

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 157 (2006)

Heft: 12

Artikel: Holzeigenschaften von Nadelstarkholz und sein technologisches Potenzial

Autor: Teischinger, Alfred / Müller, Ulrich

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098024>

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: 11.04.2026

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

Holzeigenschaften von Nadelstarkholz und sein technologisches Potenzial

ALFRED TEISCHINGER und ULRICH MÜLLER

Keywords: Large dimension timber; wood properties; technology. FDK 81 : 82 : 83 : 85

1. Einleitung

Die Entwicklung der mitteleuropäischen Sägeindustrie war in den letzten Jahren durch einen Konzentrationsprozess geprägt, der eng mit der Technologie der Profiliertechnik bzw. Reduziertechnik verbunden ist. Mittels dieser Technik können je nach Maschinentyp Stämme mit einem Durchmesser bis etwa 45 cm mit grosser Leistung, hoher Produktionsgeschwindigkeit und damit hoher Wirtschaftlichkeit eingeschnitten werden. Für den Einschnitt von Stämmen grösserer Stammdurchmesser kommen das Gatter und in den letzten Dekaden vor allem die Bandsäge zum Einsatz. Die Einschnittkosten liegen bei der Profilier- und Reduziertechnik in der Grössenordnung von 18.– bis 38.– €/Festmeter (fm), beim Einschnitt mit Gatter je nach Ausstattung bei 38.– bis 60.– €/fm und für die Bandsäge um 65.– €/fm (FUNK 2001, HOLZ 21 2004).

Unter diesen Rahmenbedingungen von Technologie und Einschnittkosten wurde Nadelstarkholz zu einem Nischenprodukt, das am Markt nur dann besser bewertet wird, wenn es überdurchschnittliche Qualität (Güteklasse A, Furnierqualität) aufweist. Für Standardqualitäten bzw. schlechte Qualitäten lassen sich bestenfalls gleiche, häufig nur geringere Rohholzpreise als für mittlere Dimensionen erzielen (TZSCHUPKE 2004). Dies führte in den letzten Jahrzehnten neben mehreren anderen, meist forstwirtschaftlichen Gründen in Ländern wie Deutschland, Österreich, Frankreich und der Schweiz zum Aufbau von zum Teil erheblichen Starkholzreserven. Aufgrund fehlender Verwertungskonzepte fehlen damit auch für die nächsten Jahre Aussichten auf eine Besserung der wirtschaftlichen Situation der Starkholznutzung.

Dem gegenüber stehen gegenwärtig technologische Entwicklungen im Sägeeinschnitt, die einen leistungsfähigen und wirtschaftlichen Einschnitt von Nadelstarkholz bis 70 cm Durchmesser und mehr ermöglichen werden. Je nach Konzeption kann das eine Profilierlinie bis etwa 50 cm Zopfdurchmesser (STARKHOLZ 2005), einer Spaner-Kreissägenkombination oder einer flexiblen Spaner-Bandsägenkombination bis etwa 80 cm Zopfdurchmesser sein (KONZEPT 2005, MÖHRINGER 2006).

Die Starkholzfrage wurde in den letzten Jahren länderspezifisch, beginnend in Österreich mit SENITZA (1992), in verschiedenen Studien analysiert wie z.B. ZELTNER (1999) und ESCHMANN *et al.* (2003) in der Schweiz sowie FORNEFELD *et al.* (2004) in Deutschland. Ziel der Studien ist es, die Marktsituation von Nadelstarkholz zu beleuchten und das mögliche Produktportfolio zu analysieren und daraus Handlungsszenarien zu entwickeln. Parallel zu den Studien wurden an verschiedenen Forschungsinstitutionen auch Forschungsprojekte zum Thema Starkholz durchgeführt, von denen exemplarisch auf die Projekte TEISCHINGER *et al.* (2004), REITER (2005) sowie das Forschungsnetzwerk COST Action E 40 (TEISCHINGER 2006) hingewiesen wird. In den geplanten Dokumentationen der COST Action E 40 sollen möglichst alle Forschungsaktivitäten hinsichtlich Starkholzressourcen, Beschreibung der Holzeigenschaften von Starkholz, Analyse der Verarbeitungstechnolo-

gien sowie Ansätze zu einem entsprechenden Product Design zusammengefasst werden.

