

Holzwerkstoffe mit Dichteunterschieden von 80 %

Herstellung von zwei unterschiedlichen Dichten in einer Faserplatte während eines Pressprozesses

Von Tomas Joscak*, Martin Denesi* und Matus Joscak*, Wien

Das Unternehmen Dascanova, Wien und Linz (Österreich), hat eine gleichnamige Technologie zur Reduzierung der Dichte in Holzwerkstoffen entwickelt. Das Prinzip der Entwicklung basiert auf einer speziellen Anordnung und Verteilung der Dichte innerhalb der Platte. Durch dieses Verfahren können die Vorteile eines Vollkernmaterials wie z. B. einer Spanplatte mit den Vorteilen einer Leichtbauplatte verknüpft werden. Im Rahmen einer Studie wurde die Herstellung von zwei möglichst unterschiedlichen Dichten in einer Faserplatte während eines Pressprozesses angestrebt.

Die Dichte eines herkömmlichen Holzwerkstoffs ist meist für seine mechanischen und teilweise auch physikalischen Eigenschaften ausschlaggebend. Die Verteilung der Dichte innerhalb des Materials wird in der Praxis durch ein vertikales Dichteprofil beschrieben. Dieses zeigt die durchschnittliche Dichte in einzelnen „Mikroschichten“ im Verlauf von einer zur anderen Oberfläche. Im Hinblick auf die neue „Dascanova“-Technologie, bei der sich die Dichte nicht nur zweidimensional, sondern in alle Richtungen verändert, wurde in dieser Studie die Herstellung von zwei möglichst unterschiedlichen Dichten in einer Faserplatte während eines Pressprozesses angestrebt. Es handelt sich dabei um ein vereinfachtes Modell, um die Auswirkungen der ausgewählten Prozessparameter fokussiert untersuchen zu können.

Einleitung

Mit einer Umsetzung des theoretischen Modells der dreidimensionalen Dichteverteilung (Abbildung 1 links) ist es möglich, das Ausgangsmaterial ohne eine Senkung der mechanischen Plattensteigenschaften bis zu 30 % zu reduzieren. Diese Arbeit untersucht eine labortechnische Herstellung der Holzwerkstoffplatten von zwei Dichten mit der höchstmöglichen Differenz in einem Pressprozess. Zu diesem Zweck wurde der Plattenaufbau in zwei Schichten geteilt (Abbildung 1 rechts).

In früheren Studien zum Pressprozess der Holzwerkstoffe wurden mehrere Prozessparameter mit einem Einfluss auf die Dichtentstehung während des Pressprozesses oder danach untersucht und aufgelistet. Die wesentlichsten Parameter sind Holz- bzw. Matfeuchtigkeit, Struktur der Matte, Geometrie der Partikel bzw. Fasern, Pressprogramm, Presstemperatur und Klebstoffanteil (Buchholzer 1990, Boehme 1992, Von

Haas und Frühwald 2000, Gruchot 2009). Trotz Versuchen mit einer homogenen Faserplatte mit gleichen Eigenschaften im ganzen Querschnitt hat sich in der Holzwerkstoffindustrie ein Dichteprofil mit höherer Dichte in den Oberflächenschichten durchgesetzt. Die höhere Dichte in den Oberflächenschichten hat eine positive Wirkung auf die Festigkeits- und Steifheitssteigerung eines plattenförmigen Holzwerkstoffes. Als Nachteil zeigt sich dabei eine Reduktion der Querzugfestigkeit (Wong et al. 2000, Cai et al. 2006).

Mit steigender Feuchtigkeit der Matte sinkt der Komprimierungswiderstand der Holzpartikel und als Folge kann in diesen Bereichen eine höhere Dichte beobachtet werden (Thoemen und Ruf 2008). Basierend auf diesem Prinzip konnte in den relevanten Studien ein Dichteunterschied von bis zu 40 % (Wong et al. 2000) bzw. 50 % (Von Haas und Frühwald 2000) bezogen auf die niedrigere Feuchtigkeit erreicht werden. Einfluss des Pressprogramms auf die Dichte kann man generell folgendermaßen zusammenfassen: Je langsamer sich die Presse schließt, um so höhere Dichtezonen werden an den Oberflächen entstehen (Wang und Winistorfer 2000 und 2002). Ein lokal erhöhter Klebstoffanteil beeinflusst ebenfalls die Steigerung der Enddichte in diesen Bereichen (Von Haas und Frühwald 2000). Mit Temperaturen über etwa 150 °C werden die Holzpartikel bereits plastifiziert (Winandy und Krzysik 2007), woraus ein reduzierter Komprimierungswiderstand folgt.

