

Verfahrenstechnologische Maßnahmen zur Verbesserung der Bindungseigenschaften von Holzfasern und Verminderung der Emissionen daraus hergestellter mitteldichter Faserplatten (MDF)

Förderung:	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) und den Internationalen Verein für Technische Holzfragen (IVTH)
Förderkennzeichen	15573 N/1
Laufzeit:	01.03.2008 – 31.08.2010
Forschungsstelle:	Fraunhofer-Institut für Holzforschung -Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI) -
Projektleiterin:	Dr. Brigitte Dix

Ausgangssituation

Für die Herstellung von mitteldichten Faserplatten (MDF) werden Holzhackschnitzel in einem Kocher meist bei Temperaturen von etwa 160 °C bis 180 °C aufgeschlossen und darauf folgend ebenfalls bei hoher Temperatur in einem Defibrator (Refiner) mechanisch zerfasert. Bei dieser thermomechanischen Behandlung (TMP-Verfahren) erfährt das Holz morphologische, physikalische und chemische Veränderungen. Die chemischen Veränderungen während des Holzaufschlusses und bei der anschließenden Zerfaserung des Holzes führen zur Bildung von flüchtigen organischen Verbindungen wie z.B. Ameisen- und Essigsäure. Ferner kommt es zu einem Teilaufbau in den Hauptbestandteilen (Cellulose, Hemicellulose und Lignin) zu niedermolekularen Verbindungen wie Mono- und Disaccharide, Formaldehyd und Furfural.

Die Abbauprodukte des Holzes wirken sich auf die Faser-zu-Faser-Bindung sowie Emissionen von MDF aus. Neben dem Holz können auch die bei der Herstellung von MDF eingesetzten Bindemittel direkt oder indirekt durch Wechselwirkung mit dem Holz zur Emission an Formaldehyd und weiteren flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) beitragen.

Ziel

Das Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Rolle der wasserlöslichen niedermolekularen Abbauprodukte auf die Verleimbarkeit der Fasern mit verschiedenen Bindemitteln zu untersuchen sowie eine mögliche negative Wirkung der Abbauprodukte auf die Faser-zu-Faser-Bindung und Emissionen von MDF zu verringern. Zur Erreichung des Forschungsziels wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Anhebung des pH-Werts der Holzhackschnitzel beim Holzaufschluss in den schwach alkalischen pH-Bereich, um den thermohydrolytischen Abbau der Holzsubstanz zu verringern.
- Waschen der Fasern vor dem Beileimen, um die niedermolekularen Holzabbauprodukte zu entfernen und die Zugänglichkeit der Fasern gegenüber den Bindemitteln zu verbessern.

Durchführung

Im Vorhaben wurde Kiefern- und Buchenholz thermomechanisch unter schwach sauren Bedingungen (TMP-Verfahren) sowie unter schwach alkalischen Bedingungen chemo-thermomechanisch (CTMP-Verfahren, Aufschlusschemikalien: 0,5 % NaOH/1 % Na₂SO₃ bezogen auf atro Holz) zu Fasern aufgeschlossen. Ein Teil der hergestellten Fasern wurde mit Wasser bzw. einer 1 %igen Harnstofflösung (pH-Wert 6,9) gewaschen. Aus den ungewaschenen sowie gewaschenen Fasern wurden mitteldichte Faserplatten mit Harnstoffformaldehydharz (UF-Harz), Phenolformaldehydharz (PF-Harz) und polymerem Diisocyanat (pMDI) als Bindemittel hergestellt und deren mechanischen und hygri-schen Eigenschaften sowie Emissionen an Formaldehyd und weiteren flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) ermittelt.

Ergebnisse

Das Waschen der Fasern beeinflusste die Fasereigenschaften wie folgt:

- Etwa 4 % wasserlösliche Abbauprodukte der TMP und CTMP wurden durch das Waschen mit Wasser und etwa 5 % durch das Waschen mit der Harnstofflösung entfernt.
- Die ungewaschenen TMP sowie CTMP emittierten vor allem Essigsäure in nennenswerten Mengen, die Emission an Essigsäure war bei den CTMP deutlich höher als bei den TMP.
- Der pH-Wert der kaltwässrigen Extrakte der TMP und CTMP nahm durch das Waschen zu, was auf die Entfernung der flüchtigen Säuren (insbesondere Essigsäure) zurückzuführen war. Das Waschen mit der Harnstofflösung verminderte die Emission an Essigsäure stärker als das Waschen mit Wasser.
- Aus dem TMP wurden mit Wasser deutlich mehr Monosaccharide sowie Cellobiose gewaschen als aus dem CTMP. Dies deutet darauf, dass der CTMP-Aufschluss schonender war als der TMP-Aufschluss.
- Die ungewaschenen Fasern enthielten im Allgemeinen mehr lösliche Ligninabbauprodukte als die gewaschenen Fasern. Mit der Harnstofflösung wurden mehr Ligninspaltprodukte ausgewaschen als mit Wasser.
- Die Formaldehydabgabe der ungewaschenen und gewaschenen CTMP war niedriger als die der TMP.
- Die Formaldehydabgabe wurde durch das Waschen der Fasern vermindert. Das Waschen der Fasern mit der Harnstofflösung verminderte die Formaldehydabgabe stärker als das Waschen mit Wasser.

