,9}$) arbeiten, oder ein finnisches Rechenprogramm, das die Kenntnis des BHD, des Durchmessers in 6 m Höhe, der Baumhöhe und der Rindenstärken voraussetzt (58). In Kürze wird für die Fichte ein ähnliches Programm der EAFV vorliegen, das den bei den Schweizer Stichprobeninventuren gemessenen Durchmesser in 7 m Höhe verwendet. Die Genauigkeit dieser Verfahren ist hoch und liegt zwischen ± 1 und ± 5 %. Sie verlangen allerdings auch den höchsten Aufwand.

Eine ähnliche Genauigkeit ist nach Schöpfer (70) auch bei Anwendung der weiterentwickelten Massenreihenverfahren von Spiecker zu erreichen (siehe auch 76). Doch ist der Aufwand geringer, da nur der BHD gekluppt und einige Höhen gemessen werden müssen. Diese Reihenverfahren können als Beispiel für die Verwendung von *Massentafelverfahren* gelten. Bei der Verwendung der Massentafeln selbst muss jedoch mit grösseren Fehlern gerechnet werden, die im Extremfall ± 6 , ja sogar ± 15 % betragen können (62).

Die *Tarifverfahren* (62) führen wohl zu ähnlichen — je nach der Anpassung des Tarifs kleineren oder grösseren — Fehlern. Andererseits beschränkt sich hier der Aufwand auf die Kluppierung des Bestandes.

Noch geringer ist der Aufwand bei den *Mittelstammtarifen*. Ihre Anwendung ist in speziellen Fällen nicht ausgeschlossen. So dient ein Tarif von Schöpfer (68) — mit den Eingangsgrössen mittlerer BHD und mittlere Länge — zum Beispiel in Baden-Württemberg zur Schätzung des Anfalls an Buchenindustrieholz, das nach Gewicht verkauft werden soll. In Zusammenarbeit mit Schöpfer konnte der Verfasser (30, 35) einen Mittelstammtarif für einen teilweise integrierten Holzhof, den Holzhof Oberschwaben in Bad Schussenried (77), entwickeln, der für die Fichte in einem relativ engen und einheitlichen Einzugsgebiet Gültigkeit besitzt und als Eingangsgrösse nur den repräsentativ ermittelten arithmetischen Mittelwert des BHD und die Stammzahl benötigt. Der maximale Fehler beträgt für einen Vertrauensbereich von 95 % einschliesslich des Repräsentationsfehlers der BHD-Ermittlung $\pm 12,8$ %.

Alle Verfahren der Stehendmessung verursachen Schwierigkeiten bei der *Qualitätsansprache* der Bäume. Sofern man nicht eine einheitliche mittlere

³ Darüber wird von Schöpfer und Grammel in Kürze berichtet werden.

Gütekategorie voraussetzt, muss man sie entweder — wie beim nicht integrierten Holzhof — im Walde aufgrund vergangener Erfahrungen schätzen und eventuell bei der weiteren Verarbeitung im Werk korrigieren oder erst dort ermitteln. Die *Kontrolle der Messwerte* führt zu einem weiteren Problem: Die Kontrolle der Messdaten des Einzelstamms ist ausgeschlossen. Nachprüfbar ist vielmehr nur die Übereinstimmung der nach der Stehendmessung prognostizierten Massen- und Sortendaten eines Bestandes mit den tatsächlichen Ergebnissen bei der Aufarbeitung im Wald oder im Werk. Dann muss das Holz aber auch so, wie es theoretisch sortiert wurde, aufgearbeitet werden. Dies schliesst zum Beispiel die Einhaltung der verwendeten Zopfdurchmesser, die Kontinuität der Qualitätsbeurteilung usw. ein. Ähnlich wie bei der Gewichtsmessung erfolgt die Kontrolle wohl am besten so, dass sich die Marktpartner auf ein Verfahren einigen und dessen korrekte Anwendung und Richtigkeit von Zeit zu Zeit durch Stichproben überprüfen.

Die skizzierten *Probleme* der Genauigkeit, der Qualitätsansprache und der Kontrolle scheinen mir *lösbar*, da hier nicht methodische Mängel vorliegen, sondern Probleme des gegenseitigen Verständnisses und der Einigung zwischen Forstbetrieb, Waldarbeitern und Holzkäufern. Da wir ferner für die Entlohnung ohnehin Daten am stehenden Bestand erheben müssen, da die Stehendmessung von der Besitzgrösse unabhängig ist, da sie alle Alternativen beim Einschlag und Verkauf offen lässt und da schliesslich rechtzeitige und vollständige Informationen in modernen Planungssystemen, die wir auch in Mitteleuropa einführen werden und die bei gemeinsamen Aktionen mehrerer Waldbesitzer oder der Forst- und Holzwirtschaft immer grössere Bedeutung erlangen, wird die Stehendmessung auf die Dauer zu einer ernsthaften Konkurrenz für die Messung im Werk oder auf einem Holzhof und — vielleicht weniger — für die Gewichtsmessung werden (siehe Abbildung 17).

