

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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 156 (2005)

Heft: 11

Artikel: Herstellung und Eigenschaften von thermisch vergütetem Holz : eine Übersicht

Autor: Niemz, Peter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098072>

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: 01.05.2026

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

Herstellung und Eigenschaften von thermisch vergütetem Holz – eine Übersicht

PETER NIEMZ

Keywords: Heat treatment; autoclave; properties; swelling; shrinkage. FDK 82 : 83 : 84

1. Einleitung

Thermoholz gewann in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung, dies zeigt die Resonanz der Thermoholz-Workshops, welche im Mai 2003, 2004 und im Juni 2005 am Institut für Holztechnologie Dresden stattgefunden hatten, deutlich. Aufgrund des breiten Interesses an Möglichkeiten zur Modifizierung von Holz sind weitere Tagungen geplant. So findet im Herbst 2005 in Göttingen eine Tagung zur Holzvergütung statt. Obwohl die wissenschaftlichen Grundlagen für ausgewählte Methoden (insbesondere Thermoholz) bereits vor dem 2. Weltkrieg bzw. in den frühen 60er und 70er Jahren erarbeitet wurden, gewann die industrielle Umsetzung erst in den letzten zehn Jahren an Bedeutung. Genannt werden soll z.B. das Feuchte-Wärme-Druck (FWD)-Verfahren (BURMESTER 1973) oder Arbeiten von KOLLMANN & SCHNEIDER (1963) zur thermischen Behandlung.

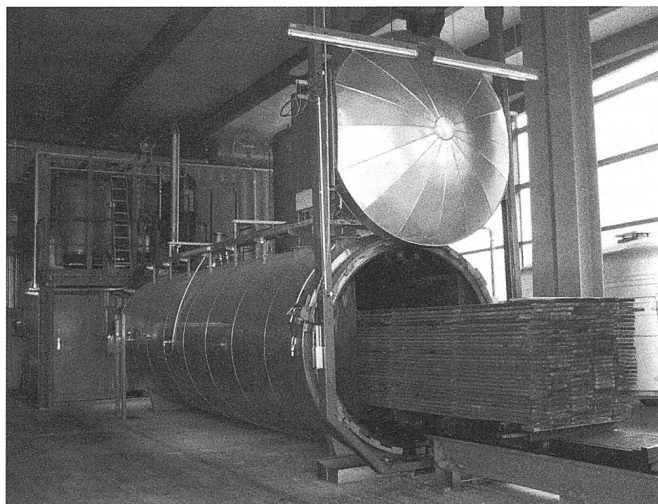


Abbildung 1: Anlage der Firma Balz Holz, Langnau i. E.

Auch in der Schweiz konnten in den letzten Jahren zahlreiche Aktivitäten auf dem Gebiet beobachtet werden. Dies betrifft die technische Realisierung, aber auch begleitende wissenschaftliche Arbeiten. Forschungsseitig wird an der ETH Zürich, der EPF Lausanne und der Empa an der Thematik gearbeitet.

Die Firma Balz Holz in Langnau im Emmental stellt industriell Thermoholz her (Abbildung 1). Mehrere Handelsbetriebe verkaufen zudem unter anderem aus Finnland, Österreich oder Frankreich importiertes Holz. Die Abbildungen 2a und 2b zeigen Einsatzbeispiele für Thermoholz im Innen- und Aussenbereich.

Insbesondere die Erzielung dunklerer Farbtöne bei Laubhölzern aber auch die künstliche Alterung bei Nadelhölzern gewinnen an Bedeutung. Dieser Effekt wird von vielen Kunden bei Neubauten von Chalets genutzt, da natürlich gealtertes Holz aus Rückbauten nicht in erforderlicher Masse bereit steht. Bei Laubholz sind wieder zunehmend dunklere Farbtöne gewünscht. Bei einigen Holzarten wie Esche, Ahorn und Ulme können durch eine relativ milde Wärmebehandlung sehr warme, braune Farbtöne erreicht werden. Dadurch kann zugleich die Nutzung von Laubholz gefördert werden. So wurde beispielsweise im neuen Terminal des Flughafens Zürich Thermoholz verwendet. Im Innenbereich ist zudem auch das Problem der Farbstabilität (Vergrauung) nicht in dem Umfang gegeben wie es bei der Aussenanwendung vorliegt. Beispiele für den Thermoholzeinsatz im Aussenbereich zeigt die CD «Wärmebehandlung – stabilisiertes Holz», die von der Arbeitsgemeinschaft für Pappel- und Wertholz sowie Holz 21 finanziert wurde.

