

Proteinleim zur Herstellung formaldehydarmer Holzwerkstoffe

Glue from protein to make low-formaldehyde wood-based materials

Projektleiter

Project leader:

Andreas Weber

Fördermittelgeber

Co-funded by:

BMWK (INNO-KOM)

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Bei der Herstellung von Holzwerkstoffen dominieren, trotz der Neueinstufung von Formaldehyd als krebserregender Stoff, Harnstoff-Formaldehyd- (UF) bzw. melaminverstärkte Harnstoff-Formaldehydharze (mUF). Formaldehydfreie Alternativen für Partikelwerkstoffe sind vorrangig polymere Diphenylmethan-4,4-Diisocyanate (PMDI). Diese können jedoch von den Herstellern nicht in ausreichender Menge bereitgestellt werden. Andere Produkte wie Acrylate, PVAc-Dispersionen, Epoxide oder Polyamine werden von den Holzwerkstoffherstellern als weniger wirtschaftlich, schlechter verarbeitbar oder noch nicht praxistauglich eingeschätzt.

In den letzten Jahren haben mehrere Holzwerkstoffhersteller angekündigt, zumindest einen Teil ihrer Produktion auf biobasierte Bindemittelsysteme umzustellen, und dies teilweise mit Nachhaltigkeitsanleihen verknüpft. Dies forciert die Entwicklung alternativer formaldehydfreier Bindemittel, vor allem naturstoffbasierter Bindemittelsysteme, für die Herstellung von Span- und Faserplatten. Projektgegenstand war die Entwicklung neuer proteinbasierter, formaldehydfreier Bindemittelsysteme unter Anwendung verschiedener Proteine (Soja, Weizen, Mais, Raps) zur Herstellung emissionsarmer Holzwerkstoffe, insbesondere Spanplatten und MDF. Neben den Proteinisolaten wurden auch preiswertere Reststoffe wie Rapskuchen oder Maisquellwasser in die Untersuchungen einbezogen. Einen Schwerpunkt bildete die Evaluierung von Applikations-

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

Despite the reclassification of formaldehyde as a carcinogenic substance, urea-formaldehyde (UF) or melamine-reinforced urea-formaldehyde resins (mUF) dominate in the production of wood-based materials. Formaldehyde-free alternatives for particle materials are primarily polymeric diphenylmethane-4,4-diisocyanates (PMDI). However, these cannot be provided by manufacturers in sufficient quantities. Other products such as acrylates, PVAc dispersions, epoxides or polyamines are considered by wood-based material manufacturers to be less economical, less processable or not yet suitable for practical use.

In recent years, several wood-based panel manufacturers have announced that they would switch at least part of their production to bio-based binder systems, and in some cases have linked this to promises to sustainability commitments. This is putting pressure on the development of alternative formaldehyde-free binders, especially natural substance-based binder systems, for the production of particleboard and fibreboard. The goal of the project was the development of new protein-based, formaldehyde-free binder systems using various proteins (soy, wheat, maize, rapeseed) for the production of low-emission wood-based materials, especially particleboard and MDF. In addition to protein isolates, less expensive residues such as rapeseed cake or corn steep liquor were also included in the investigations. One focus was the evaluation of application techniques for adding the new binders and

techniken zur Zugabe der neuen Bindemittel und von Fertigungstechnologien für Holzwerkstoffe mit Protein basierten Bindemitteln.

Ziel war es, durch Anpassung der Rezepturen und Vernetzer geeignete technologische Einstellungen zu finden. Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes lag in der Entwicklung von Bindemittelrezepturen mit Vernetzern, da nur so eine Verbesserung der physikalisch-mechanischen und chemischen Platteigenschaften bei teilweise verkürzten Presszeitfaktoren erwartet werden konnte.

VORGEHENSWEISE

Im Werkstoff-Technikum des IHD wurden ein- und dreischichtige Spanplatten sowie MDF unter Anwendung verschiedener Proteine (Soja, Casein, Weizen-, Raps-, Erbsen- und Maisprotein) hergestellt. Die Versuche erfolgten unter Variation von Rezeptur, Plattenaufbau, Plattendicke und -rohdicke sowie wichtigen technologischen Herstellungsbedingungen (Feuchtegehalt vor dem Pressen, Presszeit, Presstemperatur).

of production technologies for wood-based materials with protein-based binders.

The goal was to identify suitable technological settings by adaptation of the formulations and crosslinkers. Another focus of the project was on developing binder formulations with crosslinkers, as only this allowed to expect an improvement in the physical-mechanical and chemical board properties with partly shortened pressing time factors.

APPROACH

In the Technical Laboratory at the IHD, single-layer and three-layer particleboards as well as MDF were produced using different proteins (soy, casein, wheat, rapeseed, pea and maize protein). The tests were carried out by varying the recipe, board structure, board thickness and raw density as well as important technological manufacturing conditions (moisture content before pressing, pressing time, pressing temperature).

ERGEBNISSE

Die Herstellung proteingebundener Holzwerkstoffe war möglich, vorteilhaft sind dabei höhere Feuchten der Partikel vor dem Heißpressen. Diese und die niedrigen Feststoffgehalte verursachen allerdings im Verhältnis zu UF-Harzen deutlich längere Presszeiten.