Dieser Eindruck verstärkt sich, wenn wir uns vorstellen, dass alle Daten der Bestände, des Arbeitsaufwandes, der Arbeitskapazitäten und der Nachfrage in einer grossen *Datenbank* gespeichert werden. Die Bestandesdaten, die jeweils aus der letzten Inventur stammen, werden je nach dem gewünschten Genauigkeitsgrad entweder direkt, in fortgeschriebener oder durch Ergänzungsmessungen berichteter Form verwendet. Ziel der Verwendung der Datenbank ist, den Einschlag so zu planen, dass die Nachfrage und die Absichten der Forstbetriebe bei der organischen und mechanischen Produktion erfüllt und optimal aufeinander abgestimmt werden.

4.5 Weitere Verfahren

Zwei Messmethoden sind der Vollständigkeit halber noch zu erwähnen: Die Messung des Holzvolumens *im Luftbild* ist unter unseren Verhältnissen zwar nicht ausgeschlossen, doch mit so grossen Fehlern und Unsicherheiten behaftet, dass sie wohl nur in Ausnahmefällen in Frage kommt (2, 37).

Etwas günstiger erscheinen die Aussichten für eine Kombination der Holzmessung mit anderen Teilarbeiten *in mobilen Aufarbeitungsmaschinen*, zum Beispiel Entastungs-, Entrindungs- oder Einschnidemaschinen. Nach

Versuchserfahrungen mit der finnischen Entastungs- und Einschneidemaschine Pika 50 (32, 33, 34) glaube ich jedoch nicht, dass sich diese Lösung durchsetzen wird. Dafür sprechen — in Stichworten — unter anderem (siehe auch Abbildung 17):

- die Anfälligkeit der elektronischen Vermessung in mobilen Maschinen mit der Konsequenz, dass beim Ausfall eine Maschine mit Betriebsstundenkosten von über 100 Franken stillliegt.
- die Probleme der Erfassung aller Angaben über Durchmesser, Längen, Qualitäten und Dimensionsklassen und der Erfassung und Weiterleitung dieser Daten,
- die Schwierigkeiten bei der Aushaltung mehrerer Sortimente und
- die organisatorischen Probleme.

5. Die Bestimmung des optimalen Verfahrens

Nach den bisherigen Ausführungen können wir feststellen, dass die modernen Messmethoden auch den Bedingungen zukünftiger Holzernteverfahren gerecht werden. Dies beweist ihre Anwendung in einigen fortschrittlichen Betrieben, über die ich berichtet habe. Weiter sind wir uns — gerade weil die Informationen der Holzmessung in so vielen Bereichen wichtig sind — wohl darüber einig, dass sich die *Verbesserung*, die Rationalisierung der bestehenden Lösungen *lohnt*.

Nun sind die *Verhältnisse* in der Forst- und Holzwirtschaft jedoch so *vielfältig*, dass wir nicht nur eine Lösung vorschlagen können. So sind zum Beispiel bei Furnierstämmen, deren genaues Volumen für eine Versteigerung rechtzeitig und wegen des hohen Wertes sehr genau bekannt sein muss, oder bei Laubholzbeständen, deren Stehendmessung zu grosse Schwierigkeiten verursacht, durchaus Abweichungen von der generell vorzuschlagenden Tendenz berechtigt. Andererseits dürfen wir die Vielfalt der Verhältnisse nicht als Alibi für Untätigkeit benutzen, sondern wir müssen versuchen, für jede Situation die *beste Lösung* zu finden.

Jeder Forstbetrieb muss daher seine *Situation analysieren* und sehen, welche Gesichtspunkte von Bedeutung sind und wie sie von den verschiedenen Messmethoden erfüllt werden. Als wichtigste *Faktoren* erscheinen mir bei dieser Analyse:

- die Betriebsgrösse und -struktur (Klein- oder Grossbetrieb, Geländeverhältnisse),
- die Organisation des Betriebs (vor allem die horizontale oder vertikale Integration),
- die Holzarten, -sorten und -mengen (Wertholz oder Massensortimente, angewandte Sortierung, Verwendungszwecke des Holzes),

- die Absatzmöglichkeiten (grosse oder kleine Käufer, deren technische Einrichtungen, bestehende Verträge und Vertrauensverhältnisse),
- die vorhandenen Anlagen im Betrieb (Arbeitskräfte, technische Mittel einschliesslich Holzhof und EDV, angewandte Ernteverfahren),
- der entscheidende Engpass im Betrieb (Arbeiter, Förster, Büro?) und
- der Zweck der Vermessung.

