
BERICHTE
FREIBURGER FORSTLICHE FORSCHUNG

HEFT 52

**„Weiterentwicklung der automatisierten
Rundholzvermessung hinsichtlich der
Erfassung und Quantifizierung äußerer
und innerer Holzeigenschaften“**

von
Philipp Hauffe

**„Weiterentwicklung des Anforderungs-
kataloges für die Werksvermessung von
Stammholz“**

von
Rana Kaiser

FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT
BADEN-WÜRTTEMBERG
ABT. WALDNUTZUNG
FREIBURG, MÄRZ 2004

ISSN: 1436-1566

Die Herausgeber:

Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg;
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Freiburg

Redaktion:

B. Burian

Umschlaggestaltung:

Bernhard Kunkler Design, Freiburg

Druck:

Eigenverlag der FVA, Freiburg

Bestellungen an:

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Wonnhaldestraße 4

79100 Freiburg i. Br.

Tel. 0761/4018-0, Fax 0761/4018-333

E-Mail: fva-bw@fva.bwl.de

Internet: www.fva-bw.de

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung
sowie der Übersetzung vorbehalten.

Gedruckt auf 100 % chlorfrei gebleichtem Papier

INHALTSVERZEICHNIS

TEIL 1:

„Weiterentwicklung der automatisierten Rundholzvermessung hinsichtlich der Erfassung und Quantifizierung äußerer und innerer Holzeigenschaften“	Seite 1 bis 36
---	----------------

TEIL 2:

„Weiterentwicklung des Anforderungskataloges für die Werksvermessung von Stammholz“	Seite 37 bis 80
---	--------------------

Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

**Weiterentwicklung der
automatisierten Rundholz-
vermessung hinsichtlich der
Erfassung und Quantifizierung
äußerer und innerer
Holzeigenschaften**

**Gefördert aus Mitteln des
Holzabsatzfonds**

Philipp Hauffe



**Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg**

Abt. Arbeitswirtschaft und
Forstbenutzung
Wonnhaldestr. 4
79100 Freiburg i. Br.



Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung

Abschlussbericht

<p>Zuwendungsempfänger:</p> <p>Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung</p> <p>Wonnhaldestr. 4 79100 Freiburg i. Br.</p> <p>Projektleiter: Matthias Wurster Projektbearbeiter: Philipp Hauffe</p>	<p>Förderkennzeichen:</p> <p>Zuwendungsbescheide vom</p> <ul style="list-style-type: none">- 13.08.99; 540-99-J 19/1- 07.04.2000; 540-00-L2- 06.03.2001; 540-2001-I7
<p>Vorhabensbezeichnung:</p> <p>Weiterentwicklung der automatisierten Rundholzvermessung hinsichtlich der Erfassung und Quantifizierung äußerer und innerer Holzeigenschaften</p>	
<p>Laufzeit des Vorhabens:</p> <p>September 1999 bis September 2001</p>	
<p>Berichtszeitraum:</p> <p>September 1999 bis September 2001</p>	

INHALT

	Seite
1 EINFÜHRUNG	1
1.1 PROJEKTZIELE	2
1.2 WEITERE AUFGABEN	2
2 GRUNDLAGEN	2
2.1 LITERATURLISTE	2
2.2 INTERNETADRESSEN/-PORTALE ZUM THEMA „ZERSTÖRUNGSFREIE MATERIALPRÜFUNG“	3
2.3 ANFORDERUNGEN AN AUTOMATISIERTE RUNDHOLZMESSANLAGEN	3
2.4 TECHNOLOGIEN ZUR MESSUNG INNERER HOLZEIGENSCHAFTEN	4
2.4.1 <i>Übersicht über die technischen Möglichkeiten</i>	4
2.4.2 <i>Röntgentechnologie</i>	6
2.4.3 <i>Ultraschalltechnologie</i>	11
3 ERGEBNISSE PRAXISVERSUCHE/ÜBERPRÜFUNG BESTEHENDER ANLAGEN	11
3.1 ERGEBNISSE RÖNTGENTECHNIK: LOGSCANNER (REMACONTROL)	14
3.1.1 <i>Vorhersage der mittleren Jahrringbreite des Rundholzes</i>	14
3.1.2 <i>Vorhersage der Festigkeit der Schnittware</i>	17
3.1.3 <i>Weitere Ergebnisse schwedischer Untersuchungen des LogScanners</i>	17
3.1.4 <i>Ermittlung des Durchmessers des Holzkörpers bei Messung in Rinde</i>	18
3.1.5 <i>Ergebnisse des CT-Scanners der Firma InVision Technologies</i>	19
3.2 ERGEBNISSE ULTRASCHALL (SYLVATEST, CBS)	21
3.2.1 <i>Vorhersage der mittleren Jahrringbreite am Rundholz</i>	22
3.2.2 <i>Vorhersage der Festigkeit der Schnittware</i>	23
3.2.3 <i>Vorhersage der Festigkeit der Schnittware aufgrund von Ultraschallmessungen am frischen und am trockenen Schnittholz</i>	29
4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	31
5 SUMMARY	33
6 VERÖFFENTLICHUNGEN UND VORTRÄGE	34
7 LITERATUR	34

