Trockenaufbereitung von Altpapier und Nutzung des erzeugten Altpapierfaserstoffes zur Herstellung von MDF

Tino Schulz, Ina Greiffenberg

Im Rahmen eines Kooperationsprojektes zwischen dem Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) und der Technischen Universität Dresden (Institut für Naturstofftechnik, Professur für Holztechnik und Faserwerkstofftechnik, Arbeitsgruppe Papiertechnik) sowie den Firmen Gotic GmbH und GKM Siebtechnik GmbH wurden Untersuchungen zur Trockenaufbereitung von bisher kaum genutzten Altpapiersortimenten und zur Nutzung der bei der Trockenaufbereitung entstehenden Altpapierfaserstoffe bei der Herstellung von MDF durchgeführt. Ziel war die Herstellung von weißen formaldehydarmen MDF, die eine Alternative für Architekten, Planer und Innenausbauer für den Innenbereich bieten sollen.

Schlüsselwörter: MDF, Altpapier, Wirbelstrommühle

Einleitung

Am Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) werden seit längerem Themen zur Nutzung trocken aufbereiteter Faserstoffe zur Herstellung von Karton und Papier bearbeitet. Im Zusammenhang mit der Forderung nach einer weiteren Reduzierung der Formaldehydemission bei Holzwerkstoffen wurden im Rahmen eines Kooperationsprojektes Untersuchungen zur Trockenaufbereitung von bisher kaum genutzten Altpapiersortimenten und zur Nutzung der bei der Trockenaufbereitung entstehenden Altpapierfaserstoffe bei der Herstellung von mitteldichten Faserplatten (MDF) durchgeführt. Partner im Projekt waren das IHD, die Technische Universität Dresden (Institut für Naturstofftechnik, Professur für Holztechnik und Faserwerkstofftechnik, Arbeitsgruppe Papiertechnik) sowie die Firmen Gotic GmbH und GKM Siebtechnik GmbH.
Im Projekt sollte geklärt werden, inwiefern diese bisher kaum genutzten Altpapiersortimente zur Herstellung von MDF geeignet sind und die Formaldehydemission damit hergestellter MDF im Vergleich zum Einsatz von Kiefernfaserstoff bei der MDF-Herstellung reduzierbar ist. Mit der aus Altpapier hergestellten hellen MDF soll Architekten, Planern und Innenausbauern eine Werkstoffalternative für den Innenbereich geboten werden.
Der Fokus der Arbeiten lag auf der Erarbeitung einer Trockenzerfaserungstechnologie zur Aufbereitung des Altpapieres sowie der Herstellung von MDF aus den trocken aufbereiteten Altpapierfasern.
Die Untersuchungen beinhalteten die Entwicklung und Auslegung einer Wirbelstrommühle sowie die Erprobung hinsichtlich der trockenen Zerfaserung des Altpapieres bei der Firma Gotic (Hersteller von Zerkleinerungstechnik). Im Weiteren erfolgten Tests zur trockenen Separierung der Feinstoffe bei der Firma GKM Siebtechnik.
Aus den Altpapierfaserstoffen wurden im Anschluss MDF gefertigt und auf ihre Eigenschaften geprüft.

Material und Methode

Material

Da eine Konkurrenzsituation zu in der Papierindustrie üblicherweise genutzten Altpapiersortimenten vermieden werden sollte, kamen als Rohstoffe bisher nicht wiederverwertete Altpapiersortimente zur Anwendung.
Zu diesen gehören nassfest ausgerüstete und folienkaschierte Papiere, insbesondere aber viele der sogenannten Spezialpapiere, auf die allein ca. 6 % der gesamten Papierproduktion in Deutschland entfallen. Sie werden üblicherweise als Rohpapier oder Rohkarton von Papier- bzw. Kartonfabriken bezogen und außerhalb der Papierindustrie weiterverarbeitet (beschichtete Papiere, Etiketten, Haftklebeprodukte u. ä. sowie Verbundmaterialien). Die genannten Produkte gelten überwiegend als schwer zerfaserbar, weil sie mittels der Nasszerfaserung als dem klassischen Verfahren zur Aufbereitung in der Papierindustrie nicht

© IHD, Dresden

Abb. 1: Altpapiersortimente (Lieferzustand)
Fig. 1: Waste paper assortments (delivery status)

wirtschaftlich rezykliert werden können. Eine trockene Zerfaserung sollte die Möglichkeit bieten, diese Rohstoffe energieeffizient aufzubereiten und den entstehenden Altpapierfaserstoff bei der MDF-Herstellung einsetzen zu können. Dies könnte letztlich der Ressourcenschonung und der Abfallvermeidung dienen.
Folgende Altpapiervarianten kamen bei den Untersuchungen zum Einsatz:

- Etikettenträgerpapier,
- Krepppapier nassfest weiß, 55 g/m²,
- Tapete mit kaschiertem Zellstoffvlies,
- Tapete mit Zellstoffvlies,
- Tropfdeckchenpapier (TDP) sowie
- Gegenzugpapier.

Die Papiersortimente wurden als Produktions- bzw. Verarbeitungsmuster von Herstellern bzw. Verarbeitern bezogen. Sie lagen in Form von Rollen (unterschiedliche Breiten) und Ballen (vorzerkleinertes Material) vor (Abb. 1).
Als Referenz diente der üblicherweise bei der MDF-Herstellung eingesetzte Kiefern-TMP (thermo-mechanical pulp). Die Herstellung des Kiefernfaserstoffes erfolgte in der Zerfaserungsanlage des IHD bei einem Aufschlussdruck von 8 bar bis 9 bar, einer Verweilzeit der Hackschnitzel im Kocher von 3 min bis 4 min und einem Mahlscheibenabstand von 0,14 mm bis 0,15 mm.
Als Klebstoff kam i. d. R. pMDI (polymeres Diphenylmethandiisocyanat) zum Einsatz. Für die Versuchsreihen mit Mischungen aus Altpapierfaserstoff und Kiefern-TMP kamen als Klebstoffe sowohl pMDI als auch ein Harnstoff-Formaldehyd-Harz (UF-Harz) zur Anwendung.