2. Holzqualität – Stand der Technik

Im Gegensatz zu Nadelholz kleinerer und mittlerer Durchmesser zeigt Nadelstarkholz eine grosse Variabilität der Holzeigenschaften innerhalb eines Stammes sowie zwischen verschiedenen Standorten. Der Kenntnis der Holzeigenschaften zum optimalen Materialfluss in der Wertschöpfungskette sowie zur Entwicklung und Charakterisierung spezifischer Produkte aus Starkholz kommt daher eine besondere Bedeutung zu (TEISCHINGER 2002).

2.1 Rundholz- und Schnittholzqualität

Die Arbeiten von REITER (2005) beschäftigen sich primär mit der Charakterisierung des Nadelstarkholzes als Stamm sowie mit dem Zusammenhang von Rundholzqualität und Schnittholzqualität. Ein weiteres Ziel der Arbeit war es, die Qualität des Schnittholzes aus Starkholz mit Produkten aus schwächerem Holz zu vergleichen. Neben der Charakterisierung der Rundholzqualität wird aufbauend auf die Arbeiten von AUOKER & GLOS (1999) das Schnittholz (Dachlatten, Brettware, Kantholz) über die gesamte Stammlänge visuell und maschinell nach Festigkeitsklassen sortiert. Besonders auffallend ist dabei der relativ grosse Unterschied in den einzelnen Klassenhäufigkeiten nach visueller und maschineller Sortierung, wobei in der Regel die maschinelle Sortierung deutliche Mehrausbeuten in den höheren Klassen ergibt. Weiters zeigt sich, dass sich vom Stamminnen zur Mantelfläche hin die Steifigkeit (Elastizitätsmodul) und auch der Sortierwert deutlich positiv entwickeln, das äussere Holz damit «besser» ist als das Holz in Marknähe. Dieser Trend wurde auch durch die Studie von TEISCHINGER *et al.* (2004) bestätigt.

2.2 Potenzialanalyse von Nadelstarkholz

Die Arbeiten von TEISCHINGER *et al.* (2004) konzentrieren sich auf die Charakterisierung der Holzeigenschaften entlang der hierarchischen Ebenen vom Schnittholz über fehlerfreie Holzproben bis hin zur mikroskopischen Ebene, der Charakterisierung der Holzzellen und der Zellwand. Ziel dieser Betrachtungsweise ist es, die Variabilität der Eigenschaften über alle hierarchischen Ebenen zu erfassen und damit das Potenzial spezifischer Eigenschaften wie z.B. Faserlänge, Zellmorphologie, Festigkeit und Steifigkeit des fehlerfreien Holzes usw. zu identifizieren.

Daraus lässt sich ein Modell der Holzeigenschaften entwickeln, das die bestmögliche Überführung des Rohstoffes in verschiedenste Holzprodukte ermöglicht wie z.B. Beachtung der Faserqualität (Faserlänger, Zellmorphologie) beim Hackgut in den Mantelzonen sowie im Kronenbereich im Hinblick auf Zellstoff und Papier. Ebenso kann bei Kenntnis von Festigkeiten und Steifigkeiten für das zwischen den Ästen fehler-

freie Holz ein Optimierungskonzept für keilgezinkte Hochleistungsbauteile entwickelt werden.

3. Material und Methoden

Im Projekt zur Potenzialanalyse von Nadelstarkholz wurden 72 Stämme von verschiedenen Höhenlagen und Standorten sowie Sortierklassen nach den österreichischen Holzhandelsusancen (Sortierklasse B, C, Cx) nach einem vorgegebenen Einschnittplan eingeschnitten und daraus Proben für verschiedene Messverfahren zur Ermittlung der Holzqualität hergestellt (Abbildung 1 und 2). Die visuelle Sortierung des Schnittholzes erfolgte nach Önorm DIN 4074-1 und für die maschinelle Sortierung kamen der GradeMaster (GrecCon Dimter) und der EuroGecomat (Grecon) zum Einsatz. Die mechanischen Eigenschaften wurden gemäss EN 408 und die Jahringbreiten und Dichtewerte über dem Querschnitt sowie der Drehwuchs

nach Beschreibungen bei GRABNER (2002) ermittelt. Die mikrostrukturellen Eigenschaften wie Zellmorphologie, Mikrofibrillenwinkel wurde mit Silviscan ermittelt, wobei das Messsystem bei EVANS (1999) und EVANS et al. (1995) detailliert beschrieben wird.