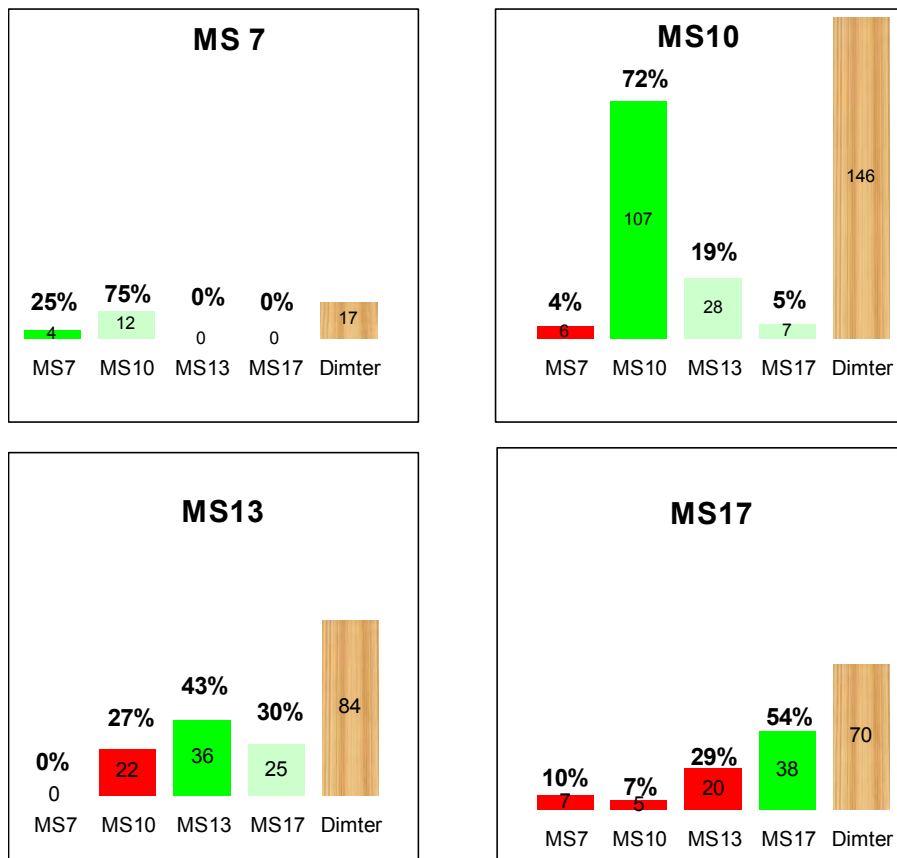


Abb. 20: Anteile der Bretter, die mit Schallgeschwindigkeiten V_{trocken} aus Tab. 10 der jeweiligen Festigkeitsklasse zugeordnet wurden. Dunkelgrün bedeutet, dass das Brett korrekt sortiert wurde, rot über-, hellgrün unterschätzt.

4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Aus der Vielzahl unterschiedlicher Methoden, die zur Erkennung innerer Rundholzqualitäten eingesetzt werden können, sind für die in der Sägeindustrie herrschenden Bedingungen die Röntgen- sowie die Ultraschalltechnik am weitesten entwickelt.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit beiden untersuchten Systemen Aussagen über die Qualität von Nadelrundholz zu treffen sind. Sowohl Ultraschall- als auch Röntgentechnik gestatten eine grobe Sortierung bezüglich Jahrringbreite oder Festigkeit der Schnittware. Solange die

Messungen „auf dem Rundholzplatz“ stattfinden, dienen die Messergebnisse dabei nur einer Vorsortierung, gegebenenfalls einer Zuordnung in eine bestimmte Produktlinie.