Aufbereitung des Altpapieres in der Wirbelstrommühle

Die Untersuchungen zur trockenen Zerfaserung der Altpapiere fanden im Technikum der Firma Gotic auf einer Horizontal-Wirbelstrommühle vom Typ GWH 400 statt.
Für die Aufbereitung des Altpapiers in der Wirbelstrommühle erwies sich eine Vorzerkleinerung des Altpapiers als notwendig. Dies erfolgte in einer Stiftmühle.
Die eigentliche Trockenzerfaserung in der Wirbelstrommühle fand unter Variation der Drehzahl im Bereich von 4.700 min^{-1} bis 7.300 min^{-1} statt. Die realisierten Aufbereitungsvarianten sind in Tab. 1 zusammengefasst:

Tab. 1: Aufbereitungsvarianten in der Wirbelstrommühle
Tab. 1: Processing variants in the horizontal turbo-mill

Rohstoff	Drehzahl in min^{-1}		
	4.700	6.000	7.300
Etikettenträgerpapier	X	X	X
Krepppapier nassfest weiß, 55 g/m²	X	X	X
Tapete mit kaschiertem Zellstoffvlies	X	X	
Tapete mit Zellstoffvlies	X		
Tropfdeckchenpapier		X	
Gegenzugpapier		X	

© IHD, Dresden

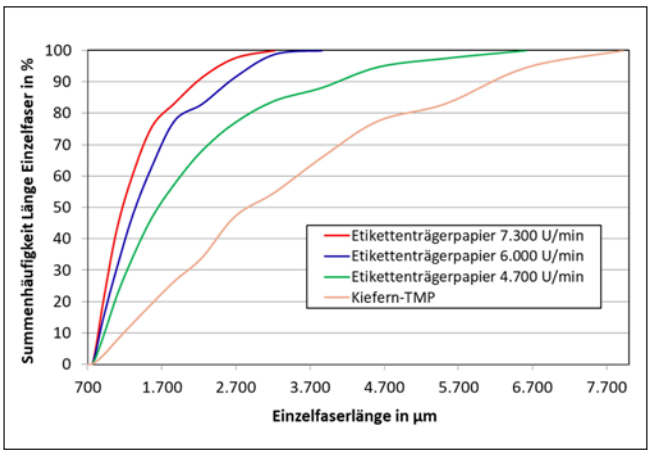

Abb. 2: Längenverteilung der Einzelfasern von in der Horizontal-Wirbelstrommühle aufbereitetem Etikettenträgerpapier (Referenz: Kiefern-TMP)

Fig. 2: Total frequency of single fibre length from label backing paper processed in the horizontal turbo-mill (reference: pine thermomechanical pulp (TMP))

Charakterisierung des aufbereiteten Altpapierfaserstoffes

Sowohl die Altpapierfasern als auch der Kiefern-TMP wurden im Anschluss an ihre Herstellung auf ihre Fasergeometrie (Länge, Breite) hin analysiert. Die Bewertung des Aufschlussergebnisses fand unter Berücksichtigung der Massenanteile der Partikeltypen (Staub, Einzelfaser und Faserbündel) sowie der Faserdimensionen (Faserlänge/-breite) statt. Die Ermittlung der Faserdimension erfolgte durch bildanalytische Auswertung mittels im Trockendisperger vereinzelter Fasern. Dafür war eine vorherige Abtrennung des Grobgutes notwendig, die durch Luftstrahlsiebung (Sieb 125 µm) realisiert wurde. Die Altpapierfasern wurden zusätzlich mittels Fibertester an der TU Dresden untersucht.

Ebenfalls wurde an den Faserstoffen die Schüttdichte bestimmt.

MDF-Herstellung

Unter Nutzung der in der Wirbelstrommühle erzeugten Altpapierfaserstoffe sowie von Kiefern-TMP als Referenz wurden im Technikum des IHD Untersuchungen zur Herstellung von MDF unter den in Tab. 2 aufgeführten Bedingungen realisiert. Als Variation zu den Standardvarianten mit 100 % Altpapier und 100 % Kiefern-TMP kamen Faserstoffmischungen von Altpapierfaserstoffen (Krepppapier und Tropfdeckchenpapier) jeweils mit Kiefern-TMP in 25-%-Abstufungen zur Anwendung. Die Mischungen wurden auf verschiedenen Wegen erzeugt. Im Refiner wurden Kiefernhackschnitzel gemeinsam mit vorzerkleinertem Altpapier zerfasert. Versuche in dieser Form wurden ebenfalls in der Wirbelstrommühle am IHD (GWH 250) realisiert. Hauptsächlich erfolgte das Mischen von Altpapierfaserstoff und Kiefern-TMP jedoch unmittelbar vor der Beleimung im Blender.

Neben der Rohstoffvariation erfolgten im Rahmen der Untersuchungen Variationen der Feuchte des Faserstoffes vor der Beleimung (8 %, 10 %, 12 %), des pMDI-Anteils bezogen auf atro (absolut trockenen) Faserstoff (3 %, 4 %, 5 %) sowie des Pressprogramms mit dem Ziel der Optimierung des Rohdichteprofils.

Abb. 3: In der Horizontal-Wirbelstrommühle aufbereitetes Etikettenträgerpapier (Drehzahl – oben: 4.700 min^{-1}, Mitte: 6.000 min^{-1}, unten: 7.300 min^{-1})

Fig. 3: Label backing paper processed in the horizontal turbo-mill (rotation speed – top: 4.700 min^{-1}, middle: 6.000 min^{-1}, bottom: 7.300 min^{-1})

Ebenfalls wurden bei der Firma GKM Siebtechnik Versuche unter Abtrennung der Feinanteile aus dem Altpapierfaserstoff durchgeführt.

Für die Untersuchungen zur Mischung von Altpapierfaserstoff und Kiefern-TMP wurde zusätzlich ein UF-Harz mit einem Anteil von 13 % eingesetzt.