Material und Methoden

Als Rohstoff für die produzierten Faserplatten dienten die Fasern der Pappel (*Populus nigra*) mit einer Feuchtigkeit von etwa 8 %. Als Bindemittel wurde ein Standard-Harnstoffformaldehyd Klebstoff mit der Bezeichnung „UF Prefere 10 F102“ (etwa 20 % Feststoffanteil bezogen auf trockene Fasern) inkl. Härter und Melaminkonzentrat (Pulverklebstoff) „Prefere 4866“ (30 %) verwendet.

Für die einzelnen Faserplatten wurden die (vorbehandelten) Holzfasern in zwei Hälften geteilt, beieimt und in einer Form aufeinander gelegt. Zwischen die zwei Teile der Matte wurden zwei Gitternetze platziert, um die fertige Faserplatte im Anschluss einfach wieder zu zerlegen. Alle Versuchsplatten (150 mm x 150 mm) wurden mit einer Dicke

von 26 mm (Distanzleisten) auf einer automatischen Laborpresse mit einer Presszeit von 10 min und bei einer Presstemperatur von 150 °C hergestellt. Alle anderen Herstellungsparameter sind in der Tabelle 1 präsentiert. Referenzparameter (unterer Teil der Faserplatte) waren 8 % Holzfeuchte, 19,8 g UF-Klebstoff und Härter.

Alle Dichten wurden nach Konditionierung der Proben im Klimaraum (65 % r. l. und 20 °C) und Erreichen einer Gewichtskonstanz ermittelt. Für die Untersuchung der Dichteprofile mittels X-Strahlung wurde die Herstellung aller Probenkombinationen wiederholt. Anstatt der Gitternetze wurde nur ein Kupferdraht zur Identifizierung des Überganges zwischen den zwei Faserhälften positioniert.

Ergebnisse und Diskussion

Alle erreichten Dichteunterschiede samt den absoluten Werten sind in der Tabelle 2 präsentiert. Der Vergleich (Dichteunterschied) bezieht sich immer auf die Referenz (untere Faserplattenhälfte).

Der höchste Dichteunterschied von etwa 80 % zwischen den zwei Plattenhälften wurde mittels einer Kombination beider Klebstoffsysteme und der erhöhten Faserfeuchtigkeit der Referenzplatte (FP5) erreicht. Bei einer Ausgangsfeuchtigkeit der Fasern von etwa 8 % in den Referenzproben betrug der Dichteunterschied 60 % (FP3). Wie Thoemen und Ruf (2008) berichten, ist der wesentlichste Einflussfaktor der geänderte Widerstand der Fasern gegen den ausgeübten Druck. Die Ergebnisse stimmen auch mit der Arbeit von Wang et al. (2000), der bei einem geringeren Feuchtigkeitsunterschied eine Dichtedifferenz von etwa 40 % gemessen hat, überein. Beim Verwenden von UF-Klebstoff in beiden Plattenhälften wurde eine Differenz von 10 % (FP2) und 30 % (FP1) beobachtet. Sie ist relativ gering im Vergleich zur Studie von Haas und Frühwald (2000), die allerdings einen geringeren Anteil an Klebstoff von 11 % verwendet haben. Einen weiteren Einfluss könnte auch eine andere Holzart haben.

Der genaue Verlauf des Dichteprofiles ist in Abbildung 2 dargestellt. Diese Untersuchungen der Dichte (mit Röntgenstrahlung) bestätigen im Wesentlichen den Trend der separaten Dichtebestimmungen.

