

Hans-Jörg Gusovius, Ralf Pecenka, Thomas Hoffmann, Ljubomir Radosavljevic und Christian Fürll

Biologische Bindemittel für die Herstellung von Faserwerkstoffplatten aus konserviertem Hanf

Auf der Grundlage einer neuen Bereitstellungs- und Verarbeitungstechnologie können Faserpflanzen in einer Pilotanlage zu Faserwerkstoffplatten verarbeitet werden. Ein wesentlicher Untersuchungsgegenstand ist die Substitution der synthetischen Bindemittel, wobei vor allem der Einsatz von Rest- und Nebenprodukten aus anderen Verarbeitungsverfahren geprüft wurde. Die Ergebnisse zeigen neben ökologischen Vorteilen, dass sich auf diese Weise Werkstoffe entsprechend der geltenden Normen für die mechanische Stabilität herstellen lassen.

Schlüsselwörter

Hanffasern, Konservierung, Aufbereitung, natürliche Bindemittel, Faserwerkstoffplatte

Keywords

Hemp, fibres, fibreboard, silage, natural binders

Abstract

Gusovius, Hans-Jörg; Pecenka, Ralf; Hoffmann, Thomas; Radosavljevic, Ljubomir and Fürll, Christian

Biobased binders for the production of fibre boards made of wet preserved hemp

Landtechnik 64 (2009), no. 4, pp. 281 - 283, 6 figures, 11 references

A novel technology for the supply and processing of fibrous biomass has been developed and a pilot plant was installed for fibre board production. The raw material is gained through anaerobic storage of wet harvested and chopped whole hemp plants. One of the main research issues are investigations to replace harmful synthetic binder. Rest- or by-product from other processing procedures should be utilized as an ecologic as well as economic viable alternative.

The results show that fibre boards glued with such binders can be manufactured which fit within the requirements according German standards for mechanical stability.

Abb. 1



Feucht konservierte Hanfganzpflanzen in einem Siloschlauch
Fig. 1: Wet preserved hemp as a raw material for fibre board production

Am Leibniz Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. wurde eine neuartige Technologie zur Bereitstellung und Verarbeitung von Naturfasermaterialien entwickelt sowie in einer Pilotanlage zur Herstellung von Faserwerkstoffen umgesetzt [5; 7; 8]. Hanfpflanzen werden feldfrisch mit einem Exakthäcksler geerntet und anschließend unter anaeroben Bedingungen eingelagert [10] (**Abbildung 1**). Der unter diesen Bedingungen konservierte Rohstoff wird in der Pilotanlage durch Doppelschnecken-Extruder, Scheibenmühle und Trockner zu einem Faserstoff verarbeitet. Nach der anschließenden Bindemittelzugabe erfolgen die aerodynamische Vlieslegung und die Werkstoffherstellung in einer Heißpresse. Sowohl diese einfachen Faserwerkstoffplatten, als auch komplexere dreidimensionale Produkte können u.a. im Baustoffbereich, in der Möbelindustrie oder auch im Fahrzeugbau angewendet werden (**Abbildung 2**).

Abb. 2



Produktbeispiele, hergestellt in der Pilotanlage
 Fig. 2: Product samples of fibre boards

Hinsichtlich der Optimierung problematischer Verarbeitungsschritte konnte in bisherigen Forschungsarbeiten bereits eine Verbesserung der Bindemittelverteilung in losen Faserstoffen erreicht werden [1; 2; 8]. Zur Substitution konventioneller Phenol-Formaldehyd-Verbindungen wurde der Einsatz von natürlichen Bindemitteln geprüft [4].

