

Kurzdarstellungen

Untersuchungen zur prinzipiellen Verwendbarkeit von Cellulosederivaten (CD) als Klebstoff in der Holzwerkstoffindustrie (Studie)

Projektleiter: Dr. rer. nat. Detlef Krug
 Bearbeiter: Dr. rer. nat. Sebastian Weidlich
 Dipl.-Ing. (FH) Björn Lilie
 Förderinstitution: BMELV/FNR

Ausgangssituation und Problemstellung

Die Aufgabenstellung der Studie beinhaltet die Erprobung der prinzipiellen Möglichkeiten des Einsatzes von Cellulosederivaten (CD) als alternative Klebstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe zur Verklebung von Holz sowie als Bindemittel bei der Herstellung von Holzwerkstoffen. Klebstoffe bilden einen essentiellen Bestandteil von Holzwerkstoffen. Sie bestimmen die Anwendungseigenschaften, sind Kostenfaktoren und tragen über ihre Reaktivität zur Produktivität der Fertigungsanlagen bei. Mehr als 85 % der Holzwerkstoffe werden mit Harnstoff-Formaldehyd- (UF) bzw. melaminverstärkten Harnstoff-Formaldehydharzen (mUF) produziert. Diese Klebstoffe sind technisch ausgereift, preisgünstig und inzwischen optimal an die jeweiligen Anforderungen angepasst.

Mitte 2004 wurde durch die Neueinschätzung der International Agency for Research on Cancer (IARC), einem Teilbereich der World Health Organization (WHO), festgestellt, dass Formaldehyd als „krebserregend beim Menschen anzusehen sei“ /IARC 2004/. Das Committee for Risk Assessment (RAC) der European Chemical Agency (ECHA) hat eine Neueinstufung von Formaldehyd vorgeschlagen, nach der Formaldehyd als krebserregend (Karzinogenität Kategorie 1B nach CLP) und erbgutschädigend (Keimzellmutagenität Kategorie 2 nach CLP) eingestuft werden soll. Bei Inkrafttreten der RAC-Empfehlung ist die TA Luft in Deutschland für die Herstellung der Holzwerkstoffe zu beachten. In der TA Luft ist derzeit der Summenwert der Massenkonzentration von organischen Stoffen entsprechend der Klasse I auf 20 mg/m^3 begrenzt. Dieser Grenzwert ist bei kanzerogenen Stoffen auf 1 mg/m^3 in der Abluft zu senken, was eine Herstellung von Holzwerkstoffen quasi unmöglich machen würde.

Daher sind Lösungen zur Klebstoffentwicklung gefragt, um perspektivisch in Deutschland und Westeuropa weiterhin Holzwerkstoffe herstellen zu

können. Eine ökonomisch und technisch akzeptable Alternative zum UF-Klebstoff steht aktuell nicht zur Verfügung.

Als alternative Bindemittel für die Holzindustrie eignen sich grundsätzlich natürliche lösliche Polymere, die sich entweder thermisch oder durch Umsetzung mit einer reaktiven Komponente in eine unlösliche Form umwandeln lassen /Krug 2007; Krug, Tobisch 2010/.

Versuche im IHD zum Einsatz kationisierter Cellulosederivate als Leitfähigkeitsadditive zeigten, dass sich diese Substanzen auch auf weitere Werkstoffeigenschaften positiv auswirken können. So wurde festgestellt, dass bereits eine Dosierung von 2-4 % CMC (Feststoff bezogen auf trockenes Holz) zu einer Verbesserung der Werkstoffeigenschaften führt /Lilie et al. 2008/.

Ziel und Lösungsweg

Ziel war es, die bei der Produktion von Holzwerkstoffen eingesetzten, auf fossilen Rohstoffen basierenden, Klebstoffe durch neue Klebstofftypen aus nachwachsenden Rohstoffen zu substituieren bzw. zu ergänzen.

Die Untersuchungen zur Anwendbarkeit von Klebstoffen auf Basis von Cellulose und ihren Derivaten umfassten folgende Schwerpunkte:

1. Qualifizierung und Testung geeigneter, kommerziell nutzbare Cellulosederivate als Klebstoffe für Holzwerkstoffe

Nach Recherchen waren folgende Cellulosederivatverbindungen verfügbar:

Carboxymethylcellulose (CMC), Hydroxyethylcellulose (HEC), Methylcellulose (MC).

Den ersten beiden Vertretern an Cellulosederivaten ist gemein, dass sie eine ausreichende Funktionalität aufweisen, um ohne weitere Umsetzungen oder Modifizierungen mit Additiven zu reagieren. Methylcellulose (MC) konnte die angestrebte Reaktivität nicht nachweisen. Eine Methyletherfunktion

ist eher unreaktiv und muss (z. B. durch die Zugabe von Lewis-Säuren) aktiviert werden, um bestimmte Umsetzungen zuzulassen.

2. Testung von Vernetzungsmöglichkeiten von Cellulosederivaten durch Zugabe eines reaktiven Additivs (z. B. Glyoxal)

Allen auf Cellulose basierenden technischen Produkten ist gemein, dass sie kein einheitliches Substitutionsmuster aufweisen, sondern unregelmäßig funktionalisiert sind. Es konnte nur empirisch ermittelt werden, ob und wie Vernetzungsmöglichkeiten zu Verklebungen führen, die den üblicherweise an Holzwerkstoffe gestellten Anforderungen entsprechen.