4. Ergebnisse

Aus dem in *Abbildung 2* dargestellten Versuchsplan sind erst Teilresultate verfügbar, die in der Folge dargestellt werden.

Abbildung 3 zeigt ein Modell der Dichteverteilung über den Stammquerschnitt und über die Stammlänge. In *Abbildung 4* ist der Verlauf des Drehwuchses dargestellt, wobei in der Regel ein Wechsel von der «Linksdrehung» in Marknähe zur «Rechtsdrehung» mit zunehmendem Abstand vom Mark erfolgt. Generell waren die untersuchten Stämme durch geringe Drehwüchsigkeit charakterisiert. Die Auswertung der

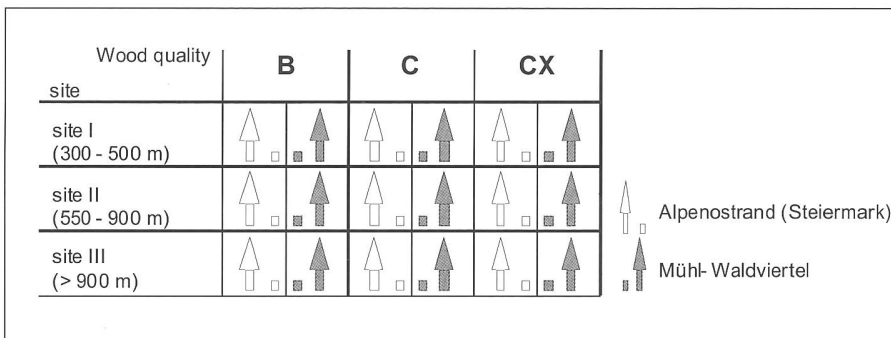


Abbildung 1: Darstellung der Probenahme aus zwei Regionen mit jeweils drei Höhenstufen. Von jedem Standort wurden drei Höhenstufen der Sortierklassen B, C und Cx der Österreichischen Holzhandelsusancen identifiziert.

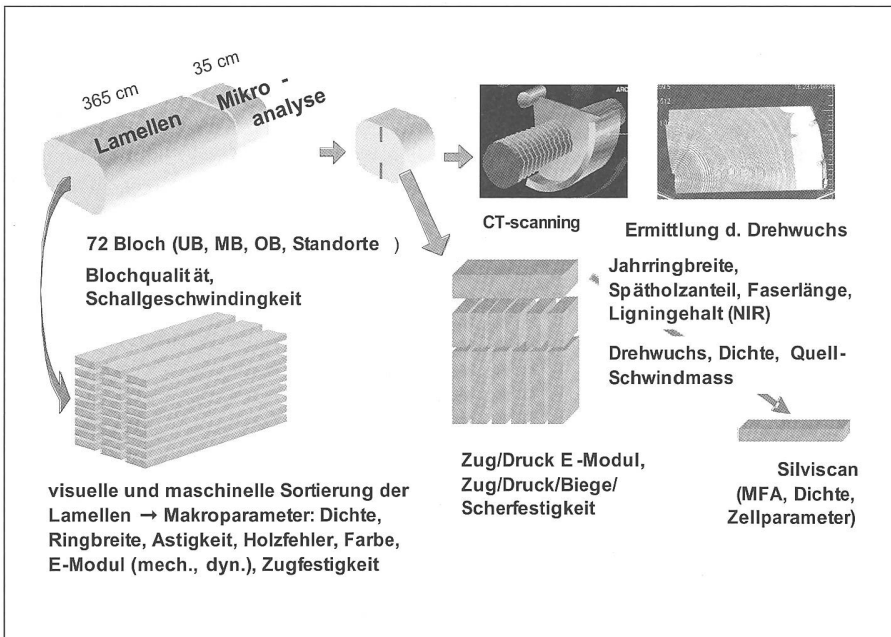


Abbildung 2: Darstellung des Probenplans bzw. der einzelnen Messverfahren zur Ermittlung der Holzeigenschaften an Stammabschnitten, Brettern in Bauholzdimension sowie fehlerfreien Kleinproben.