Die Eigenschaften der MDF wurden durch den chemo-thermomechanischen Aufschluss und das Waschen der Fasern folgendermaßen beeinflusst:

- Die MDF aus CTMP wiesen im Allgemeinen höhere Festigkeiten auf als MDF aus TMP (Bild 1) sowie eine höhere Emission an Essigsäure.

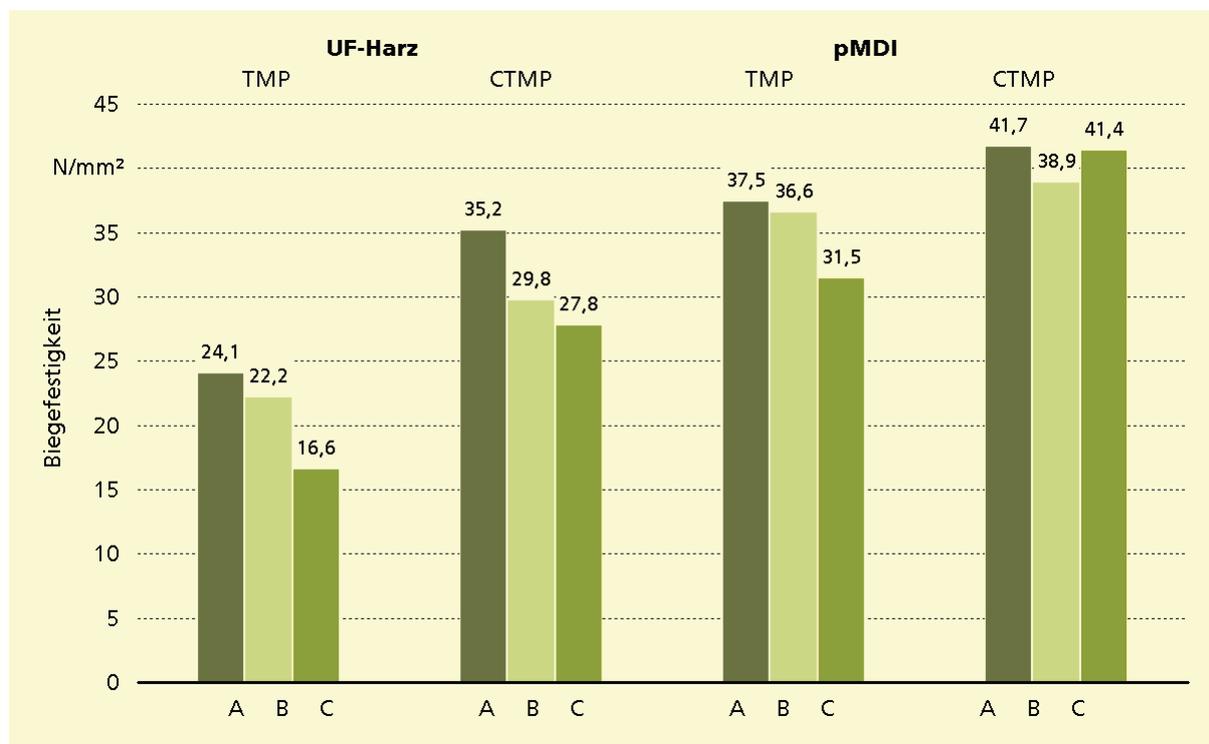


Bild 1: Biegefestigkeit von mit UF-Harz sowie Bindemittel auf Basis von pMDI gebundenen MDF aus Kiefern-TMP und -CTMP Fasern ungewaschenen (A) und gewaschenen (B: Wasser, C: Harnstofflösung)