Kriterien für die Wahl eines Vermessungsverfahrens										
	Traditionelles Verfahren			Gewicht	mobile Aufar- beitung	Zentrale Aufarbeitung			Stehend- messung	
	nor- mal	Beleg	Kluppe			inte- griert	z. Teil int.	nicht int.	Tarife	Pro- gramm
legal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
vollständig	—	○	+	○	○	+	○	○	+	+
genau	○	○	○	+	○	+	+	+	○	+
einfach	+	+	+	○	○	+	+	○	+	+
rasch	+	○	+	○	○	+	○	○	+	+
rationell	—	○	○	+	○	+	+	+	+	+
kontrollierbar	+	+	○	○	○	○	○	○	○	○

Abbildung 17. In jedem Betrieb werden die verschiedenen Verfahren der Holzmessung je nach der Ausgangssituation unterschiedlich beurteilt. Mit Hilfe der in Abbildung 7 genannten Kriterien — siehe dazu auch die Abbildungen 2 und 4 — kann jeder Betrieb das für ihn optimale Verfahren bestimmen. Die allgemeinen Tendenzen dieser Beurteilung sind durch die vollständige (+), teilweise (○) oder fehlende (—) Erfüllung der einzelnen Kriterien angegeben. Jeder Forstbetrieb muss seine Beurteilung jedoch mehr differenzieren. Wie dies geschehen kann, ist im Text erläutert.

Durch diese Gesichtspunkte erhalten die eingangs genannten Kriterien der Legalität, Vollständigkeit, Einfachheit (Flexibilität), Schnelligkeit, Genauigkeit, Kontrollierbarkeit und Wirtschaftlichkeit in verschiedenen Forstbetrieben ein unterschiedliches Gewicht. So können verschiedene Betriebe durchaus zu einem unterschiedlichen Ergebnis kommen, und innerhalb eines Betriebes kann sich die optimale Lösung aufgrund der veränderten Situation verschieben.

Diese Vorgänge sind *quantifizierbar*, indem jeder Betrieb die Bewertung der einzelnen Kriterien nicht durch vorteilhaft (+), indifferent (0) oder nachteilig (—) kennzeichnet, wie es in Abbildung 17 geschehen ist, sondern beispielsweise mit einer Zahl zwischen 0 und 10. Dazuhin kann er die einzelnen Kriterien unterschiedlich gewichten. Das Optimum ergibt sich dann bei dem Verfahren mit der höchsten Punktzahl. Zugleich gestattet dieses Vorgehen, die Suche nach der besten Messmethode zu objektivieren und die Kontinuität der Bewertung zu überprüfen.

Zusammenfassung

1. Die bisher üblichen Methoden zur Vermessung des Rohholzes im Walde können vereinfacht und verbilligt werden. Gezwungen werden wir dazu durch die steigenden Lohnkosten, die Vergrößerung der Forstbetriebe, die zunehmenden Ansprüche an den Wald und die modernen Holzernteverfahren. Diese Verfahren schaffen zugleich aber auch die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für eine Verbesserung der Messmethoden.

2. Die Einsparungsmöglichkeiten bei der Vermessung sind um so grösser, je einfacher die Sortierung, je geringer die Ansprüche an die Genauigkeit und je grösser die Verkaufseinheiten (Kontrolleinheiten) sind.

3. Die bisherigen Messmethoden bedingen beim Festmeter Messfehler in der Grössenordnung von -2 bis -8 ‰, beim Raummeter bis zu ± 14 ‰. Die modernen Verfahren ermöglichen eine Reduzierung dieser Fehler auf Beträge zwischen ± 1 und ± 5 ‰.

4. Bei der Wahl eines neuen Verfahrens ist aber nicht nach der maximalen, sondern nach der optimalen Genauigkeit zu streben, die dann erreicht ist, wenn der Wert für die Zunahme der Genauigkeit den zusätzlichen Kosten für diese Steigerung der Genauigkeit entspricht.

5. Wegen der Vermessung des Holzes allein werden keine neuen Holzernteverfahren eingeführt, doch ist die Vermessung bei allen bestehenden und künftigen Holzernteverfahren optimal zu lösen, das heisst, es ist für einen kontinuierlichen, integrierten Material- und Datenfluss zu sorgen, die Daten müssen einen optimalen Informationsgehalt besitzen, alle Teilarbeiten sind an der Stelle, wo sie am billigsten erledigt werden können, einzuplanen, und das Holz muss dem Käufer mit einem für ihn optimalen Gebrauchswert (zum Beispiel als Rohschaft) zugeführt werden.

6. Wegen der unterschiedlichen Besitzverhältnisse, Betriebsziele, Organisationsformen, Betriebsstrukturen, Wertigkeit des Holzes, Engpässe im Betrieb usw. wird sich nicht nur eine Messmethode durchsetzen können.