Im Vergleich der beiden Methoden bietet die Röntgentechnik weitaus mehr Potenzial. Sie erlaubt im Gegensatz zur untersuchten Ultraschalltechnik berührungslose Online-Messungen. Art und Position der Holzmerkmale lassen sich darstellen, außerdem können je nach Anforderung des Betreibers bestimmte Qualitätsmerkmale genauer untersucht werden. Die Inhomogenität des Holzes und die große Datenmenge hindern die Hersteller bisher noch an einer raschen Umsetzung aller Möglichkeiten. Mittelfristig hat die Röntgentechnik aber das Potenzial für eine sehr detaillierte Qualitätsanalyse jedes einzelnen Stammes. Damit bietet diese Technologie die Möglichkeit, je nach Qualitätsbeurteilung direkt Einfluss auf die Art des Einschnitts zu üben, sofern die Messungen unmittelbar vor der Säge stattfinden. Eine solche Einzelstammoptimierung bedarf dabei gleichzeitig einer breiten Produktpalette im weiteren Fertigungsprozess. Die Möglichkeiten einer höheren Wertschöpfung nehmen mit dem Durchmesser des Stammes stark zu, da ein größerer Stammdurchmesser eine breitere Auswahl unterschiedlicher, jeweils optimal angepasster Schnittbilder bietet. Die Durchleuchtung von Starkholz ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt allerdings mit einem sehr hohen technischen Aufwand verbunden, sodass sich industrietaugliche Anwendungen zunächst auf den Bereich bis 50 cm Stammdurchmesser beschränken werden. Die Investitions- und Unterhaltskosten liegen in Bereichen, die sich nur Großsägewerke leisten können.

Im Falle der Ultraschalltechnik drückt sich die Summe der Eigenschaften in einem Wert aus. Daher lassen sich mittels einer longitudinalen Laufzeitmessung die verschiedenen Merkmale, die die Schallgeschwindigkeit unterschiedlich stark beeinflussen, weder lokalisieren noch identifizieren. Insbesondere potenzielle Festigkeitseigenschaften lassen sich sehr gut bewerten, eine Ausweitung der Beurteilung auf andere Merkmale ist mit der beschriebenen Laufzeitmessung nicht möglich. Ein weiterer Nachteil ist die notwendige Ankopplung der Sonden, was im Vergleich zu berührungslosen Verfahren Zeitverzögerung und höheren Verschleiß an der Messeinrichtung bedeutet. Für die Ultraschalltechnik spricht der geringe Investitionsaufwand. Die technische Umsetzung einer solchen automatisierten Sortieranlage stünde demnach auch kleineren bis mittleren Sägewerken zur Verfügung. Die Umsetzung einer solchen Anlage wird momentan von einem deutschen Sägewerk vorangetrieben.

Mit den beschriebenen Ergebnissen eröffnen sich in verschiedenen Bereichen Verbesserungspotenziale für die Sägeindustrie. Durch die differenzierte Ansprache wird es möglich, den Rohstoff Holz jeweils der optimalen Verwendung zuzuführen, was gleichzeitig Auswirkungen auf die Rohstoffströme und Logistik im Sägewerk haben wird. Obwohl die technischen Voraussetzungen für eine automatisierte Bewertung der inneren Holzqualität sehr weit entwickelt sind, besteht auf Grund der Vielfältigkeit des Rohstoffes Holz vor allem im Bereich der Interpretation der Messergebnisse noch großer Forschungsbedarf. Ebenso muss noch genauer untersucht werden, wie über die Verknüpfung der einzelstammweisen Bewertungen mit einem jeweils darauf abgestimmten weiteren Fertigungsprozess die Wertschöpfung gesteigert werden kann.

Die Weiterentwicklungen der automatisierten Qualitätsbeurteilung werden außerdem in die Preisgestaltung beim Rundholzeinkauf einfließen. Ähnlich wie im Jahr 1994 die unter-

schiedlichen Standards harmonisiert werden mussten, um eine vertrauenswürdige und von allen Beteiligten anerkannte Rundholzvermessung zu etablieren, wird die Aufgabe in den kommenden Jahren sein, den Anforderungskatalog für die Werksvermessung auf die Qualitätserkennung auszuweiten. Diese im Projekt als Nebenziel definierte Erweiterung war wegen des technischen Stands der Anlagen bis jetzt noch nicht möglich. Die im Bericht vorgestellten aktuellen Entwicklungen deuten aber darauf hin, dass die automatisierte Beurteilung der inneren Holzqualität in Kürze in der Praxis eingeführt sein wird. Parallel dazu wird damit die Entwicklung von einheitlichen, gegebenenfalls europaweit gültigen Standards in absehbarer Zeit nötig. Diese Fragestellungen sollen in einem beim Holzabsatzfonds beantragten Folgeprojekt bearbeitet werden.