- Bei den mit UF-Harz gebundenen MDF wirkte sich das Waschen der TMP durch die Anhebung des pH-Werts und die Entfernung der flüchtigen organischen Säuren überwiegend negativ auf die Aushärtung und die Aushärtungsgeschwindigkeit und damit auf die mechanischen Platteneigenschaften aus. Bei den UF-Harz-gebundenen MDF aus CTMP war der negative Einfluss des Waschens der Fasern deutlich weniger ausgeprägt als bei den MDF aus TMP.
- Bei den PF-Harz-gebundenen MDF wirkte sich das Waschen der Fasern größtenteils fördernd auf die mechanischen Platteneigenschaften aus.
- Die Formaldehydabgabe und die Emission an flüchtigen Säuren (Ameisen-, Essigsäure) der mit UF-Harz, PF-Harz und pMDI gebundenen MDF wurden durch das Waschen der Fasern mit Wasser und - meistens noch signifikanter - mit der Harnstofflösung reduziert (Bild 2).

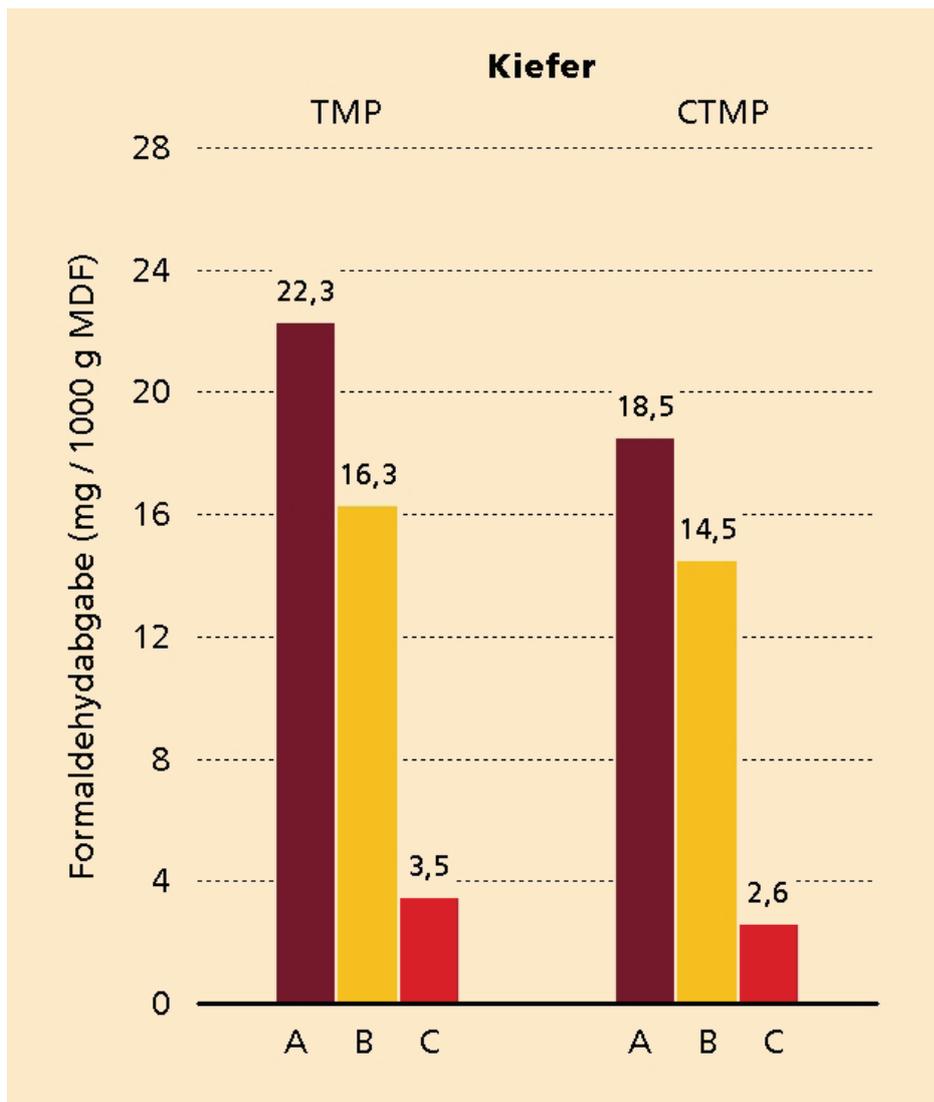


Bild 2: Formaldehydabgabe (Flaschen-Methode, 3 h) von UF-Harz-gebundenen MDF aus Kiefernfasern
Fasern ungewaschenen (A) und gewaschenen (B: Wasser, C: Harnstofflösung)

- Das Waschen der Buchen-TMP und -CTMP mit Wasser und noch deutlicher mit der Harnstofflösung verminderte bei den UF-, PF- und pMDI-gebundenen MDF überwiegend die Emissionen an VVOC und VOC (insbesondere an Essigsäure) (Bild 3).