7. Die optimale Lösung wird jedoch nur in Ausnahmefällen der Waldmessung jetziger Prägung entsprechen. Statt dessen werden der Gewichtsverkauf (bei Massensortimenten), die Messung im Werk (bei Holzhöfen und grossen Sägewer-

ken) und die Stehendmessung an Bedeutung gewinnen (für die Stehendmessung sprechen vor allem ihre grosse Flexibilität, die Möglichkeit, Angebot und Nachfrage aufeinander abzustimmen, und die Notwendigkeit, bei der Kooperation verschiedener Betriebe der Forstwirtschaft oder der Forst- und Holzwirtschaft rechtzeitig über ausreichende Informationen zu verfügen).

8. Diese Folgerungen sind das Ergebnis einer ausführlichen Analyse. Das Vorgehen und der Material- und Datenfluss bei den verschiedenen Messmethoden werden im einzelnen dargestellt. Dabei handelt es sich um:

- die bisher übliche Vermessung im Walde und deren Verbesserungen,
- die Gewichtsmessung nach dem Bruttogewicht oder nach dem Gewicht der Holztrockensubstanz (Atrogewicht),
- die Messung des Volumens mit elektronischen Anlagen in voll, teilweise oder nicht mit dem Forstbetrieb integrierten Werken, vor allem Holzhöfen und Sägewerken,
- die Stehendmessung in verschiedenen Varianten und — als Sonderfälle —,
 - die Messung mit Hilfe des Luftbildes oder
 - in mobilen Aufarbeitungsmaschinen.

Zur Diskussion der Vor- und Nachteile dieser Methoden dienen sieben Kriterien:

- Legalität
- Vollständigkeit
- Einfachheit (Flexibilität)
- Schnelligkeit
- Genauigkeit
- Wirtschaftlichkeit und
- Kontrollierbarkeit.

Diese Kriterien können zugleich, wie ebenfalls dargelegt wird, von den einzelnen Forstbetrieben dazu benutzt werden, die für ihren Fall optimale Messmethode zu bestimmen.

9. Alle modernen Messmethoden fordern grössere Einheiten bei der Nutzung, eine Intensivierung der Planung im Forstbetrieb und darüber hinaus eine vermehrte Kooperation der Forstbetriebe untereinander und der Betriebe der Forst- und Holzwirtschaft.

10. Der Zwang zur Kooperation wird dadurch erneut bestätigt und durch konkrete Beispiele belegt.

11. Der Forschung ist die Aufgabe gestellt, die noch bestehenden holzmesskundlichen, technischen und organisatorischen Probleme der Messung des Holzes zu lösen und praktikable Verfahren vorzuschlagen.

12. Die Praxis sollte erkennen, dass wir die Messung des Holzes nicht nur ohne Einbusse, sondern sogar mit einer Steigerung der Genauigkeit und des finanziellen Erfolgs ändern können, ja ändern müssen. Wenn wir es nicht aus eigener Initiative tun, werden wir um so rascher von der technischen Entwicklung und der Lawine der Kostensteigerungen überrollt.

Résumé

Que sera le cubage des bois à l'avenir?

1. Les méthodes utilisées jusqu'à présent en forêt pour le mesurage des arbres abattus peuvent être simplifiées et rendues ainsi moins coûteuses. Cette évolution est imposée par l'augmentation des salaires, l'agrandissement des entreprises forestières, les exigences accrues imposées à la forêt et surtout les procédés modernes de l'exploitation des bois. Du reste, ces procédés créent les conditions techniques et d'organisation nécessaires à l'amélioration des méthodes de cubage.

2. Les possibilités d'économie réalisables lors du cubage sont d'autant plus grandes que le classement des bois est plus simple, que les exigences quant à l'exactitude sont plus faibles et que les unités de vente (et unités de contrôle) sont plus grandes.

3. Les méthodes de cubage en usage entraînent des erreurs de mesure de l'ordre de grandeur de -2 à -8% lors du mesurage des grumes, et jusqu'à $\pm 14\%$ chez les bois enstérés. Des procédés modernes réduisent ces erreurs à un montant variant entre ± 1 et $\pm 5\%$.

4. L'exactitude optimum réalisable, et non pas l'exactitude maximum réalisable, déterminera le choix d'un nouveau procédé de cubage. Cette exactitude optimum sera atteinte lorsque la valeur de l'augmentation de la précision correspondra aux frais supplémentaires qu'entraîne cet accroissement de l'exactitude.

5. On n'introduira pas de nouveaux procédés d'exploitation des bois à cause du cubage; mais le cubage des bois doit être résolu de telle façon qu'il s'adapte au mieux aux procédés d'exploitation existants et futurs. Il faut s'efforcer de réaliser un flux continu et intégré du matériel et des données; les données doivent posséder un pouvoir d'information optimum; les différentes phases de travail doivent être prévues aux endroits où leur exécution est la moins onéreuse; le bois doit être livré à l'acheteur avec une valeur d'utilisation optimum pour ce dernier (par exemple comme grumes).