Im Allgemeinen kann man eine signifikant reduzierte Dichte in den Bereichen beobachten, wo der Pulverklebstoff angewendet wurde (FP3 bis FP5 in Abbildung 2 rechts). Ein deutlicher Unterschied zwischen etwa 50 kg/m³ bis zu 150 kg/m³ wurde in der Nähe der „Referenzgrenze“ beobachtet. Das Dichteverhältnis zwischen maximaler und minimaler Dichte innerhalb einer Plattenhälfte wurde errechnet. In Bereichen der höheren durchschnittlichen Dichte betrug dieses 1,71 (Standardabweichung von 0,06). Niedrigere Dichtebereiche weisen ein Dichteverhältnis von 1,23 (0,1) auf. Zusätzlich kann man ein unregelmäßiges Dichteprofil bei der Anwen-

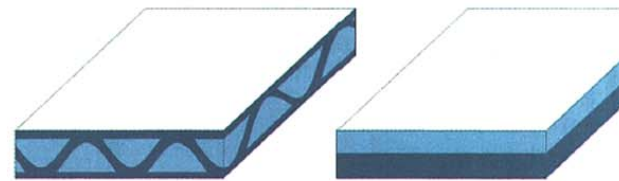


Abbildung 1 Theoretisches Modell einer dreidimensionalen Dichteverteilung in einer Holzwerkstoffplatte (links) und untersuchter Aufbau der Holzwerkstoffplatte mit zwei unterschiedlichen Dichten (rechts); dunkelblau – höhere Dichte, hellblau – niedrigere Dichte
Grafiken und Tabellen: Dascanova

Tabelle 1 Herstellungsparameter der untersuchten oberen Faserplatten-Hälften

Beschreibung	Holzfeuchtigkeit	Klebstoff	Härter
FP1	>30	UF	NH ₂ NO ₂
FP2	0	UF	NH ₂ NO ₂
FP3	0	Pulverklebstoff	
FP4	8	Pulverklebstoff	
FP5*	0	Pulverklebstoff	

* bei dieser Probe hat die Referenzhälfte zusätzlich 30 g destilliertes Wasser enthalten

Tabelle 2 Durchschnittliche Dichte der untersuchten Faserplatten

Beschreibung	Dichte der unteren Plattenhälfte (Referenz)* [kg/m ³]	Dichte der oberen Plattenhälfte* [kg/m ³]	Dichteunterschied [%]
FP1	402 (18)	518 (12)	29
FP2	444 (17)	391 (22)	11
FP3	565 (16)	356 (30)	59
FP4	467 (13)	376 (12)	20
FP5	633 (32)	352 (17)	80

* Standardabweichung in Klammern

dung von Pulverklebstoffen beobachten. Der Grund dafür ist höchstwahrscheinlich eine unregelmäßige Verteilung des Pulvers.

Die höhere Feuchtigkeit der Faserplatte verursacht einen größeren Durchmesser und eine höhere Spitze im Dichteprofil. Das stimmt mit den Beobachtungen von Wong et al. (1998) überein. Weiterer Einflussfaktor dieses Effektes, wie auch Boehme (1992) berichtet, war eine kurze Presszeit von etwa 5 s.

Zusammenfassung

Diese Untersuchungen wurden als ein Sub-Projekt der Dascanova-Technologie durchgeführt und zeigen, dass bei einer Produktion von Faserplatten ein Dichteunterschied von bis zu 80 % durch eine Kombination von geeigneten Klebstoffsystemen und bei entsprechender Matfeuchtigkeit erreichbar ist. Diese labortechnische Beobachtungen können aufgrund verschiedener zusätzlicher Faktoren in der Industrie nicht ohne Anpassungen in die Praxis übertragen werden. Diese Ergebnisse identifizieren und quantifizieren jedoch mehrere wesentliche Einflussparameter, die bei weiteren Sub-Projekten erfolgreich eingesetzt wurden.