- Bei den MDF aus Kiefern-TMP und -CTMP veränderte das Waschen der Faserstoffe die Emissionen unterschiedlich.
- Bei MDF aus Kiefernholz wurde durch das Waschen der Fasern die Emission an höhermolekularen Aldehyden (z.B. Hexanal) teilweise erhöht.

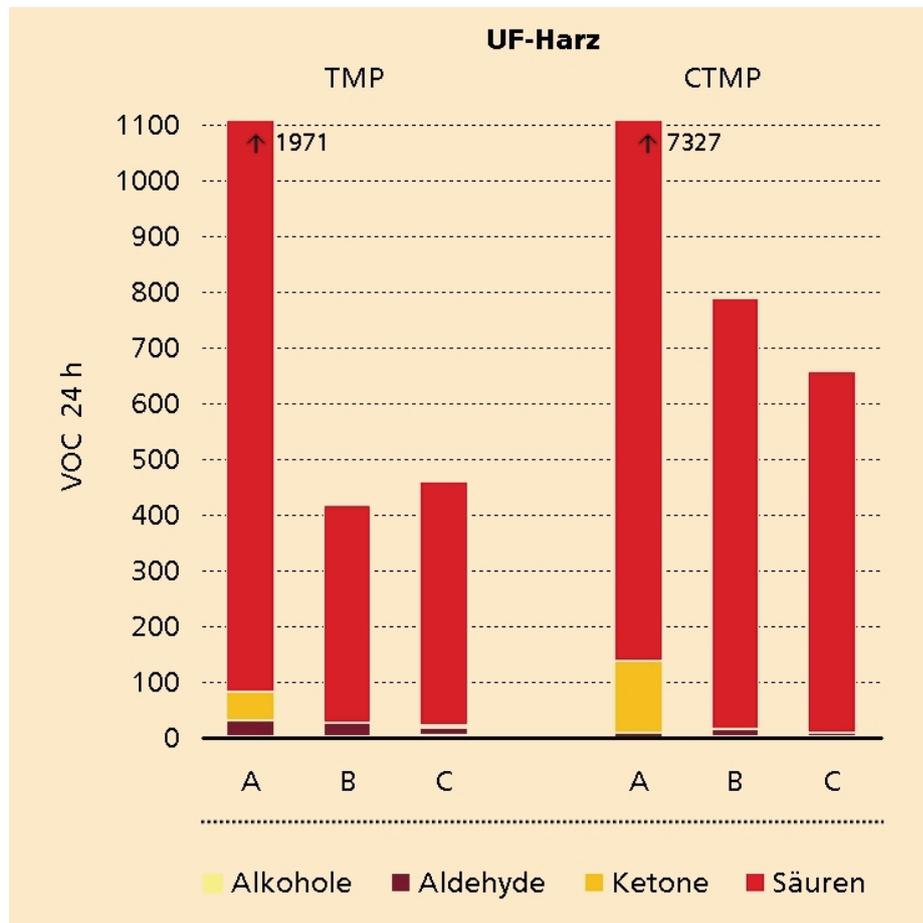


Bild 3: Konzentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) an VOC (in Substanzklassen zusammengefasst) von UF-Harzgebundenen MDF aus Buchen-TMP und -CTMP nach 24 h in der 1m^3 -Prüfkammer Fasern ungewaschenen (A) und gewaschenen (B: Wasser, C: Harnstofflösung)

Folgende Varianten führten zu MDF mit hohen Festigkeiten und niedrigen Emissionen (Konzentration aller gemessener VOC in der 1m^3 -Prüfkammer $< 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$) :

Klebstoff	Holzart	Aufschlussverfahren	Behandlung
UF-Harz	Kiefer	CTMP	Waschen mit Wasser
PF-Harz	Kiefer	CTMP	ungewaschen
			Waschen mit Wasser
			Waschen mit Harnstofflösung (1 Gew.-%)
pMDI	Kiefer, Buche	TMP, CTMP	ungewaschen
			Waschen mit Wasser
			Waschen mit Harnstofflösung (1 Gew.-%)

Das Forschungsvorhaben 15573 N/1 der Forschungsvereinigung Internationaler Verein für Technische Holzfragen e.V. wurde über die AIF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Der vollständige Bericht kann bestellt werden bei:
Internationaler Verein für Technische Holzfragen e.V.
Bienroder Weg 54 E, 38108 Braunschweig