6. En raison des différentes conditions de propriété, des différents buts d'exploitation, des différentes formes d'organisation, des différentes structures des entreprises, de la valeur variable des bois, des goulots dans l'exploitation, etc., plusieurs méthodes de cubage des arbres abattus seront utilisées dans la pratique.

7. Cependant, la solution optimum ne correspondra qu'exceptionnellement aux genres de cubage utilisés actuellement. La vente au poids (pour les assortiments de masse), le mesurage sur les chantiers (parcs à grumes et grandes scieries) et de cubage sur pied gagneront en importance. (Le cubage sur pied est avantage par sa grande flexibilité, par la possibilité d'adapter l'offre à la demande, et par la nécessité lors de la coopération de différentes entreprises forestières, ou d'entreprises forestières avec des entreprises de l'industrie du bois, de disposer à temps d'informations suffisantes.)

8. Ces conclusions sont le résultat d'une analyse détaillée. Le procédé et le flux des données de différentes méthodes de mesurage sont décrits en détail dans l'exposé. Les méthodes décrites sont:

— le cubage usuel jusqu'à présent en forêt et ses améliorations,

- le pesage du poids brut ou du poids de la matière sèche (poids anhydre),
- le mesurage du volume à l'aide d'installations électroniques sur des chantiers pleinement, partiellement ou pas du tout intégrés dans l'entreprise forestière, en particulier dans des parcs à grumes et des scieries,
- le cubage sur pied en différentes variantes et dans des cas particuliers,
- le mesurage à l'aide de photographies aériennes,
- le mesurage sur des machines de façonnage mobiles.

Les avantages et les désavantages de ces méthodes sont discutés sur la base de sept critères, soit:

- leur légalité,
- leur intégralité,
- leur simplicité (flexibilité),
- leur rapidité,
- leur exactitude,
- leur rendement,
- leur possibilité d'être contrôlées.

Ces critères peuvent aussi servir aux entreprises forestières, comme le mentionne l'exposé, à déterminer la méthode de mesurage optimum pour leurs conditions particulières.

9. Toutes les méthodes de cubage modernes exigent des unités d'exploitation plus grandes que jusqu'à présent, une intensification de la planification dans l'entreprise et, en plus, une coopération accrue des entreprises forestières entre elles et des entreprises forestières avec les entreprises de l'industrie du bois.

10. La nécessité de la coopération est ainsi une fois de plus affirmée et elle est démontrée à l'aide d'exemples concrets.

11. La recherche a pour tâche de résoudre les problèmes de dendrométrie, de technique et d'organisation concernant le cubage des bois qui se posent encore, et de proposer des méthodes utilisables.

12. La pratique forestière devrait réaliser qu'il est possible de modifier le cubage des bois, non seulement sans diminution, mais au contraire avec une augmentation de l'exactitude et du rendement financier. Cette modification n'est pas seulement possible, elle est nécessaire. Si nous ne la réalisons pas de notre propre initiative, nous serons d'autant plus rapidement dépassés par le développement technique et l'avalanche des augmentations de frais. *Traduction: J.-P. Farron*