© IHD, Dresden

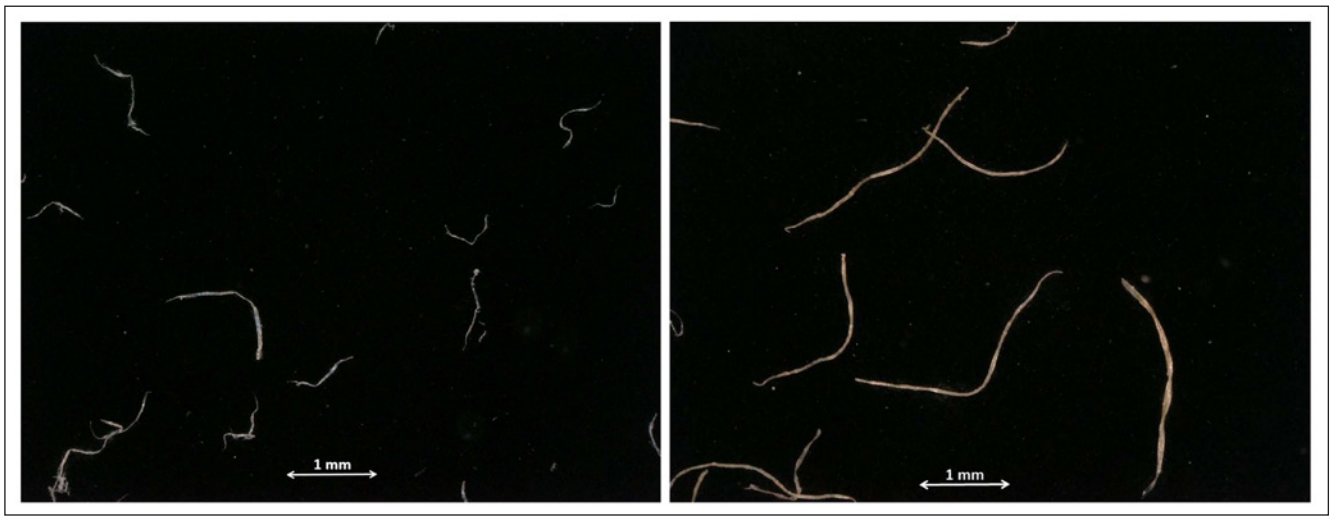

Abb. 4: Vergleich der Faserlänge von Etikettenträgerpapier (Aufschluss bei Drehzahl von 6.000 min^{-1}) (links) und Kiefern-TMP (rechts)
Fig. 4: Fibre length comparison of label backing paper (produced in the horizontal turbo-mill; rotation speed 6.000 min^{-1}) (left) and reference pine TMP (right)

Zusätzlich zur Standard-MDF-Variante mit einer Rohdichte von 750 kg/m³ und einer Dicke von 17,5 mm wurden MDF mit einer Rohdichte von 600 kg/m³ (gleiche Dicke) sowie MDF mit einer Rohdichte von 860 kg/m³ und einer Dicke von 4 mm hergestellt.

Charakterisierung der MDF

Im Anschluss an Herstellung, Konditionierung und Schleifen der MDF erfolgten der Prüfkörpereinschnitt und die Klimatisierung der Prüfkörper im Normalklima bei 20°C/ 65 % relativer Luftfeuchte bis zur Massekonstanz.
Folgende Eigenschaften wurden an den MDF ermittelt:

- Biegefestigkeit/Biege-E-Modul (*DIN EN 310,* 1993),
- Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene (Querzugfestigkeit) (*DIN EN 319,* 1993),
- Feuchtegehalt (*DIN EN 322,* 1993),
- Plattendicke (*DIN EN 325,* 2012),
- Dickenquellung nach 24 h Wasserlagerung (*DIN EN 317,* 1993),
- Rohdichte (*DIN EN 323,* 1993) sowie
- Rohdichteprofil senkrecht zur Plattenebene (*IHD-W 401,* 2020).

Tab. 2: Angaben zur Standard-MDF-Variante
Tab. 2: Standard MDF variant

Faserstoff	100 % Altpapier (Referenz: 100 % Kiefern-TMP)
Klebstoff	pMDI (polymeres Diphenylmethandiisocyanat)
Plattenaufbau	Einschichtig
Plattenformat	460 mm x 440 mm
Plattendicke	17,5 mm (geschliffen 16,0 mm)
Rohdichte	750 kg/m³
Klebstoffanteil	4 % (bezogen auf atro Faserstoff)
Beleimung	Blender
Vliesbildung	Manuell im Formkasten
Pressen	Taktpresse
Presstemperatur	220 °C
Pressensteuerung	Weg-Zeit
Presszeitfaktor	10 s/mm

Als Anforderung an die hergestellten MDF wurden die Vorgaben aus Tab. 3 der *DIN EN 622-5* (2010) für den Plattentyp MDF (Platten für allgemeine Zwecke zur Verwendung im Trockenbereich) für den Dickenbereich größer 12 mm bis 19 mm herangezogen.
Eine VOC-Bestimmung, die auch einen Wert für Formaldehyd liefert, wurde mittels modifizierter Gasanalyse (Gasanalyseapparatur gemäß *DIN EN ISO 12460-3* (2016), Analytik gemäß *DIN EN 16516* (2018)) durchgeführt.
An den gefertigten MDF erfolgten ebenfalls Untersuchungen zur Messung der Rauigkeit und der Oberflächentopografie gemäß *DIN EN ISO 4287* (2010) und *DIN EN ISO 4288* (1998) für Linienwerte und *DIN EN ISO 25178-2* (2012) für Flächenwerte.
Im Weiteren wurden am IHD Untersuchungen zur Beschichtung der Altpapier-MDF durchgeführt. Diese Versuche erfolgten vergleichend an einer Altpapier-MDF und an einer Kiefern-MDF mittels Digitaldruckverfahren auf einem Single-Pass-Digitaldrucker der Fa. Hymmen. Es wurden sowohl nicht vorbehandelte MDF und als auch vorbehandelte MDF beschichtet.

Ergebnisse

Aufbereitung des Altpapiers in der Wirbelstrommühle und Charakterisierung des Altpapierfaserstoffes

Die Machbarkeit einer Faserstoffaufbereitung der Altpapiersortimente in der Horizontal-Wirbelstrommühle konnte grundsätzlich nachgewiesen werden.