Literaturverzeichnis

- Boehme C. (1992) Die Bedeutung des Rohdichteprofiles für MDF. Holz als Roh- und Werkstoff 50:18-24
- Buchholzer P. (1990) Einfluss verschiedener Verdichtungszeiten und Steuerprogramme auf die Eigenschaften von MDF-Platten. Holz als Roh- und Werkstoff 48:50
- Cai Z., Muehl J.H., Winandy J.E. (2006) Effects of panel density and mat moisture content on processing medium density fiberboard. Forest Products Journal 56(10):20-25
- Gruchot M. (2009) In-situ Untersuchungen des Rohprofils von Holzwerkstoffen am Beispiel von MDF. PhD Thesis, University Hamburg, 435pp
- Joscak T., Denesi M. (2010) Intelligent Density Arrangement for Wood Based Panels. Josef Umdasch Workshop, BOKU Vienna, November 15th, 2010
- Thoemen H., Ruf Ch. (2008) Measuring and simulation the effects of the pressing schedule on the density profile development in wood based composites. Wood and fiber Science 40(3):325-338
- Von Haas G., Frühwald A. (2000) Untersuchungen zum Verdichtungsverhalten von Faser-, Span- und OSB-Matten. Holz als Roh- und Werkstoff 58:317-323
- Wang S., Winistorfer P.M. (2000) Fundamentals of vertical density profile formation in wood composites. Part II. Methodology of vertical density formation under dynamic conditions. Wood and Fiber Science 32(2):220-238
- Wang S., Winistorfer P.M. (2002) Monitoring in-situ density change for in-process measurement and control of hot-pressing. Forest Products Journal 52(7/8):77-82
- Winandy J.E., Krzysik A.M. (2007) Thermal degradation of wood fibers during hot-pressing of MDF composites: Part I. Relative effects and benefits of thermal exposure. Wood and Fiber Science 39(3):450-461
- Wong E.D., Zhang M., Wang Q., Guangping H., Kawai S. (2000) Formation of the density profile and its effects on the properties of fiberboard. J Wood Sci 46:202-209
- Wong E.D., Zhang M., Wang Q., Kawai A. (1998) Effects of mat moisture content and press closing speed on the formation of density profile and properties of particleboard. J Wood Sci 44:287-295

Danksagung:

Dieser Artikel entstand mit freundlicher Unterstützung von Wood K plus, Linz, und der Universität für Bodenkultur (Boku) in Wien.
Für Unterstützung im experimentellen Teil der Arbeit bedanken sich die Autoren bei der Dynea Austria GmbH und der Kronospan Schweiz AG.
Für finanzielle Unterstützung des Projektes gilt der Dank der Tech2b GmbH, Linz, und dem Austria Wirtschaftsservice, Wien.

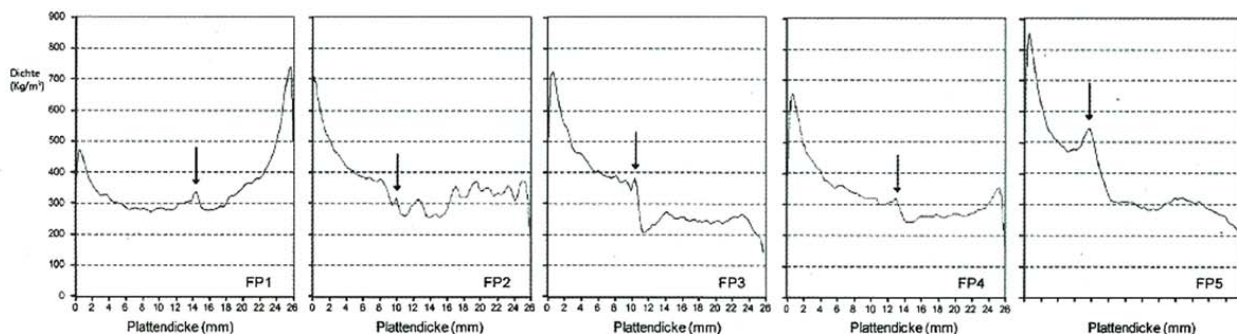


Abbildung 2 Vertikales Dichteprofil der untersuchten Faserplatten; der Pfeil identifiziert den Kupferdraht zwischen den Fasern und zeigt die Grenze zwischen der Referenz (links vom Pfeil) und der oberen Hälfte der Platte (rechts)