Material und Methoden

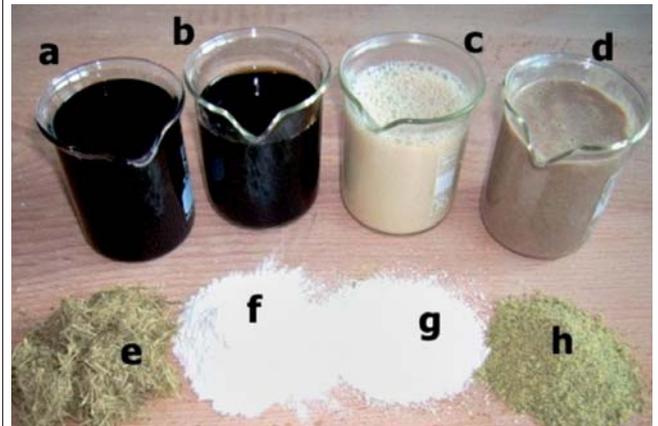
Für die experimentellen Versuche wurde ein Faserstoffgemisch aus 60 % des aufbereiteten Hanfkonservates und 40 % Nadelholz verwendet. Vergleichende Untersuchungen erfolgten mit reinem Hanffaser- bzw. Holzfaserstoff. Folgende Bindemittel kamen zum Einsatz (**Abbildung 3**):

- pflanzenbasierte Stärke-Produkte,
- Rapspresskuchen, als Nebenprodukt der Rapsölproduktion,
- Lösung aus Poly-Milchsäure (PLA) und Glukose, als Zwischenprodukt der PLA-Herstellung,
- pflanzliche Restmaterialien aus demselben Verfahren (basierend auf Roggen) und
- Phenol-Formaldehyd (PF) als Basisvariante.

Weitere Probekörper wurden ohne Bindemittel hergestellt. Die Applikation und gleichmäßige Verteilung der Bindemittel mit dem Faserstoff erfolgte mittels eines ebenfalls im ATB entwickelten Belem-Mischers (**Abbildung 4**). Dieser ist dadurch gekennzeichnet, dass durch die zielgerichtete Einstellung der wesentlichen Verfahrensparameter (Drehzahl und Anordnung der Mischelemente, Auswahl der Sprühdüsen und deren Betriebsgrößen) eine optimale Verteilung des Bindemittels erreicht werden kann [11].

Neben anderen Kennwerten dient vor allem die Biegefestigkeit als wesentliches Qualitätskriterium für Faserwerkstoffplatten. Diese wurde unter Verwendung einer Materialprüfmaschine (Zwick Z010) ermittelt, wobei die Bedingungen der DIN EN 310 [3] galten. Die Probekörper wiesen die Dimensionen 300 x 50 x 10 mm auf. Als Vergleichsbasis für die Bewertung der Versuche dienen die für hochfeste Faserwerkstoffplatten (HDF)

Abb. 3



Verwendete Materialien: a) Phenol-Formaldehyd, b) PLA-Zwischenprodukt, c) und d) Pflanzenreste aus der PLA-Produktion, e) Faserstoff, f) Stärke, g) Cellulose, h) Rapspresskuchen

Fig. 3: Used materials: a) Phenol resin, b) PLA semi product, c) and d) plant rests of glucose production, e) fibres, f) starch, g) cellulose, h) rape pressed cakes

Abb. 4



Belem-Mischer, Pilotanlage des Leibniz-Instituts für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB)

Fig. 4: Mixing machine for binder application at pilot plant of Leibniz-Institute of Agricultural Engineering Potsdam-Bornim e. V. (ATB)

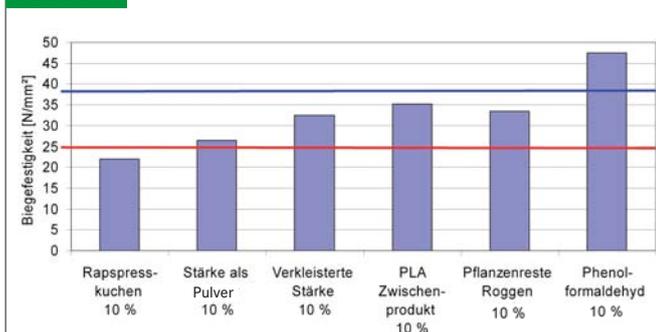
vorgegebenen Anforderungswerte für die Biegefestigkeit nach DIN EN 622-2 [6] in normalen Anwendungen sowie für höherwertige Platten in feuchter Anwendungsumgebung.