© IHD, Dresden

Abb. 5: Aus in der Wirbelstrommühle hergestelltem Altpapierfaserstoff gefertigte, pMDI-gebundene MDF (Rohdichte 750 kg/m³, Referenz Kiefer (oben))
Fig. 5: MDF made from waste paper fibres produced in the horizontal turbo-mill (density 750 kg/m³, reference pine TMP)

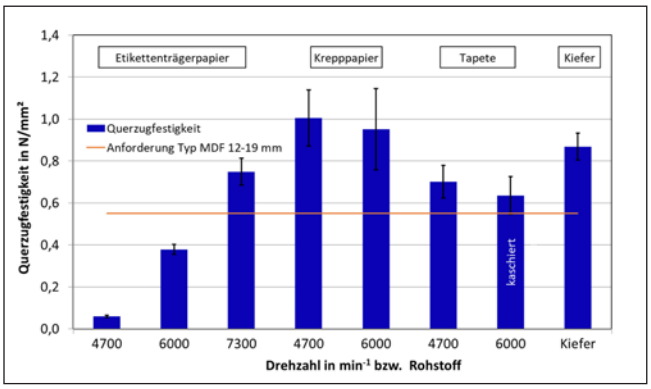

Abb. 7: Querzugfestigkeit von pMDI-gebundenen MDF (Rohdichte 750 kg/m³) aus Altpapier (Referenz Kiefern-TMP)
Fig. 7: Internal bond of pMDI-bonded MDF made from waste paper fibres and pine TMP (density 750 kg/m³)

Die in der Wirbelstrommühle erzeugten Faserstoffe wiesen dabei Unterschiede in ihrer Zusammensetzung und ihrer Optik in Abhängigkeit der Altpapiervariante und der eingestellten Drehzahl auf. Den größeren Einfluss auf die Faserstoffzusammensetzung (Grob-/Feinanteil) besaß die in der Wirbelstrommühle eingestellte Drehzahl.
Die Auswertung der Ergebnisse zeigte insbesondere beim Etikettenträgerpapier mit zunehmender Drehzahl eine deutliche Verminderung der Anteile an Faserbündeln bei gleichzeitiger Zunahme der Anteile an Einzelfasern und Staub (Abb. 2). Bei den beiden aus Krepppapier und Tapetenvlies hergestellten Faserstoffen trat dieser Zerfaserungseffekt nicht in dieser Deutlichkeit auf (bis auf die Anteile an Staub). Die Länge der Einzelfasern nahm mit zunehmender Drehzahl ab.
Beispielhaft sind in Abb. 3 die bei verschiedenen Drehzahlen hergestellten Faserstoffe von Etikettenträgerpapier dargestellt.
Im Vergleich zum Kiefern-TMP wiesen die Altpapierfasern geringere Faserlängen auf. Beispielhaft ist das in Abb. 4 für Etikettenträgerpapier dargestellt.
Die Schüttdichten der Altpapierfasern unterschieden sich nicht deutlich von der Schüttdichte von Kiefernfaserstoff (Referenz). An den Altpapierfaserstoffen wurden je nach Papiersorte und der in der Wirbelstrommühle eingestellten Drehzahl Schüttdichten zwischen 10,5 kg/m³ und 17,4 kg/m³ ermittelt. Der Kiefern-TMP wies eine Schüttdichte von 13,9 kg/m³ auf.

MDF-Herstellung und Eigenschaften der MDF

In Abb. 5 sind beispielhaft aus Altpapierfaserstoff erzeugte MDF (zzgl. Referenz aus Kiefern-TMP) dargestellt.
Im Folgenden werden einige der an den MDF ermittelten Eigenschaften erläutert.

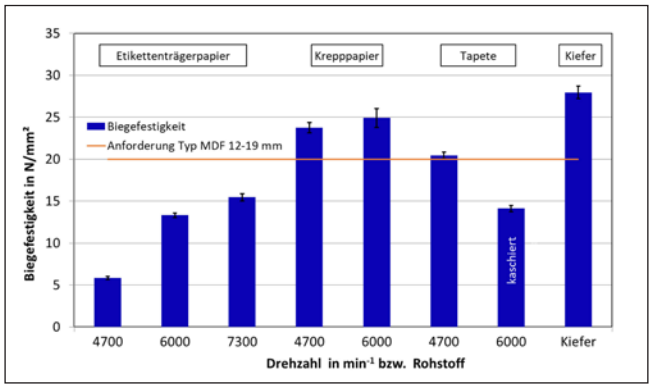

Abb. 6: Biegefestigkeit von pMDI-gebundenen MDF (Rohdichte 750 kg/m³) aus Altpapier (Referenz Kiefern-TMP)
Fig. 6: Bending strength of pMDI-bonded MDF made from waste paper fibres and pine TMP (density 750 kg/m³)

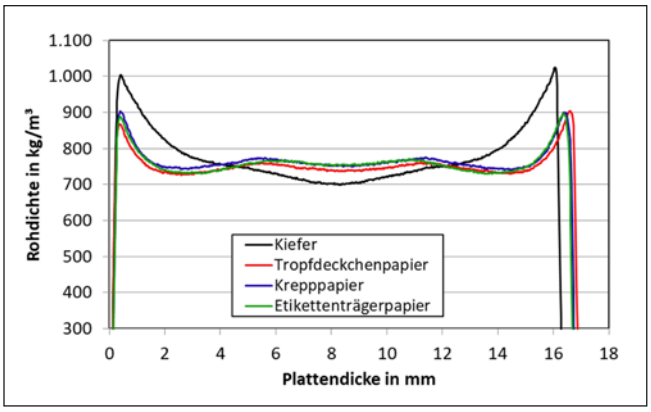

Abb. 8: Rohdichteprofile ausgewählter Varianten an Altpapier-MDF sowie einer Referenz aus Kiefern-TMP
Fig. 8: Density profile of MDF made from waste paper fibres and pine TMP