Literatur

- (1) *Achterberg, W.*: Untersuchungen über Möglichkeiten einer Güteansprache am stehenden Stamm bei der Holzart Buche. Sozial. Forstwirtschaft., 18. Jg., 1968, S. 209 bis 211
- (2) *Akça, A., Hildebrandt, G., und Reichert, P.*: Baumhöhenbestimmung aus Luftbildern durch einfache Parallaxenmessung. Fwiss. Cbl., 90. Jg., 1971, S. 201—215
- (3) *Altherr, E.*: Genaue Sortimentierung und Bewertung von Nadelholzbeständen mit Hilfe «echter» Ausbauchungsreihen. Fwiss. Cbl., 72. Jg., 1953, S. 193—210
- (4) *Altherr, E.*: Untersuchungen über Schaftform, Berindung und Sortimentsanfall bei der Weisstanne. Allg. Forst- u. Jagdztg., 134. Jg., 1963, S. 111—122 u. 140—151
- (5) *Anonymus*: Eine neue halbautomatische finnische Messkluppe. Allg. Forstz., 26. Jg., 1971, S. 820
- (6) *Badan, R.*: Anwendungsbeispiele der mechanischen Codierkluppe «Swissperfo» (CLASP) im Wald und Sägewerk. Allg. Forstz., 27. Jg., 1972, S. 993—995
- (7) *Beer, L.*: Alternative zur Heilbronner Sortierung. Holz-Zbl., 98. Jg., 1972, S. 1561 bis 1562, Nr. 111
- (8) *Beisel, R.*: In welchem Umfang kann die Büroarbeit bei den Forstämtern Baden-Württembergs automatisiert werden? Allg. Forstz., 25. Jg., 1970, S. 1061—1062
- (9) *Beisel, R.*: Wirksame Entlastung des Revierbeamten durch Automatisierung von Büroarbeiten. Allg. Forstz., 25. Jg., 1970, S. 1098—1099
- (10) *Bemm, E., und Robel, H.*: Messwesen in der Forstwirtschaft. Sozial. Forstwirtschaft., 19. Jg., 1969, S. 336—337
- (11) *Binder, W.*: Die «Kyritzer Kluppe». Sozial. Forstwirtschaft., 20. Jg., 1970, S. 79—80
- (12) *Binder W, W.*: Die Kyritzer Kluppe, ein wichtiges Hilfsmittel bei der Einführung industriemässiger Produktionsmethoden in der Forstwirtschaft. Teil I: Der Test der Kyritzer Kluppe. Sozial. Forstwirtschaft., 22. Jg., 1972, S. 307—309
- (13) *Conn, G.*: Konstruktion eines Mittelstammtarifes für natürliche Laubholzmischbestände (GELAMMAT). Dissertation, Freiburg i. Br., 1971
- (14) *Dietz, P.*: Die Vermessung von Industrieholz nach Gewicht. Dissertation, Freiburg i. Br., 1966
- (15) *Dietz, P.*: Vermessung von Industrieholz. Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen, 119. Jg., 1968, S. 45—78
- (16) *Dietz, P.*: Vermessung von Industrieholz nach Gewicht — Zwischenbilanz der bisherigen Erfahrungen und Ausblick. Holz-Zbl., 98. Jg., 1972, Nr. 33, S. 485/486
- (17) *Duffner, W.*: Prozessrechner im Dienste der Holzaufarbeitung. Allg. Forstz., 27. Jg., 1972, S. 992/993
- (18) *Duffner, W.*: Was kostet ein Sägeblock? Eine Untersuchung zur langholzparitätischen Bewertung von Fichte/Tanne-Abschnitten. Holz-Zbl., 98. Jg., Nr. 151, 1972, S. 2223/2224
- (19) *Enghardt, H.*: Schaftformuntersuchungen — Anwendung europäischer Ergebnisse auf nordamerikanische Messverfahren. Dissertation, Freiburg i. Br., 1971
- (20) *Fasick, C. A., und Guttenberg, S.*: Price Comparisons for Pine Veneer Bolts, Saw Logs, and Pulpwood. Forest Products Journal, 16. Jg., 1966, S. 56—59

- (21) *Fronius, K.*: Ein neuer Weg in der elektronischen Rundholzvermessung. Holz-Zbl., 96. Jg., Nr. 143, 1970, S. 2113
- (22) *Grammel, R.*: Laubindustrieholz in langer Form. Mitt. der Bad.-Württ. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt, Abt. Waldarbeit Nr. 14, Freiburg i. Br., 1967
- (23) *Grammel, R.*: Industrie-Laubholz in langer Form — Technische Arbeitsproduktivität, Aushaltungslänge, Mengenanteile. Forsttechn. Informationen, 22. Jg., 1970, S. 71—76
- (24) *Gressel, P.*: Bisherige Erfahrungen in der Bereitstellung und Verarbeitung von Industrielangholz. Forstarch., 43. Jg., 1972, S. 29—35
- (25) *Güde, H.*: Elektronische Rundholzvermessung. Polykopie, 19 S., Inst. f. forstl. Ertragskunde der Hochschule für Bodenkultur, Wien, 1972
- (26) *Guttenberg, S.*: Economic Implications of Weight Scaling. Southern Lumberman, Vol. 214, 1967, S. 33/34 und 36
- (27) *Hartung, W.*, und *Koch, H.*: Vertikale Kooperationsbeziehungen Forstwirtschaft — Holzindustrie. Sozial. Forstw., 18. Jg., 1968, S. 8—11
- (28) *Heid, R.*: Zu: Alternative zur Heilbronner Sortierung. Holz-Zbl., 98. Jg., 1972, Nr. 138, S. 2029
- (29) *Hellrigl, B.*: Versuche auf dem Gebiet der Einmannkluppierung. Fwiss. Cbl., 87. Jg., 1968, S. 287—304
- (30) *Höfle, H. H.*: Rohstangen — Vorgabezeiten für den Einschlag und Massentarife für die Übergabe an den Holzhof Oberschwaben. Mitt. der Bad.-Württ. Forstl. Versuchs- u. Forschungsanstalt, Heft 34, Abt. Waldarbeit Nr. 23, Freiburg i. Br., Nov. 1971
- (31) *Höfle, H. H.*: Die Aufarbeitung des Nadelschwachholzes heute und in Zukunft. Forst- u. Holzwirt, 27. Jg., 1972, S. 141—151
- (32) *Höfle, H. H.*: Maschinelles Entasten, Einschneiden und Stapeln mit der Pika 50. Mitt. der Bad.-Württ. Forstl. Versuchs- u. Forschungsanstalt, Heft 41, Abt. Waldarbeit Nr. 27, Freiburg i. Br., Mai 1972
- (33) *Höfle, H. H.*: Möglichkeiten des Einsatzes mobiler Entastungs- und Einschneidemaschinen. Forsttechn. Informationen, 24. Jg., 1972, S. 70/71
- (34) *Höfle, H. H.*: Ergebnisse und praktische Folgerungen aus Versuchseinsätzen mit der finnischen Entastungs- und Einschneidemaschine Pika 50. Allg. Forstz., 27. Jg., 1972, S. 803—806
- (35) *Höfle, H. H.*: Rohstangen — ein Schwachholzsortiment für Holzhöfe: Einschlagsverfahren, Zeitbedarfswerte, Massentarife. Forstarch., 44. Jg., 1973, S. 8—12
- (36) *Hradetzky, J.*: Ermittlung von Umrechnungszahlen für Nadelstangen durch Simulation. Allg. Forstz., 27. Jg., 1972, S. 818—821
- (37) *Kahleyss, D.*, und *Klier, G.*: Untersuchungen zur Ermittlung holzmesskundlicher Daten aus Luftbildern bei der Holzart Fichte. Arch. f. Forstwesen, 17. Jg., 1968, S. 369—380
- (38) *Kennel, E.*: Waldinventur und Holzaufkommensprognose in Bayern. Allg. Forstz., 27. Jg., 1972, S. 615/616
- (39) *Klement, S.*: Mechanisierung und Automatisierung auf Rundholzplätzen. Holz-Zbl., 96. Jg., 1970, S. 963/964