Ergebnisse

Alle untersuchten bio-basierten Bindemittel mit Ausnahme von Rapspresskuchen ermöglichen die Herstellung von Werkstoffen, die den Anforderungen der DIN von mindestens 25 N/mm² genügen (**Abbildung 5**). Biegefestigkeiten oberhalb dieses Wertes wurden an allen Faserwerkstoffmustern mit einem Bindemittel auf Stärkebasis gemessen, wobei die Kombination mit Zuckern (PLA-Zwischenprodukt) zu den besten Ergebnissen führt. Normwerte für anspruchsvolle Anwendungen konnten nicht erreicht werden.

Die ermittelten Werte der Festigkeitsuntersuchungen wurden gleichermaßen mit den Ergebnissen der Pressversuche ohne

Abb. 5



Biegefestigkeit von Faserwerkstoffplatten mit unterschiedlichen Bindemitteln (Rohstoff: Hanffaserstoff und Holzfasernstoff im Verhältnis 6:4, Dichte 1140 kg/m^3 , Dicke 10 mm)

— Mindestanforderung entsprechend DIN EN 622-2 für HDF-Faserwerkstoffplatten in gewöhnlichen Anwendungen in trockener Umgebung

— Mindestanforderung für höherwertige Platten in Konstruktionsanwendungen in feuchter Umgebung

Fig. 5: The bending strength of natural fibre boards with different binders (material: hemp silage mixed with wooden fibres 6:4, density 1140 kg/m^3 , thickness 10 mm)

— Minimal required strength towards EN 622-2 for HDF boards for common purposes in dry area

— Minimal required strength for highly reliable boards for construction purposes in moist area

Bindemittelzusatz sowie der Testreihe mit reinen Faserstoffen (100 % Hanfkonservat bzw. 100 % Holzfasern) unter Zusatz von Phenol-Formaldehyd verglichen (Abbildung 6). Es zeigt sich, dass Werkstoffe auf der Basis von Hanfkonservat gegenüber solchen aus Holzfasern sowohl ohne Bindemittel als auch bei reduziertem synthetischen Bindemittelaufwand höhere mechanische Kennwerte aufweisen.

Schlussfolgerungen

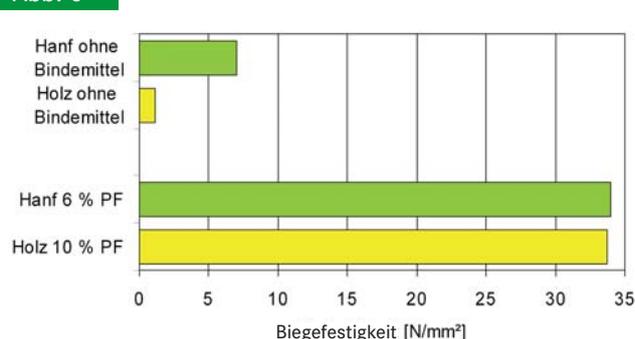
Die Ergebnisse zeigen, dass Faserwerkstoffplatten, die aus Hanfkonservat und unter Verwendung natürlicher Bindemittel in der Pilotanlage des ATB hergestellt werden, die mechanischen Eigenschaften von konventionellen Produkten erreichen können. Beim Einsatz von konventionellen Bindemitteln ist eine Reduktion deren Aufwandmenge von bis zu 40 % möglich, wenn der Faserstoff aus Hanfkonservat anstatt aus Holz gewonnen wird.

Werden Platten ohne Verwendung von Bindemitteln hergestellt, weisen die Probekörper auf Basis von Hanfkonservat bessere mechanische Eigenschaften auf als diejenigen aus Holzfasern. Die in dem feucht konservierten Hanf auch nach der Lagerung vorhandenen Substanzen aus Blättern, Blüten, Samen und anderen Nichtfaser-Bestandteilen ermöglichen zusätzliche Bindungseigenschaften oder polymerisieren möglicherweise während des Pressverfahrens.