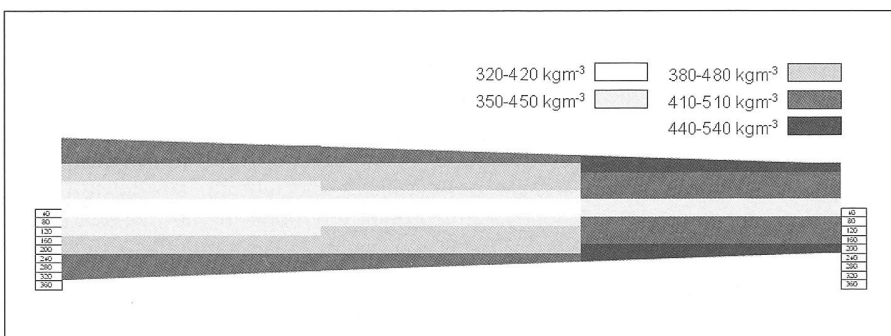


Abbildung 3: Verteilung der Darrdichte über den Stammquerschnitt und die Stammlänge in drei Abschnitten als Mittelwert aller Stämme.

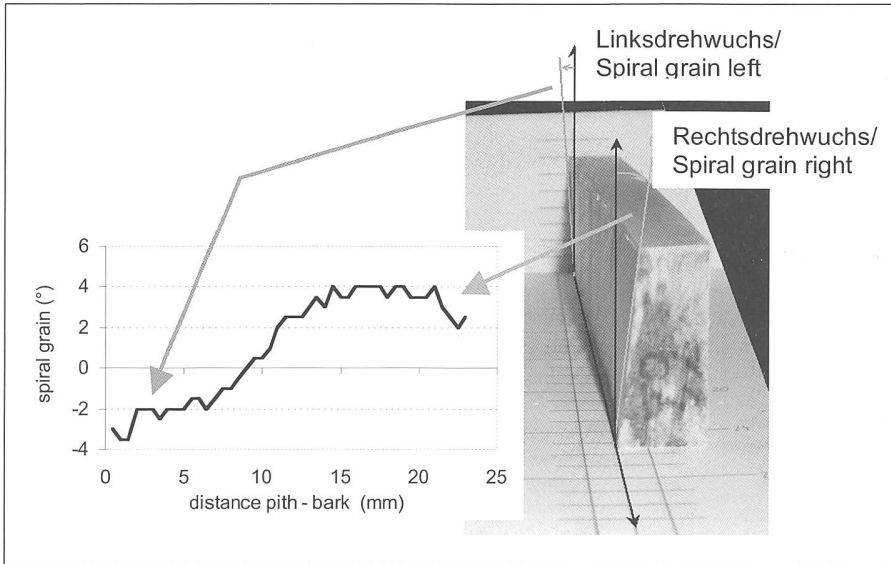


Abbildung 4: Messung und Auswertung des Drehwuchses.

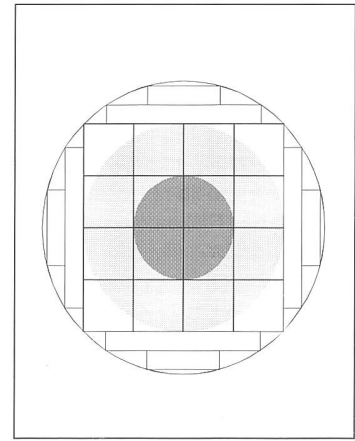


Abbildung 7: Schematisches Schnittbild mit Darstellung der unterschiedlichen Zonen der Holzeigenschaften im Bereich der Marknähe (juveniles Holz) sowie der äusseren Zonen mit «reifem» und «überreifem» Holz.