- (40) zu Ko, Y.: Zur Bestimmung der Formzahl und der Schaftvolumenanteile. Allg. Forst- u. Jagdztg., 138. Jg., 1967, S. 276—279
- (41) Köpf, E. U.: Rationalisierungsmöglichkeiten bei der Holzernte. Schweiz. Z. f. Forstwesen, 121. Jg., 1970, S. 757—775
- (42) Konvalina, J.: Zjednodušený příjem surových kmenu (A Simplified Registration of Raw Logs). Lesnická práce, 49. Jg., 1970, S. 551—555
- (43) Krexner, P.: Zur Stiftstanzmethode: Erfahrungen bei der Verwendung von Port-a-Punch-Karten in den Österreichischen Bundesforsten. Allg. Forstz., 25. Jg., 1970, S. 1058—1060
- (44) Kurt, A.: Industrieholzverkauf per Gewicht? Schweiz. Interessengemeinschaft Industrieholz, Zürich, Juli 1970
- (45) Kurt, A., und Mohr, C.: Stellungnahme zu Umrechnungsfaktoren Gewicht — Raum-mass. Schweiz. Interessengemeinschaft Industrieholz, Zürich, September 1971
- (46) Löffler, H.: Nutzung und Sortierung von Rohholz. Holz-Zbl., 98. Jg., 1972, Nr. 24, S. 343/344
- (47) Mahler, G.: Bezugsmasse für Entlohnung und Verkauf — Probleme bei der Aufarbeitung von Rohschäften. Allg. Forstz., 26. Jg., 1971, S. 458/459
- (48) Mahler, G.: Die Eignung von verschiedenen Bezugsmassen für die Bestimmung des Arbeitszeitaufwandes bei der Holzernte — Dargestellt am Beispiel der Aufarbeitung von Buchen-Industrieholz-Lang. Mitt. d. Bad.-Württ. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt, Heft 31, Abt. Waldarbeit Nr. 22, Freiburg i. Br., Juli 1971
- (49) Mette, H. J., und Blossfeld, O.: Grundsätze und Vorschläge zur Überarbeitung der Sortierungs- und Messvorschriften für Rohholz. Sozial. Forstw., 20. Jg., 1970, S. 341 bis 343
- (50) Mingard, P.: Essai «Gewicht» Zwingen 1969 (Rapport provisoire). Schweiz. Interessengemeinschaft Industrieholz, Zürich, Juli 1970
- (51) Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Weinbau und Forsten Baden-Württemberg: Forst-HKS — Die Handelsklassensortierung für Rohholz mit ergänzenden Erläuterungen. Stand 1. Oktober 1971
- (52) Moser, W.: Holzverrechnung über EDV. Allg. Forstztg., 82. Jg., 1971, S. 196—198
- (53) Mündler, H.-U.: Elektronische Messeinrichtungen zur Erfassung von Länge, Durchmesser und Volumen von Rundhölzern. Holz als Roh- u. Werkstoff, 29. Jg., 1971, S. 456—461
- (54) Nagel, D.: Untersuchungen über die Formentwicklung des Fichtenschafte. Allg. Forst- u. Jagdztg., 140. Jg., 1969, S. 34—42
- (55) Nagel, D.: Holzlistenschreibung in der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Allg. Forstz., 26. Jg., 1971, S. 994—996
- (56) Nagel, D.: Die Auswirkungen einer Begrenzung der Aushaltungslängen bei Fi/Ta-Stammholz auf Masse und Wert. Allg. Forstz., 27. Jg., 1972, S. 811—814
- (57) Nöllenheidt, H.: Der Einsatzbereich des NIXDORF-Computers in der Staatsforstverwaltung Nordrhein-Westfalens. Allg. Forstz., 25. Jg., 1970, S. 1056/1057
- (58) Nousiainen, J., Sorsa, J., und Tiihonen, P.: Eine Methode zur Massenermittlung von Kiefern- und Fichtenblochholz. Folia Forestalia Fennica, Nr. 98, Helsinki, 1970
- (59) Obersteiner, H.: Elektronik für Holzaufnahme und Kubierung. Allg. Forstz., 82. Jg., 1971, S. 198—201