Vergütet wird von der Firma Balz Holz nur qualitativ hochwertiges Holz, im vorgetrockneten Zustand. Zu hohe Holzfeuchten führen bei der Behandlung zu Rissbildungen und Verformungen. Auch andere Qualitätsmerkmale wie grosse Äste, Faserverlauf, Verformungen werden vor der Behandlung kontrolliert.

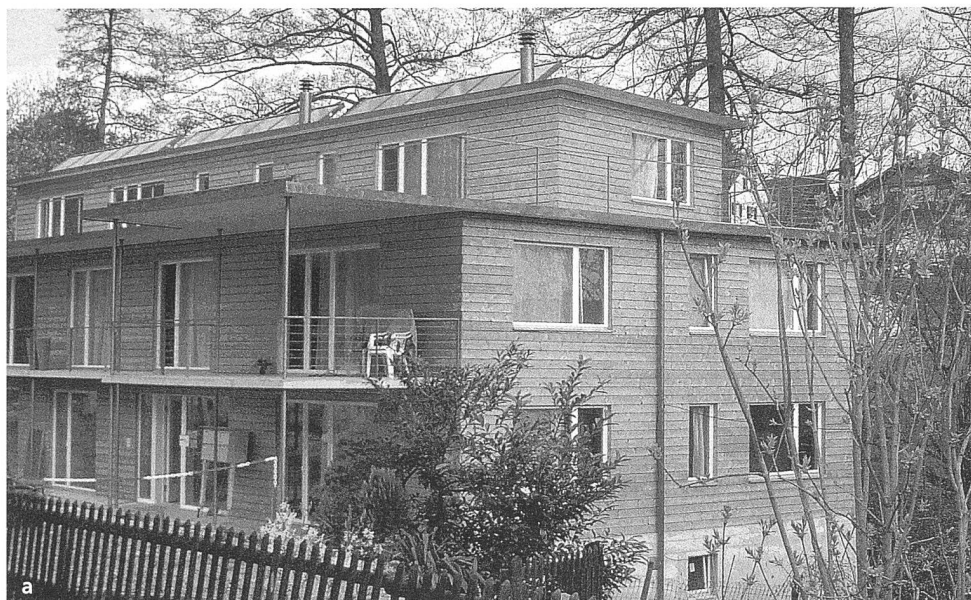
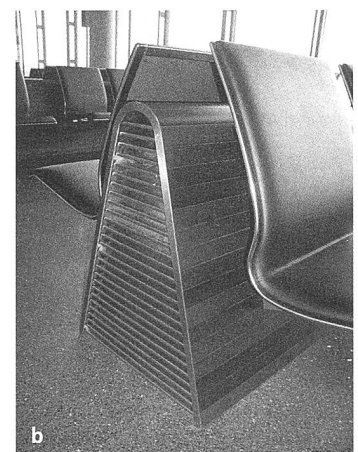


Abbildung 2: Einsatzbeispiel für thermisch vergütetes Holz.

a) Fassade (Mehrfamilienhaus in der Schweiz); b) Innenausbau, Flughafen Zürich.



2. Eigenschaften von wärmebehandeltem Holz

Farbe/Farbänderung

Durch die Wärmeeinwirkung wird das Holz deutlich dunkler. Es nimmt einen braunen Farbton und einen charakteristischen Geruch an. Durch die Behandlung in Stickstoff ist die Farbgebung nicht so ausgeprägt wie bei Behandlung in Sauerstoffatmosphäre. Die Farbe ist abhängig von der Behandlungsstärke, insbesondere der Temperatur und Dauer der Behandlung. Der erzeugte Farbton ist nicht UV-stabil, nach relativ kurzer Bewitterung vergraut die Oberfläche wie bei unbehandeltem Holz (Abbildung 3).