Faserlänge (Abbildung 5) zeigt eine deutliche Zunahme der Faserlänge von anfänglich etwa 2 bis 3 mm mit zunehmendem Kambialalter bis etwa 40 bis 50 Jahre. Anschliessend nimmt die Faserlänge nur mehr leicht zu und erreicht im Alter von etwa 100 Jahren eine Faserlänge von etwa 5 mm. In Abbildung 6 ist die Zugfestigkeit von kleinen fehlerfreien Proben dargestellt. Die Grafik zeigt ein hohes Festigkeitspotenzial des untersuchten Starkholzes zwischen den Ästen. Hingegen lieferten die Zugversuche an Brettquerschnitten in Bauholzqualität aufgrund der zahlreichen Äste nur ein sehr niedriges Festigkeitsniveau.

5. Diskussion der Ergebnisse und Ausblick

Die dargestellten Ergebnisse zeigen eine grosse Variabilität der Holzeigenschaften über den Stammquerschnitt und die Stammhöhe, wobei sich die meisten Eigenschaften zur Mantelfläche hin «positiv» entwickeln. Schnitthölzer gemäss einem Einschnittbild aus Starkholz variieren nach Abbildung 7 daher wesentlich stärker als bei einem vergleichbaren Einschnitt von Rundholz kleinerer bzw. mittlerer Dimensionen (vgl. auch REITER (2005)). Der Entwicklung von geeigneten Stammmodellen mit den erwarteten Eigenschaften kommt daher eine beson-

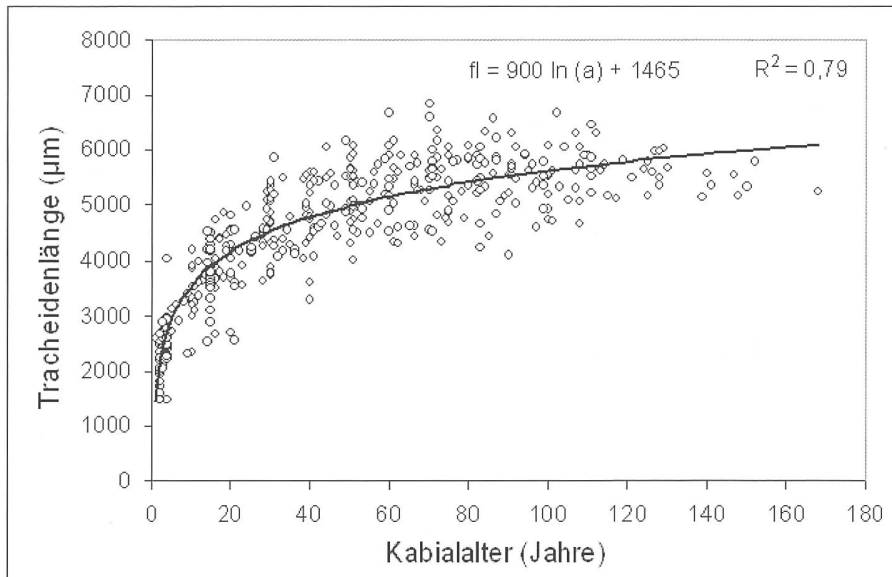


Abbildung 5: Auswertung der Faserlänge aufgetragen über dem Kambialalter der untersuchten Jahrringe.

Eine logarithmische Funktion der Form $fl = 900 \ln(a) + 1465$ ergab ein Bestimmtheitsmass von $R^2 = 0,79$ (fl = Faserlänge, a = Kambialalter).