- (60) *Perg, H.*: Elektronisch-digitale-berührungslose Rundholzvermessung im Längsdurchlauf. Allg. Forstz., 25. Jg., 1970, S. 1031/1032
- (61) *Pestal, E.*: Optimale Gestaltung eines Holzhofs. Allg. Forstz., 25. Jg., 1970, S. 1015—1020
- (62) *Prodan, M.*: Holzmesslehre. Frankfurt a. Main, 1965
- (63) *von Roten, F.*: Holznutzung und Holzhof bei der Hespera-Domäne. Allg. Forstz., 25. Jg., 1970, S. 1028—1030
- (64) *Row, C., und Guttenberg, S.*: Determining Weight-Volume Relationships for Saw Logs. Forest Products Journal, 16. Jg., 1966, Nr. 5, S. 39—47
- (65) *Row, C., und Fasick, C.*: Weight-Scaling Tables by Electronic Computer. Forest Products Journal, 16. Jg., Nr. 8, S. 41—45
- (66) *Schmid, P., Roiko-Jokela, P., Mingard, P., und Zobeiry, M.*: The Optimal Determination of the Volume of Standing Trees. Mittl. d. Forstl. Bundes-Versuchsanstalt Wien, Heft 91, S. 33—54, 1971
- (67) *Schöpfer, W.*: Individuelle Sortierung mit Hilfe von Schaftkurvenrechenschiebern. Allg. Forst- u. Jagdztg., 135. Jg., 1964, S. 176—186
- (68) *Schöpfer, W.*: Vorläufige Methode der Mengenschätzung von Buchenfaserholz-lang. Bad.-Württ. Forstl. Versuchs- u. Forschungsanstalt, Abt. Waldarbeit, Int. Mitteilung Nr. 14, S. 99—101, Freiburg i. Br., 1967
- (69) *Schöpfer, W.*: Sortenrechenschieber für durchschnittliche Formverhältnisse. Allg. Forst- u. Jagdztg., 138. Jg., 1967, S. 1—13
- (70) *Schöpfer, W.*: Zur Weiterentwicklung des Reihenverfahrens von v. Laer/Spiecker zu Wert-, Zeit- und Erntemassenreihen. Allg. Forst- u. Jagdztg., 138. Jg., 1967, S. 125 bis 138
- (71) *Schöpfer, W., Nagel, D., Mikloss, J., und Gehrman, G.*: Zur Sorten- und Wertberechnung von Waldbeständen. Allg. Forst- u. Jagdztg., 142. Jg., 1971, S. 156—162
- (72) *Schöpfer, W.*: Moderne Kluppautomaten für die Forstwirtschaft. Allg. Forstz., 26. Jg., 1971, S. 586—589
- (73) *Schöpfer, W.*: Holzmesskundliche Überlegungen zur Volumenschätzung von neuartigen Schwachholzsortimenten. Allg. Forstz., 26. Jg., 1971, S. 462/463
- (74) *Schöpfer, W.*: Zur Konstruktion von Sektionstabellen für Nadelbaumarten. Allg. Forstz., 27. Jg., 1972, S. 815—818
- (75) *Schrötter, H.*: Die Lösung einfacher Optimierungsaufgaben in der Holzaushaltung mit Hilfe von Nomogrammen. Sozial. Forstw., 18. Jg., 1968, S. 280 ff.
- (76) *Spiecker, M.*: Über einige Fortschritte im Reihenverfahren zur Massenberechnung von Waldbeständen. Allg. Forst- u. Jagdztg., 138. Jg., 1967, S. 165—167
- (77) *Wechselberger, H.*: Erfahrungen mit einem Holzhof — Der Holzhof Oberschwaben in Bad Schussenried bewährt sich bereits nach neun Monaten. Holz-Zbl., 98. Jg., 1972, Nr. 5, S. 37/38
- (78) *von Wedemeyer, H. W.*: Erfahrungen beim Kauf von Industrie-Langholz nach Gewicht. Allg. Forstz., 26. Jg., 1971, S. 778—781