5 SUMMARY

To increase yield in modern sawmills one requirement is an accurate automated measurement of outer roundwood characteristics as length, diameter, sweep etc. Further improvements would include the rating of inner characteristics (e.g. knots or year ring width) before sawing. The aim of this study was to evaluate the usefulness of different installations for roundwood scaling and to investigate their applicability in industrial use. The study was financed by the German „Holzabsatzfonds“. There are various methods or techniques to get information about inner quality: Relationship between outer and inner characteristics, x-ray and nuclear magnetic resonance, ultrasound, radar, microwaves. Different installations and field tests made with an two axis x-ray-scanner and an ultrasound-device are described.

Main results are:

- Roundwood can be graded before sawing into two quality classes due to yearring-width via x-ray or ultrasound with an accuracy of approx. 75 %.
- Results concerning the prediction of strength classes for boards are promising. As long as quality measurement is not combined with a specific sawing pattern directly, over- or underestimations of approx. 20 % occur due to inhomogeneity within the logs.
- Ultrasound measurements were successfully used for separating those logs, which yield boards with low strength classes.
- Single ultrasound measurements can neither define the location nor the kind of internal defects.
- X-ray-applications offer the possibility to focus on different, sawmill-specific parameters.

Finally the newest developments will have effects both on the supply chain management and on the mill scaling for pricing as it is implemented in most of the bigger German sawmills.

Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

**Weiterentwicklung des
Anforderungskatalogs für die
Werksvermessung
von Stammholz**

**Gefördert aus Mitteln des
Holzabsatzfonds**

Rana Kaiser



**Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg**
Abt. Arbeitswirtschaft und
Forstbenutzung
Wonnhaldestr. 4
79100 Freiburg i. Br.



Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung

Abschlussbericht

<p>Zuwendungsempfänger:</p> <p>Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Abteilung Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung</p> <p>Wonnhaldestr. 4 79100 Freiburg i. Br.</p> <p>Projektleiter: Matthias Wurster Projektbearbeiter: Rana Kaiser</p>	<p>Förderkennzeichen:</p> <p>Zuwendungsbescheide vom</p> <ul style="list-style-type: none">- 13.08.1999; 540-99-J 19/1- 07.04.2000; 540-00-L2- 06.03.2001; 540-2001-17
<p>Projektbezeichnung :</p> <p>Weiterentwicklung des Anforderungskataloges für die Werksvermessung von Stammholz</p>	
<p>Laufzeit des Projektes:</p> <p>November 1999 bis Dezember 2001</p>	
<p>Berichtszeitraum:</p> <p>November 1999 bis Dezember 2001</p>	

INHALT

	Seite
1	EINFÜHRUNG37
2	PROJEKTZIELE37
3	MESSBARKEIT DER QUALITÄTSMERKMALE ABHOLZIGKEIT UND KRÜMMUNG38
4	DEFINITIONEN UND MESSVERFAHREN FÜR ABHOLZIGKEIT UND KRÜMMUNG41
5	SORTIERRELEVANTE GRENZWERTE FÜR ABHOLZIGKEIT UND KRÜMMUNG44
6	ÜBERPRÜFUNGSVERFAHREN FÜR KRÜMMUNG UND ABHOLZIGKEIT50
6.1	ZUR ÜBERPRÜFUNG DER ABHOLZIGKEITS- UND KRÜMMUNGSMESSUNG IM RAHMEN DER FORSTLICHEN SORTIERÜBERPRÜFUNG50
6.2	PRAXISVERSUCHE ZUR ÜBERPRÜFUNG DER KRÜMMUNGS- MESSUNG52
6.3	ENTWICKLUNG EINER MEßMETHODE ZUR MANUELLEN KRÜMMUNGSMESSUNG63
7	NEUES PRÜFPROGRAMM FÜR DIE FORSTLICHE SORTIERÜBERPRÜFUNG67
8	SCHULUNG DER PRÜFBEAUFTRAGTEN67
9	VERÖFFENTLICHUNGEN UND VORTRÄGE68
10	LITERATUR69
11	ANLAGEN70