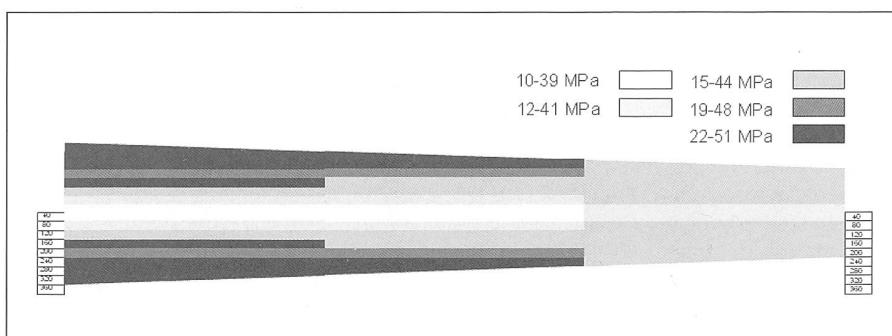


Abbildung 6: Auswertung der Zugfestigkeit in einem Stammmodell in drei Abschnitten als Mittelwert aller Proben.

dere Bedeutung zu. Dies erfordert eine adäquate und flexible Einschnittstechnologie für die optimale Überführung der positiven bzw. spezifischen Eigenschaften aus bestimmten Querschnittszonen von Starkholz in entsprechende Produkte. Gegebenenfalls ist in der Weiterverarbeitung durch Auskappen von Fehlstellen und Keilzinkung der Stücke eine weitere Optimierung (hinsichtlich optischer und/oder mechanischer Eigenschaften) sinnvoll.

Diese Stammmodelle müssen beim bzw. vor dem Einschnitt durch geeignete Messmethoden wie. z. B. durch externes und/oder internes Scanning (MÜLLER & TEISCHINGER 2001) sowie visuelle Ansprache der äusserlichen Merkmale auf den jeweils aktuellen Stamm angepasst werden.

Zusammenfassung

Aufgrund waldbaulicher Gegebenheiten und technologischer Entwicklungen in der Verarbeitungskette Holz hat sich in mehreren Ländern Europas ein zunehmender Vorrat an Nadelstarkholz aufgebaut. Verschiedene Studien zum Thema Nadelstarkholz analysieren die gegenwärtige Situation und mögliche Vermarktungsstrategien. Die grosse Variabilität der Holzeigenschaften von Nadelstarkholz ist für eine optimierte Verarbeitungskette eine besondere Herausforderung. Es zeigt sich, dass eine Vielzahl von wichtigen Eigenschaften wie Steifigkeit, Rohdichte, Fasereigenschaften usw. von Marknähe nach aussen besser bzw. positiver wird, woraus sich Einsatzpotenziale für optimierte Holzprodukte ableiten lassen.

Résumé

Propriétés et potentiel technologique des gros bois résineux

Sous l'effet de paramètres sylvicoles et des développements technologiques dans la filière de transformation, le volume sur pied des gros bois résineux s'est accru dans de nombreux pays d'Europe. Diverses études consacrées aux résineux de grandes dimensions analysent la situation actuelle et de possibles stratégies de commercialisation. La grande variabilité des propriétés des gros bois résineux constitue un défi particulier en matière d'optimisation de la chaîne de transformation. Il apparaît que de nombreuses propriétés importantes telles que la rigidité, la densité brute, les propriétés des fibres, etc., s'améliorent depuis le centre vers l'extérieur des billes, ce qui ouvre des débouchés pour des produits ligneux optimisés.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Summary

Characteristics of large dimension timber and its technological potential

Based on silvicultural requirements and technological developments in the process chain, an increasing stock of large diameter timber is available. Various studies in several European countries on large diameter timber analyse the current situation and possible marketing strategies. The great variability of the wood properties of large diameter timber is a big challenge to the optimization of the process chain. Results show that a majority of important properties such as stiffness, density, fibre properties etc. improve in quality from the core to the bark. The potential for new and optimized products may be derived from these findings.