Literatur

- [1] Klauditz, W. und Meinecke, E.: Über die physikalischen und technischen Vorgänge bei der Beileimung und Verleimung von Holzspänen bei der Herstellung von Holzspanplatten, Westdeutscher Verlag, Köln, 1962
- [2] May, H.-A.: Entwicklungsarbeiten zur Verbesserung des Wirkungsgrades

Abb. 6



Biegefestigkeit von Faserwerkstoffplatten, hergestellt aus reinem Hanfkonservat- bzw. Holzfasernstoff (Dichte 790 kg/m^3 , Dicke 10 mm, Presszeit 6 min., ohne bzw. mit Phenol-Formaldehyd Bindemittel)

Fig. 6: The bending strength of fibre boards made of hemp and wood fibres (thickness 10 mm, density 790 kg/m^3 , pressing time 6 min., binder PF resin or no PF resin)

der Beileimung von Spänen in industriellen Beileimungsmaschinen bei der Holzspanplattenherstellung. Dissertation an der Technischen Universität Braunschweig, Braunschweig, 1973

- [3] DIN EN 310, Holzwerkstoffe; Bestimmung des Biege-Elastizitätsmoduls und der Biegefestigkeit. Ausgabe:1993-08, Beuth-Verlag, Berlin, 1993
- [4] Müller, M.: Möglichkeiten der Herstellung stärkegebundener lignocellulose Formkörper als Variante dämmender, biologisch abbaubarer Werkstoffe. Dissertation an der Technischen Universität Dresden, Dresden, 1997
- [5] Ernte, Konservierung und Erstverarbeitung von Hanf aus einer Feuchtgutlinie. Forschungsbericht des ATB Potsdam-Bornim, Institut für Agrartechnik Bornim e. V. (ATB), (2000/3)
- [6] DIN EN 622-2, Faserplatten - Anforderungen; Ausgabe:2003-09, Beuth-Verlag GmbH, Berlin, 2003
- [7] Füll, Ch. et al: Verfahren zur Aufbereitung von Naturfaserpflanzen. Patent DE 103 463 658, (2005)
- [8] Pecenka, R., Füll, Ch., Idler, Ch. und Radosavljevic, L.: A Novel Technology for the Processing of Wet Preserved Natural Fibre Plants from Agriculture. Im Tagungsband zum XVIth CIGR World Congress, Bonn 03.-07.09. (2006)
- [9] Radosavljevic, L.: Natural fibre boards: method of binder spreading to achieve a high quality products; XVI CIGR world congress, 2006. Bonn, Germany, Book of Abstracts, p.609, (2006)
- [10] Pecenka, R., Idler, Ch., Grundmann, P., Füll, Ch. und Gusovius, H.-J.: Tube ensiling of hemp – Initial practical experience. Agrartechnische Forschung (Agricultural Engineering Research) 13 (1): 15-26, (2007)
- [11] Radosavljevic, L., Hoffmann, T., Pecenka, R. und Füll, Ch.: Mathematical model of the binder application for the production of fibre boards. 2nd International Conference on Innovative Natural Fibre Composites for Industrial Applications, 15.04.2009-18.04.2009. Rom, (2009)

Autoren

Dr. Hans-Jörg Gusovius ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung im Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim, E-Mail: hgusovius@atb-potsdam.de

Dr.-Ing. Ralf Pecenka ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung im Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, E-Mail: rpecenka@atb-potsdam.de

Dr. rer. agr. Thomas Hoffmann ist Leiter der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung im Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, E-Mail: thoffmann@atb-potsdam.de

Ljubomir Radosavljevic und **Prof. Dr.-Ing habil. Christian Füll** waren Mitarbeiter der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung im Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, E-Mail: cfuerll@atb-potsdam.de