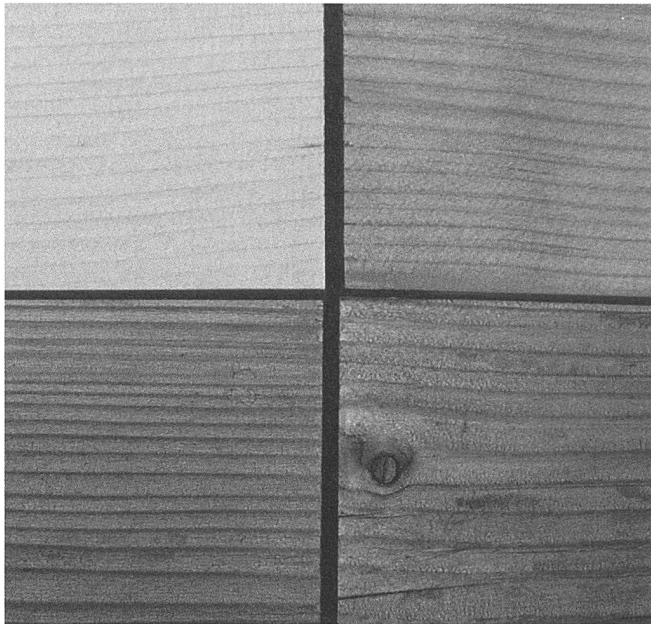


Abbildung 3: Im Freilandversuch bewittertes Thermoholz (Fichte), vor und nach 29-wöchiger Freibewitterung.

Oben links: Fichte unbehandelt, unbewittert; oben rechts: Fichte wärmebehandelt, unbewittert; unten links: Fichte unbehandelt, bewittert; unten rechts: Fichte wärmebehandelt, bewittert.

Masseänderung/Dichteänderung

Die Wärmebehandlung bewirkt je nach Behandlungsart einen deutlichen Masseverlust. Das Volumen reduziert sich. Die Dicke der Zellwand geht laut eigenen Messungen zurück. Der Masse- und Volumenverlust ist abhängig von der Behandlungstemperatur und -dauer. Bedingt durch den Masseverlust, die Volumenabnahme und die Reduzierung der Gleichgewichtsfeuchte ergibt sich nach Rückklimatisierung der Proben meist eine Reduzierung der Rohdichte.

Gleichgewichtsfeuchte und Quellung

Die Gleichgewichtsfeuchte und die Quellung sinken durch die Wärmebehandlung deutlich auf etwa 50% des unbehandelten Holzes ab (Tabellen 1 bis 3). Die Quellanisotropie radial/tangential bleibt erhalten (tangential etwa doppelt so hoch wie radial).

Aufnahme von flüssigem Wasser

In radialer und tangentialer Richtung kommt es zu einer Reduzierung der kapillaren Wasseraufnahme im Vergleich zu unbehandeltem Holz. Dieser Effekt wirkt sich beispielsweise bei der Beregnung einer Fassade aus.

Tabelle 1: Gleichgewichtsfeuchte von thermisch im Autoklav behandeltem Holz.

Holzart		Gleichgewichtsfeuchte in % bei rel. Luftfeuchte in %					
		35	50	65	80	88	95
Buche	x	6,7	7,5	8,0	9,6	10,6	18,7
	s	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,7
Esche	x	5,3	6,0	6,5	8,8	10,4	17,9
	s	1,1	1,2	1,1	0,7	0,7	1,6

x: Mittelwert; s: Standardabweichung

Tabelle 2: Gleichgewichtsfeuchte (Mittelwerte) von unbehandeltem Holz.

Holzart		Gleichgewichtsfeuchte in % bei rel. Luftfeuchte in %				
		35	50	65	80	95
Buche	x	7,5	10,1	11,6	15,8	29,8
	s					
Esche	x	7,6	10,0	11,4	15,5	28,6
	s					

Tabelle 3: Quellung in radialer Richtung bei variabler rel. Luftfeuchte von im Autoklav behandeltem Holz.

Holzart		Quellung radial in % bei rel. Luftfeuchte in %				
		35	50	65	80	95
Buche	x	1,15	1,34	1,50	1,84	2,05
	s	0,06	0,08	0,09	0,09	0,1
Esche	x	0,95	1,07	1,26	1,72	1,99
	s	0,3	0,28	0,36	0,31	0,24

Elastomechanische Eigenschaften

Die Wärmebehandlung bewirkt eine deutliche Reduzierung der Bruchschlagarbeit, der Biegefestigkeit und einen etwas geringeren E-Modul. Mit zunehmender Intensität der Behandlung steigt der Festigkeitsverlust. Am intensivsten ist die Reduzierung der Bruchschlagarbeit.