© IHD, Dresden

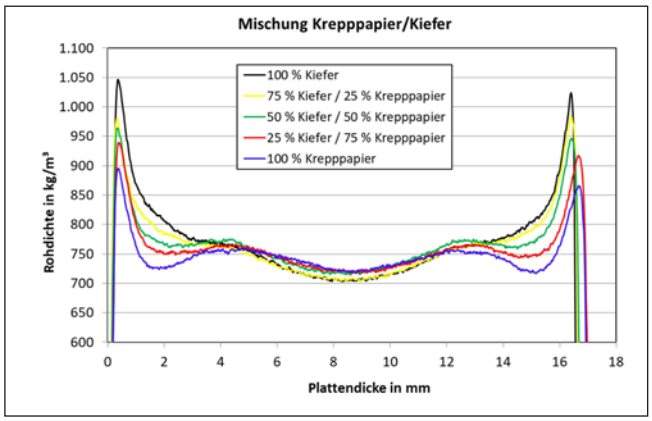

Abb. 9: Rohdichteprofile von MDF unter Einsatz von Faserstoffmischungen aus Altpapierfaserstoff und Kiefern-TMP

Fig. 9: Density profiles of MDF made from fibre mixtures from waste paper fibres and pine fibres

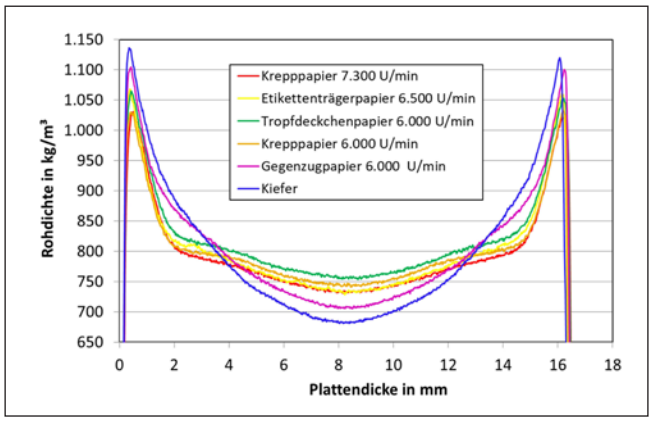

Abb. 11: Rohdichteprofile von Altpapier-MDF (Referenz MDF aus Kiefern-TMP) – Herstellung mit optimiertem Pressprogramm

Fig. 11: Density profile of MDF made from waste paper fibres and pine fibres (production with optimized press program)

Rohdichteprofil und Festigkeiten

Die mit einer Rohdichte von 600 kg/m³ gefertigten MDF (ohne Abbildung) erfüllten bis auf eine Ausnahme weder die Anforderungen an die Biegefestigkeit noch an die Querzugfestigkeit.

Hinsichtlich der MDF mit einer Rohdichte von 750 kg/m³ sind in Abb. 6 und Abb. 7 die Biege- und Querzugfestigkeiten einer Versuchsreihe unter Nutzung verschiedener Altpapiersorten und Kiefern-TMP als Referenz dargestellt. Bei den Altpapier-MDF erfüllte hinsichtlich der Biegefestigkeit nur die Variante mit Krepppapier den Anforderungswert von 20 N/mm². Generell lagen die Altpapier-MDF in ihren Biegefestigkeitswerten niedriger als die Referenz aus Kiefern-TMP. Hinsichtlich der Querzugfestigkeiten erfüllten die Altpapier-MDF den Anforderungswert von 0,55 N/mm² und erzielten zum Teil höhere Festigkeiten als die Kiefern-MDF. Ausnahme bildeten zwei Varianten an Etikettenträgerpapier. Hier ist davon auszugehen, dass die silikonhaltige Beschichtung des Papiers auch bei der Verarbeitung daraus hergestellter Faserstoffe zu einer verklebungsmindernden Wirkung führt.

Die Ursache für die geringeren Biegefestigkeiten der Altpapier-MDF (im Vergleich zur Referenz aus Kiefern-TMP) wurde im noch nicht optimierten Rohdichteprofil gesehen.

In Abb. 8 ist zu erkennen, dass in den Außenzonen der MDF die Rohdichte der Altpapier-MDF deutlich unter der Rohdichte der Referenz aus Kiefer liegt (Differenz ca. 100 kg/m³). Als Ursache dafür wird gesehen, dass die Altpapierfasern aufgrund ihrer größeren Feinheit im Vergleich zur Referenz aus Kiefern-TMP ein verändertes Verdichtungsverhalten während des Heißpressvorganges aufweisen.

Deutlich bestätigte sich dieses Ergebnis auch bei den aus einer Mischung von Altpapierfaserstoff und Kiefern-TMP gefertigten MDF (Abstufung in 25 % Schritten).

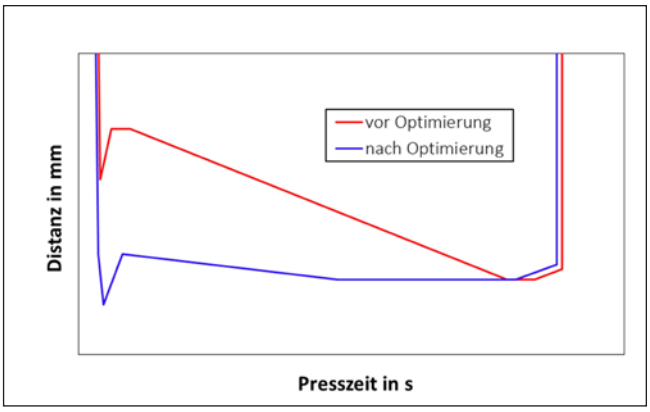

Abb. 10: Optimiertes Pressprogramm mit dem Ziel der Erhöhung der Rohdichte in den Außenzonen der Altpapier-MDF

Fig. 10: Optimized press program with the target of a density increase in the outer layers of the MDF

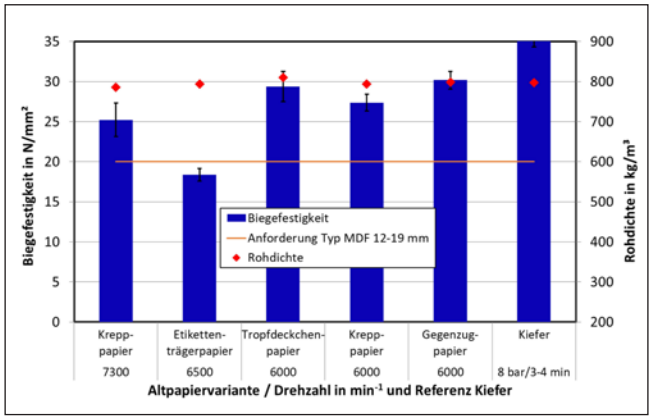

Abb. 12: Biegefestigkeit und Rohdichte von pMDI-gebundenen Altpapier-MDF (Referenz MDF aus Kiefern-TMP) – Herstellung mit optimiertem Pressprogramm