Literatur

- AUKOFER, T.; GLOS, P. 2000: Die technologischen Vorteile von Fichten-Starkholz. Holz-Zentralblatt 126, 99: 1258, 1260.
- ESCHMANN, P.; BACHMANN, P.; HORAT, S. 2003: Marktorientierte Sortimentsoptimierung im Forstbetrieb. ETH Zürich, Department Forstwissenschaften, Professur Forsteinrichtung und Waldwachstum, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=bericht&nr=294> (5. Dezember 2006).
- EVANS, R. 1999: A variance approach to the X-ray diffractometric estimation of microfibril angle in wood. *Appita Journal* 52, 4: 283–294.
- EVANS, R.; DOWNES, G.; MENZ D. N. J.; STRINGER S. L. 1995: Rapid measurement of variation in tracheid transverse dimensions in a radiate pine tree. *Appita Journal* 48, 2: 134.
- FORNELFELD, M.; TSCHURTSCHENTHALER, G.; OEFINGER, G. 2004: Absatzpotenziale für heimische Produkte aus Nadelstarkholz auf den nationalen und internationalen Märkten. MICUS Management Consulting GmbH, Düsseldorf.
- FUNK, M. 2001: Die Bedeutung des Starkholzes in der deutschen Sägeindustrie. *AFZ/Der Wald* 56, 22: 1167–1169.
- GRABNER, M. 2002: Relationships among wood quality indicators of larch wood grown in Europe. Diploma theses. Boku-University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna.
- HOLZ 21 2004: Situation und Zukunft der Schweizer Sägeindustrie. Ergebnisse einer umfassenden Struktur- und Potentialanalyse. Programmleitung Holz 21, Förderprogramm des Buwal, Bern.
- KONZEPT 2005: Neues Konzept – Doppelwellengatter mit Spaner ersetzt Gatter. *Holz-Kurier* 60, 44: 16–17.
- MÖHRINGER, S. 2006: Efficient Sawing Technologies for Large Diameter Round Wood – Innovative Solutions. In: *Lignovisionen* 13, Spezialausgabe, Universität für Bodenkultur, Wien.
- MÜLLER, U., TEISCHINGER, A. 2001: Scanning-Technologien in der Holzwirtschaft – State of the Art-Report. *Holzforschung und Holzverwertung* 53, 3: 53–56.
- REITER, J. M. G. 2005: Fichtenstarkholz (*Picea abies* (L.) Karst.) – Untersuchungen zur Rundholzqualität und deren Einfluss auf die Schnittholzqualität. Dissertation, Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Weihenstephan.
- SENITZA, E. 1992: Zur Starkholzfrage in Österreich. Österreichisches Holzforschungsinstitut (heute Holzforschung Austria), Wien. 134 S.
- STARKHOLZ 2005: Starkholz profilieren. *Sägwerk des Jahres* 2006. *Holz-Kurier* 60, 51/52: 8–9.
- TEISCHINGER, A. 2002: Innovationspotenzial Starkholz. *Holzforschung und Holzverwertung* 54, 2: 34–36.
- TEISCHINGER, A.; MÜLLER, U.; PATZELT, M.; SCHICKHOFER, G. 2004: Wood quality assessment of old growth spruce trees and their technological potential. Conference Proceedings, in: Ivana Ticha (Ed.): *Sustain Life – Secure Survival II, Socially and Environmentally Responsible Agribusiness*. Session Renewable Energy Resources and Wood Technology, Czech University of Agriculture, Prague.
- TEISCHINGER, A. (Hrsg.) 2006: Large diameter timber – problem or chance? Proceedings of the COST Action E 40 Conference, December 2005, HSB Biel. *Lignovisionen* 13, Spezialausgabe, Universität für Bodenkultur, Wien (www.boku.ac.at/costE40, 5. Dezember 2006).
- TZSCHUPKE, W. 2004: Betriebswirtschaftliche Aspekte der Starkholzproduktion. *Forstarchiv* 74, 6: 228–234.
- ZELTNER, S. et al. 1999: Perspektiven der Starkholznutzung in der Schweiz – Schlussbericht der von der Eidg. Forstdirektion eingesetzten Arbeitsgruppe Starkholz. In: Buwal (Hrsg.): *Starkholz: Problem oder Chance? Eine Standortbestimmung*. Bern, 110 S.

Autoren

Prof. Dr. ALFRED TEISCHINGER, Universität für Bodenkultur Wien, Departement für Materialwissenschaft und Prozesstechnik, Institut für Holzforschung, Peter Jordanstrasse 82, AT-1190 Wien. E-Mail: alfred.teischinger@boku.ac.at.
Dr. ULRICH MÜLLER, Kompetenzzentrum für Holzverbundwerkstoffe und Holzchemie, Wood K plus, Peter Jordanstrasse 82,