Brinell-Härte

Die Brinell-Härte sinkt durch die Wärmebehandlung ab. Je intensiver die Behandlung, umso stärker ist der Härteverlust. Bei schwacher Behandlung ist der Härteverlust wegen der gleichzeitig stattfindenden Reduktion der Gleichgewichtsfeuchte gering. Teilweise kommt es durch die reduzierte Holzfeuchte sogar zu einem leichten Anstieg der Härte.

pH-Wert

Der pH-Wert sinkt durch die Wärmebehandlung im Autoklav leicht ab. Er liegt für Fichte in folgendem Bereich:

- unbehandelt 4,9
- industriell vergütet im Autoklav 4,3

Durch die Absenkung des pH-Wertes wird die Korrosion verstärkt. Es sind also in diesem Falle korrosionsbeständige Verbindungsmittel einzusetzen.

Resistenz gegenüber holzerstörenden Pilzen

Der Pilzangriff wird durch die Wärmebehandlung selektiv reduziert. Bei einigen Pilzen geht der Masseverlust deutlich zurück, bei anderen steigt er sogar leicht an. Es bestehen deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Pilzarten. Eine Testung der Pilzresistenz vor und nach einer Bewitterung der Proben zeigte, dass durch die Bewitterung offensichtlich eine gewisse Veränderung hinsichtlich der Resistenz erfolgt. Möglicherweise kommt es zum Auswaschen bestimmter Verbindungen.

dungen. Bläuepilze konnten nach wenigen Monaten Freibewitterung auch an thermisch vergütetem Holz nachgewiesen werden. Diese traten aber im oberflächennahen Bereich auf.

Sonstige Eigenschaften

Die Wärmeleitfähigkeit soll laut Literaturangaben zurückgehen. Ebenso ändert sich der elektrische Widerstand. Kennlinien für handelsübliche Feuchtemessgeräte sind also nicht verwendbar.

Hier liegt noch ebenso Forschungsbedarf wie in der Vereinheitlichung der Vergütungsklassen (z.B. Vergabe eines Gütesiegels) und der unabhängigen Prozessüberwachung durch Fremdinstitutionen. Zudem wird auch zunehmend lediglich gedämpftes Holz angeboten, das ebenfalls den Farbton von gealtertem Holz aufweist. Das Dämpfen bewirkt allerdings nicht die genannten Vergütungseffekte hinsichtlich Quellung, Sorption und Pilzresistenz.

Zusammenfassung

Die thermische Modifizierung von Holz wird schon seit Jahren industriell betrieben. Zahlreiche neue bzw. verbesserte Eigenschaften wie die geringe Ausgleichsfeuchte und dadurch verminderte Quellwerte oder die verbesserte Dauerhaftigkeit und exotische Farbtöne zeichnen das Material aus. Dennoch kann man sicher von nötigen Verbesserungen, vor allem hinsichtlich Reproduzierbarkeit und Garantie der Qualität, sprechen. Richtlinien für das doch noch relativ neue Material, bei dem bisher nur kurzfristige Erfahrungswerte vorliegen, sind in der Zukunft zu erwarten.

Résumé

Aperçu de la fabrication et des propriétés du bois traité thermiquement

La modification thermique du bois est déjà exploitée industriellement depuis des années. De nombreuses propriétés nouvelles ou améliorées comme le faible équilibre hygroscopique et par conséquent des valeurs de gonflement réduites ou la meilleure durabilité et les teintes exotiques, caractérisent le matériau. Des améliorations s'avèrent cependant nécessaires, avant tout au niveau de la reproductibilité et de la garantie de la qualité. Des directives doivent encore être établies pour ce matériau relativement nouveau pour lequel on ne dispose que de valeurs empiriques acquises récemment.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Summary

Production and properties of heat-treated wood: an overview

For many years already, the thermic modification of wood has been employed in the wood industry. Numerous new or improved properties such as low equilibrium moisture content and thus lower swelling or improved durability and exotic colour tints characterise this material. Nevertheless, it is certainly open to further improvements, above all with regard to reproducibility and quality guarantees. Regulations for this relatively new material, for which only little experience values exist until now, are to be expected.