Fig. 12: Bending strength and density of pMDI-bonded MDF made from waste paper fibres and pine fibres (production with optimized press program)

© IHD, Dresden

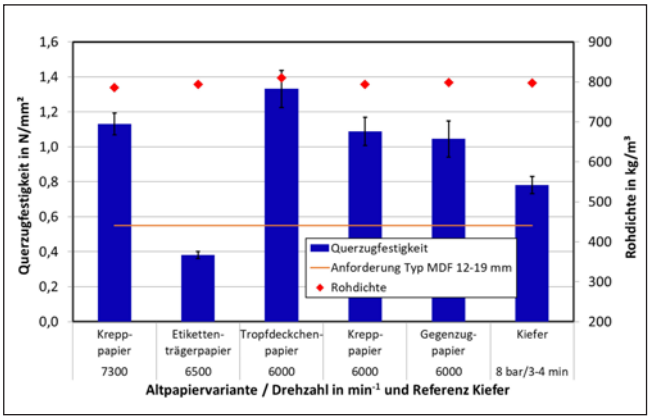

Abb. 13: Querzugfestigkeit und Rohdichte von pMDI-gebundenen Altpapier-MDF (Referenz MDF aus Kiefern-TMP) – Herstellung mit optimiertem Pressprogramm

Fig. 13: Internal bond and density of pMDI-bonded MDF made from waste paper fibres and pine (production with optimized press program)

Hier stiegen mit zunehmendem Anteil an Kiefern-TMP in der MDF die Rohdichten der Außenzonen an (Abb. 9).

Die an diesen MDF ermittelten Festigkeiten wiesen dann auch tendenziell bei Einsatz von pMDI als Klebstoff mit zunehmendem Anteil an Altpapierfaserstoff in der MDF eine Verringerung der Biegefestigkeitswerte auf. Die Querzugfestigkeitswerte erhöhten sich mit zunehmendem Anteil an Altpapierfaserstoff in der MDF.

Bei Einsatz von UF-Harz war im Gegensatz dazu mit zunehmendem Anteil an Altpapierfaserstoff in der MDF eine Verringerung sowohl der Biege- als auch der Querzugfestigkeitswerte festzustellen.

Mit dem Ziel, die Rohdichte in den Außenzonen der Altpapier-MDF zu erhöhen, wurden Untersuchungen zur Änderung des Pressprogramms durchgeführt.

Dabei erfolgten die Variationen des Weg-Zeit-Verlaufes zu Anfang des Pressvorganges und im mittleren Bereich, wobei bekanntermaßen die Rohdichte in den Außenzonen der MDF vorrangig zu Beginn des Pressvorganges ausgebildet wird.

Im Ergebnis der Untersuchungen wurde mit einem zu Beginn des Pressvorganges deutlich veränderten Pressprogramm (Abb. 10) das Ziel erreicht, die Rohdichte in den Außenzonen der Altpapier-MDF (Abb. 11) und damit die Biegefestigkeiten bei gleichzeitiger Einhaltung der an die Querzugfestigkeit bestehenden Anforderungswerte zu erhöhen (Abb. 12 und Abb. 13).

Oberflächenrauigkeit und -topografie

Die Untersuchungen zur Oberflächenrauigkeit und -topografie wurden an Altpapier-MDF vor und nach der Rohdichteprofiloptimierung sowie an Kiefern-MDF als Referenz realisiert. Die Untersuchungen bestätigten die Verbesserungen in der Ausbildung der Oberflächenqualität (Absenkung der mittleren Rautiefewerte) aufgrund der Erhöhung der Rohdichte in den Außenzonen der MDF (Abb. 14).

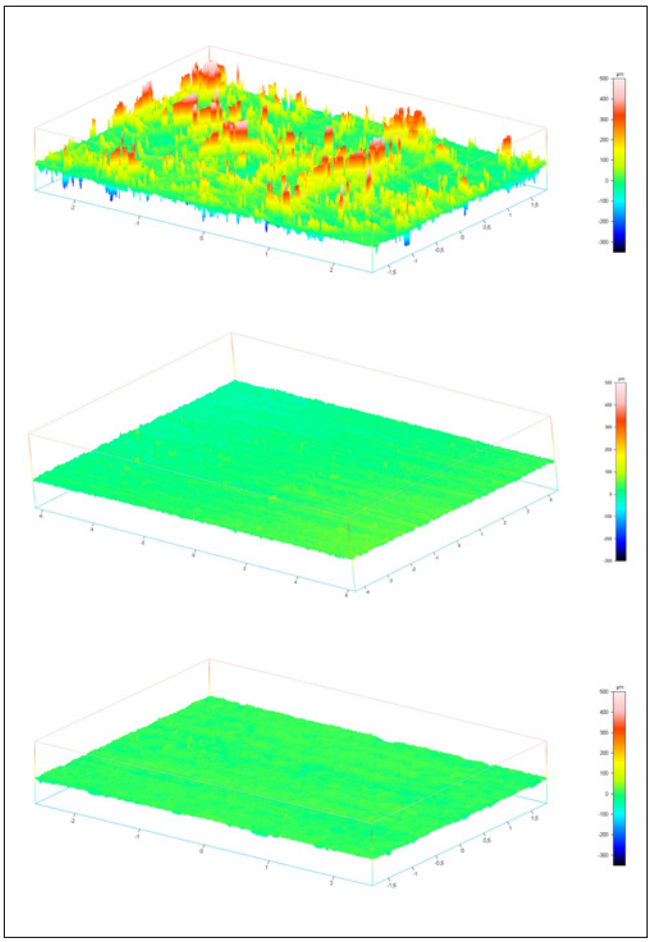

Abb. 14: Oberflächenrauigkeit von MDF (oben: Krepppapier vor Rohdichteprofiloptimierung, Mitte: Krepppapier nach Rohdichteprofiloptimierung, unten: Referenz Kiefer)