Durch eine Verarbeitung der ausgewählten Cellulosederivate (CD) mit labortechnischen und industrieanalogen Methoden konnte deren Eignung für einen Einsatz in der Holzwerkstoffindustrie unter Berücksichtigung notwendiger Änderungen in der Produktionstechnologie abgeschätzt werden.

Ergebnisse und Ausblick

Die ABES-Versuche belegen, dass die Cellulosederivat-Vorzugsvariante „HEC-Gly“ ein enormes Klebstoffpotenzial aufweist. Die Zugkräfte liegen im Vergleich zu üblicherweise eingesetztem UF-Harz-Klebstoff in einem ähnlichen Bereich [Weidlich et al. 2013]. Daraus schlussfolgernd wird angenommen, dass bei geeigneter Prozessführung mit Cellulosederivaten auch partikelförmige Holzwerkstoffe verklebt werden können, die hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften den üblichen Anforderungen an Platten für eine Verwendung im Innenbereich entsprechen.

Allerdings resultieren sowohl aus einer bislang noch nicht zufriedenstellenden, inhomogenen Verteilung der Cellulosederivate auf den Spänen bzw. Fasern sowie aus den relativ niedrigen Feststoffgehalten der Rezepturen (aus denen dann hohe Feuchtegehalte der beleimten Partikel folgen) technologische Herausforderungen, von deren Lösung ein erfolgreicher Einsatz der Cellulosederivate als Holzwerkstoffbindemittel abhängen wird.

Orientierende Vorversuche zur Flächenverklebung bei der Herstellung lagenförmiger Holzwerkstoffe (u. a. Massivholz- und Tischlerplatten) unter Einsatz von Rezepturen auf Cellulosederivatbasis stellen ebenfalls eine Eignung derartiger Werkstoffe für eine Verwendung im Trockenbereich in Aussicht. Solche Werkstoffe könnten sowohl für Anwendungen im Möbel- als auch im Innenausbau die bisher mit formaldehydhaltigen Harzen verklebten Platten kurzfristig ersetzen.

Weiterführende Arbeiten werden sich mit der gezielten Steuerung der Aushärtereaktion und Quantifizierung der dazu notwendigen Prozessparameter beschäftigen. Wie im Fall der industrieüblich eingesetzten ami-

noplastischen Klebharze ist eine Anpassung der Aushärtereaktion an die rheologischen Eigenschaften des Ausgangsmaterials (Faserstoff oder Späne) und alle weiteren Prozessparameter (Applikation der Klebstoffe, Trocknungsvorgänge, Liegezeiten zwischen Streuung und Presse) notwendig, um Werkstoffe mit den gewünschten Eigenschaften zu erhalten.

Es ist vorgesehen, die Untersuchungen in einem technologisch orientierten Folgeprojekt unter Einbeziehung interessierter Industriepartner fortzusetzen. Dabei sollen verschiedene, entsprechend vernetzte Cellulosederivate zur Partikelverklebung bei der Herstellung von Span- und Faserplatten, zur Flächenverklebung bei der Herstellung von Massivholz-, Tischler- und Sperrholzplatten sowie zur Beschichtung von Spanplatten mit Furnieren eingesetzt werden. Neben den beschriebenen notwendigen technologischen Anpassungen ist einer umfassenden Charakterisierung der Werkstoffe und Materialien mit dem Schwerpunkt der Ermittlung der Arbeitsplatzbelastung mit gefährlichen Substanzen (ECHA) besondere Bedeutung beizumessen.

Literatur

IARC 2004: IARC classifies Formaldehyde as carcinogenic to humans. International Agency for Research on Cancer. Press release nr. 153, 15.06.2004

Krug, D. 2007: Bindemittel auf Naturstoffbasis für die Holzindustrie – Derzeitiger Stand der Technik und künftige Entwicklungsmöglichkeiten, Symposium Holz Innovativ – Innovative Holzwerkstoffe für neue Anwendungen, Rosenheim, 18./19. April 2007, Tagungsband

Krug, D.; Tobisch, S. 2010: Einsatz von Proteinen als Bindemittel für Holzwerkstoffe. European Journal of Wood and Wood Products (Holz als Roh- und Werkstoff) 68, S. 289–301

Lilie, B.; Krug, D.; Gedan-Smolka, M.; Taeger, A. 2008: Spannungsbogen. IHD entwickelt pulverlackierbare HWS-Formteile. MDF&Co-Magazin, Supplement aus Holz-Zbl. und HK, S. 73–76

Weidlich, S.; Krug, D.; Lilie, B. 2013. Untersuchungen zur prinzipiellen Verwendbarkeit von Cellulosederivaten (CD) als Klebstoff in der Holzwerkstoffherstellung. 10. Holzwerkstoffkolloquium, 12.–13. Dezember 2013, IHD Dresden, Tagungsband S. 75–86



Abb. 1: Dreilagige Massivholzplatten aus Fichtenholz, Qualität SWP/1 (Verwendung im Trockenbereich), unter Verwendung des Cellulosederivat-Klebstoffs HEC-GLY für die Lagen- und Fugenverklebung