Translation: ANGELA RAST-MAGERISON

Weiterführende Literatur

- ANONYMOS 2004: Thermoholz-Gemeinde trifft sich in Dresden. Holz-Zentralblatt, Stuttgart 130, 41: 546.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR PAPPEL- UND WERTHOLZ; HOLZ 21: Wärmebehandlung – stabilisiertes Holz. CD-Rom.
- AUTORENKOLLEKTIV 2002: Lignovisionen Band 3. Modifiziertes Holz. Institut für Holzforschung, Universität für Bodenkultur, Wien. 260 S.
- BÄCHLE, F.; NIEMZ, P. 2005: Untersuchungen zum Einfluss der thermischen Vorbehandlung auf das Sorptionsverhalten und ausgewählte mechanische Eigenschaften von Fichtenholz. Schweiz. Z. Forstwes. 156, 2: 47–51.
- BÄCHLE, F.; NIEMZ, P.; HEEB, M. 2004: Untersuchungen zum Einfluss der Wärmebehandlung auf die Beständigkeit von Fichtenholz gegenüber holzerstörenden Pilzen. Schweiz. Z. Forstwes. 155, 12: 548–554.
- BARISKA, M. 1979: Die Methoden der Dimensionsstabilisierung bei Vollholzprodukten. Ihr derzeitiger Stand und Einsatzmöglichkeiten. Holzforsch. Holzverwert. 31: 28–32.
- BURMESTER, A. 1973: Einfluss der Wärme-Druck-Behandlung des halbtrockenen Holzes auf seine Formbeständigkeit. Holz Roh-Werkst. 31: 237–243.
- BURMESTER, A. 1975: Zur Dimensionsstabilisierung von Holz. Holz Roh-Werkst. 33: 333–335.
- DELISKI, N. 2003: Modeling and technologies for steaming wood materials in autoclaves. Habilitation, Forstwirtschaftliche Hochschule Sofia.
- GIEBELER, E. 1981: Dimensionsstabilisierung von Holz durch Feucht/Wärme/Druck-Behandlung. Holz Roh-Werkst. 41: 87–94.
- HANGER, J.; HUBER, H.; LACKNER, R.; WIMMER, R.; FELLNER, J. 2002: Verbesserung der natürlichen Dauerhaftigkeit von Wärmebehandelter Fichte, Kiefer und Buche. Holzfor. Holzverwert. 54: 92–93.
- KOLLMANN, F. 1951: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, 2 Bände, Springer-Verlag Berlin.
- KOLLMANN, F.; SCHNEIDER, A. 1963: Über das Sorptionsverhalten von wärmebehandelten Hölzern. Holz Roh-Werkst. 21: 77–85.
- MILITZ, H. 2002: Thermal treatment of wood: European Processes and their Background, IRG/WP 02-40241, Cardiff, Wales.
- NIEMZ, P. 2004: Aktivitäten im Bereich Thermoholz. Schreinerzeitung 3: 32–34.
- NIEMZ, P.; BEKHTA, P. 2002: Untersuchungen zu Eigenschaften von thermisch vergütetem Fichtenholz. Holz 4: 31–34.
- PATZELT, M.; STINGL, R. 2001: Thermische Modifizierung – Holzschutz ohne Chemie? Holz-Zentralblatt 127, 135: 1699.
- RAPP, A.O. (Hrsg.) 2001: Review on Heat Treatments of Wood. Cost Action E22 Environmental Optimisation of Wood Protection. Proceedings of Special Seminar held in Antibes, France on 9 Feb. 2001, 68 p.
- SAILER, M. 2001: Anwendung von Pflanzenölimprägnierung zum Schutz von Holz im Aussenbereich. Dissertation, Universität Hamburg. 164 S.
- SAILER, M.; RAPP, A.O.; LEITHOFF, H.; PEEK, R.-D. 2000: Vergütung von Holz durch Anwendung einer Öl-Hitzebehandlung. Holz Roh-Werkst. 58: 15–22.
- SCHNEIDER, A. 1971: Untersuchungen über den Einfluss von Wärmebehandlung im Temperaturbereich von 100 bis 200 °C auf Elastizitätsmodul, Druckfestigkeit und Bruchschlagarbeit von Kiefern-Splint und Buchenholz. Holz Roh-Werkst. 29: 431–440.
- SCHNEIDER, A.; RUSCHE, H. 1973: Sorptionsverhalten von Buchen- und Fichtenholz nach Wärmeeinwirkung in Luft und im Vakuum. Holz Roh-Werkst. 31: 313–319.
- STAMM, A.J.; BURR, H.K.; KLINE, A.A. 1946: Heat stabilized wood (Staywood). Rep. Nr. 1621, Forst Prod. Laboratory, Madison.
- STAMM, A.J.; HANSEN, I.A. 1937: Minimizing wood shrinkage and swelling: Effect of heating in various gases. Ind. Eng. Chem. 29: 831–833.

Autor

Prof. Dr. PETER NIEMZ, Institut für Baustoffe (IfB), Holzphysik, Schafmattstrasse 6, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich.
E-Mail: niemz@ifb.baug.ethz.ch.