Fig. 14: Surface roughness of MDF made from waste paper fibres and pine fibres (top: crepe paper before density optimization of the press program, middle: crepe paper after density optimization of the press program, bottom: reference pine)

Beschichtung der MDF

Die Versuche zur Beschichtung der MDF zeigten, dass die Altpapier-MDF im Vergleich zur Kiefern-MDF Vorteile in Bezug auf die Beschichtbarkeit aufweisen. Prinzipiell eignet sich der hohe Weißgrad der MDF aus Altpapier für eine sehr gute Farbwiedergabe des Dekor-Direktdruckes (Abb. 15). Hier wird ein großes Einsparpotenzial in Bezug auf die üblicherweise notwendige Vorbehandlung des Untergrundes (MDF) gesehen. Derartig neue, deutlich hellere MDF-Produkte können die Möglichkeiten z. B. für den Möbel- und Innenausbau maßgeblich erweitern.

Herstellung von hochdichten Faserplatten (HDF)

Ein mögliches Anwendungsgebiet für die hellen MDF ist die Nutzung als Rückwand und Schubkastenboden im Möbelbau. Für diese Anwendungsfälle werden i. d. R. sehr dünne hochdichte Faserplatten (HDF) mit Rohdichten über 850 kg/m³ hergestellt.

Für die Untersuchungen wurden entsprechend HDF in den

© IHD, Dresden

Abb. 15: Direktdruck-Ahorn-Dekor auf Kiefern-MDF (links) und Altpapier-MDF (rechts) ohne Vorbereitung des Druckgrundes
Fig. 15: Direct printing of maple decor on MDF made from pine (left) and waste paper (right) without preparation of the print substrate

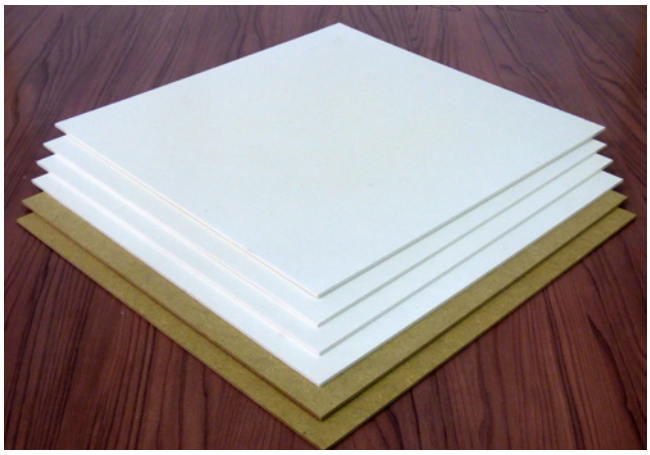

Abb. 16: Aus Altpapierfaserstoffen hergestellte hochdichte MDF (HDF) mit einer Rohdichte von 860 kg/m³ und einer Dicke von 3 mm (unten: Referenz Kiefer)
Fig. 16: MDF made from waste paper fibres (produced in the horizontal turbo-mill) with high density of 860 kg/m³ and thickness of 3 mm (down: reference pine)

Abmessungen 460 mm x 440 mm, einer Dicke von 4,0 mm (geschliffen 3,0 mm) sowie einer Rohdichte von 860 kg/m³ gefertigt (Abb. 16). Der Heißpressvorgang fand bei einer Presstemperatur von 220 °C und einem Presszeitfaktor von 10 s/mm Plattendicke statt.
Die gefertigten HDF wurden den oben erwähnten Prüfungen unterzogen. Die Prüfungen ergaben niedrigere Biegefestigkeiten bei den Altpapier-MDF (im Vergleich zur Referenz aus Kiefer) und höhere Querzugfestigkeiten.
Generell wurden von diesen Altpapier-MDF die Anforderungswerte an die Festigkeiten gemäß *DIN EN 622-5* (2010) eingehalten.

Formaldehydabgabe
Mit der mittels modifizierter Gasanalyse durchgeführten Messung der Formaldehydabgabe galt es zu prüfen, inwiefern Unterschiede zwischen den Varianten aus 100 % Altpapier und 100 % Kiefern-TMP nachweisbar sind. Die Verleimung dieser MDF gilt aufgrund des Einsatzes von pMDI als formaldehydfrei. Insofern konnte Formaldehyd nur aus dem Fasermaterial emittieren.
Zu beachten ist bei Einsatz von Altpapieren, dass diese nicht zwangsläufig frei von Formaldehyd sind. In Abhängigkeit von u. a. der Zusammensetzung der Altpapiere, der eingesetzten Holzarten und des Aufschlussverfahrens können diese unterschiedliche Anteile an Formaldehyd enthalten.
Im Rahmen der Untersuchungen wurde u. a. eine Variante MDF aus Etikettenträgerpapierfaserstoff auf die Formaldehydabgabe überprüft. Im Vergleich zur MDF aus Kiefern-TMP mit einer Formaldehydkonzentration von 17,5 µg/m³ wies die MDF aus Altpapier nur noch eine Konzentration von 8 µg/m³ auf, was darauf hinweist, dass durch den Einsatz dieser Altpapiervariante die Formaldehydabgabe aus der MDF weiter reduziert werden konnte.

Weiterentwicklung der Wirbelstrommühle

Im Rahmen des durchgeführten Projektes wurde bei der Firma Gotic die horizontale Wirbelstrommühle weiterentwickelt bzw. ein neues Zerfaserungsaggregat konstruiert. Die neue Wirbelstrommühle GWH 1200 weist nun einen Durchmesser von 1.200 mm (statt 400 mm bei GWH 400) auf.
Der Durchsatz des Aggregates liegt bei dem ca. 4- bis 6-fachen der GWH 400. Hinsichtlich der Tonnage pro Stunde bedeutet das ca. 0,8 t/h bis 2,5 t/h. Diese Werte tragen orientierenden Charakter, da sie von verschiedenen Faktoren wie der Papierart, den Inhaltsstoffen der Papiere, der Vorzerkleinerung, dem gewünschten Zerfaserungsgrad und der Art der Beschickung abhängig sind.

Zusammenfassung

Im Rahmen der Untersuchungen wurden unterschiedliche, bisher nicht genutzte Altpapiersortimente nach Trockenaufschluss in einer Horizontal-Wirbelstrommühle zur Herstellung von MDF eingesetzt. Der Aufschluss der Altpapiere in der Wirbelstrommühle erfolgte unter Variation der Drehzahl. Die Untersuchungen zeigten, dass ein Aufschluss der Altpapiere in der Wirbelstrommühle zu Faserqualitäten führt, die bei der MDF-Herstellung einsetzbar sind.
Erwartungsgemäß wiesen die Altpapierfasern kürzere Faserlängen als die Referenz aus Kiefern-TMP auf, was zu niedrigeren Biegefestigkeitswerten der gefertigten MDF führte. Durch Optimierungen hinsichtlich des Pressprogrammes konnte das Rohdichteprofil der MDF dahingehend verändert werden, dass in den Außenzonen der MDF höhere Rohdichten erzielt wurden. Dies führte zu einer Erhöhung der Biegefestigkeitswerte (bei gleichzeitiger Einhaltung der Anforderungen an die Querzugfestigkeit), so dass im Ergebnis der Untersuchungen die Altpapier-MDF die Festigkeitsanforderungen gemäß *DIN EN 622-5* (2010) (Plattentyp MDF) erfüllten.

© IHD, Dresden

Bezüglich der MDF unter Nutzung von Mischungen aus Altpapierfaserstoff und Kiefern-TMP fiel die Entwicklung der Festigkeiten in Abhängigkeit von den eingesetzten Klebstoffen unterschiedlich aus. Bei Einsatz von pMDI verringerten sich die Biegefestigkeiten mit zunehmendem Anteil an Altpapierfaserstoff in der MDF, die Querzugfestigkeitswerte erhöhten sich. Bei Einsatz von UF-Harz war mit zunehmendem Anteil an Altpapierfaserstoff in der MDF eine Verringerung sowohl der Biege- als auch der Querzugfestigkeitswerte festzustellen. Die Messungen der Formaldehydabgabe zeigten eine Reduzierung der Werte bei den MDF aus Altpapier im Vergleich zur MDF aus Kiefern-TMP.
Erste Versuche zur Beschichtung der MDF ergaben eine Reduzierung hinsichtlich des Aufwandes für die Vorbehandlung der MDF bei den aus Altpapierfaserstoff gefertigten MDF im Vergleich zur Variante aus Kiefern-TMP.

Danksagung

Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Programms „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)“ unter dem Förderkennzeichen FKZ: ZF4183608CM/ZF4100909CM6/ZF4306001CM6/ZF4306201CM6 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

ABSTRACT

Dry processing of waste paper and the use of the processed waste paper for the production of MDF

In the course of a cooperation project between the Institut für Holztechnik Dresden (IHD) and the Technische Universität Dresden (Institute for Natural Materials Technology, Chair of Wood Technology and Fibre Materials Technology, Paper Technology Group) and the companies Gotic GmbH and GKM Siebtechnik GmbH, investigations were carried out on the dry pulping of hitherto scarcely used waste paper assortments and on the use of the recovered fibres in the production of MDF. The aim was the development of white MDF with low formaldehyde emission, which will offer an alternative for architects, planners and interior designers in the field of indoor applications.

Keywords: *Waste paper, MDF, horizontal turbo-mill*

Literatur

DIN EN 310 (1993) Holzwerkstoffe – Bestimmung des Biege-Elastizitätsmoduls und der Biegefestigkeit

DIN EN 317 (1993) Spanplatten und Faserplatten – Bestimmung der Dickenquellung nach Wasserlagerung

DIN EN 319 (1993) Spanplatten und Faserplatten – Bestimmung der Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene

DIN EN 322 (1993) Holzwerkstoffe – Bestimmung des Feuchtegehaltes

DIN EN 323 (1993) Holzwerkstoffe – Bestimmung der Rohdichte

DIN EN 325 (2012) Holzwerkstoffe – Bestimmung der Maße der Prüfkörper

DIN EN 622-5 (2010) Faserplatten – Anforderungen – Teil 5: Anforderungen an Platten nach dem Trockenverfahren (MDF)

DIN EN 16516 (2018) Bauprodukte – Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft

DIN EN ISO 4287 (2010) Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit

DIN EN ISO 4288 (1998) Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit

DIN EN ISO 12460-3 (2016) Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 3: Gasanalyse-Verfahren

DIN EN ISO 25178-2 (2012) Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft – Teil 2: Begriffe und Oberflächen-Kenngrößen

IHD-W 401 (2020) Bestimmung des Rohdichteprofils senkrecht zur Plattenebene. IHD-Werksnorm

Autoren

Dipl.-Ing. Tino Schulz absolvierte nach einer Berufsausbildung zum Tischler mit Abitur von 1988 bis 1993 ein Studium im Studiengang „Verfahrenstechnik“, Studienrichtung „Holz- und Faserwerkstofftechnik“ an der Technischen Universität Dresden. Nach Beendigung des Studiums arbeitete er bis 2001 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Holz- und Faserwerkstofftechnik an der TU Dresden. Seit 2001 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD), Zellescher Weg 24, 01217 Dresden, im Ressort „Werkstoffe“ tätig.
tino.schulz@ihd-dresden.de

Dipl.-Ing. Ina Greiffenberg studierte von 1990 bis 1995 an der Technischen Universität Dresden Verfahrenstechnik mit der Vertiefungsrichtung „Papiertechnik“. Nach langjähriger Tätigkeit bei einem namhaften Laminatfußbodenhersteller kam sie 2010 als wissenschaftliche Mitarbeiterin an ihre ehemalige Ausbildungsstätte zurück, wo sie bis 2018 tätig war. Seit Mai 2018 verstärkt Greiffenberg das Team der Abteilung „Funktionale Oberflächen“ an der Papiertechnischen Stiftung (PTS) in Heidenau, wo ihr die Leitung des Streichtechnikums obliegt.

© IHD, Dresden