Mit Weizenprotein konnten Spanplatten hergestellt werden, die dem Typ P2 nach EN 312 entsprechen. Überraschend niedrig war die Dickenquellung nach 24 Stunden Wasserlagerung bei Verwendung von WP 1 und 25 % Klebstoffanteil (Abb. 1). Das vergleichend geprüfte System WP 2 konnte zwar einfacher und besser gelöst werden, die Eigenschaften der hergestellten Platten waren aber unzureichend.

Der Einsatz von Vernetzern führt zu einer Eigenschaftsverbesserung und stellt eine Presszeitverkürzung in Aussicht. Die Platten mit Vernetzer 10 ergaben bei PZF 10 s/mm und einer ausreichenden Bindemittelmenge gute Ergebnisse, die im Bereich der Normanforderung an P2-Platten liegen (Abb. 2).

RESULTS

The production of protein-bound wood-based materials was possible, with the benefit of higher particle moisture contents before hot pressing. However, these and the low solids content result in significantly longer pressing times compared to UF resins. It was possible to produce particleboard corresponding to type P2 according to EN 312, using wheat protein. Thickness swelling after 24 hours of water storage when using WP 1 and 25 % adhesive content (Fig. 1) was surprisingly low. The comparatively tested system WP 2 could be solved more easily and better, but the properties of the produced boards were insufficient.

The application of crosslinkers resulted in enhanced properties and promises a reduction in pressing time. At pressing-time factor 10 s/mm and with a sufficient quantity of binder, the panels with crosslinker 10 yielded sound results within the range of standard requirements for P2 panels (Fig. 2).

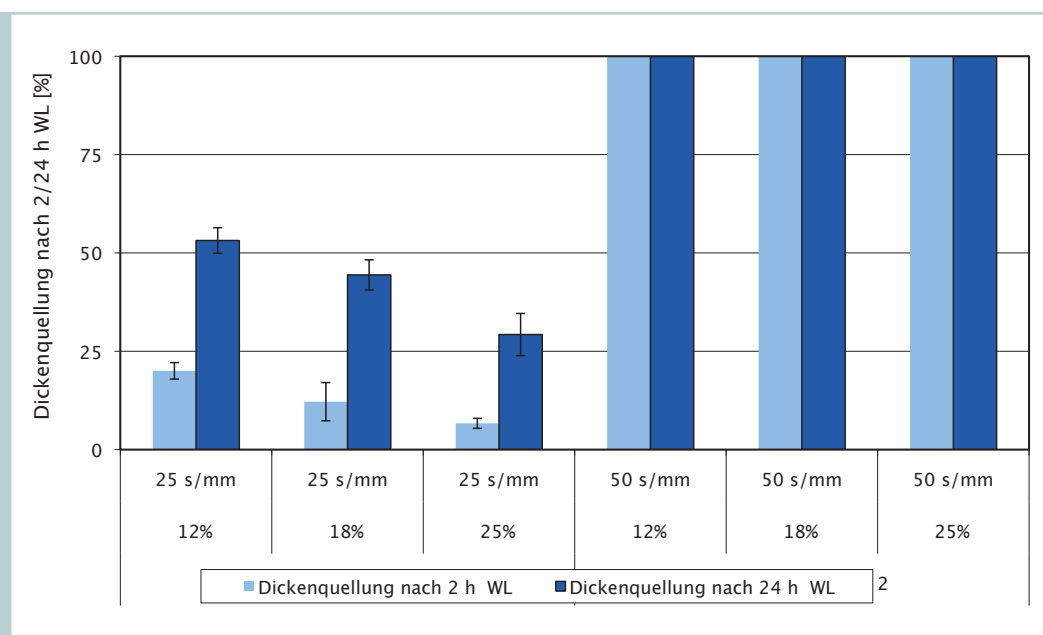


Abb. 1: Dickenquellung nach 2 und 24 h Wasserlagerung von Spanplatten mit Weizenproteinbindung unter Anwendung von WP 1 und WP 2 in Abhängigkeit von der Klebstoffmenge

Fig. 1: Thickness swelling after 2 and after 24 h water storage of wheat-protein-bonded particleboards using WP 1 and WP 2 in dependence on the amount of glue

Als erfolgversprechende Alternative erwies sich die Herstellung dreischichtiger Spanplatten, wobei die Proteine nur in den Deckschichten zur Anwendung kamen. Es ist festzustellen, dass durch das UF-Harz in der Mittelschicht gute Eigenschaftswerte erreicht werden und dass das Protein in den Deckschichten eine formaldehydbindende Wirkung hat. Mittels Gasanalysemethode gemäß DIN EN ISO 12460-3 wurden Werte von unter 0,6 mg HCHO/m²h gemessen, obwohl UF-Harz in der Mittelschicht eingesetzt wurde. Außerdem können die Pressbedingungen unverändert beibehalten werden. Versuche zur MDF-Herstellung zeigten, dass der Einsatz von Vernetzern zwingend ist, um die Anforderungen an MDF nach EN 622-5 erfüllen zu können. Es wird eingeschätzt, dass die erfolgreichen Untersuchungen fortgesetzt werden sollten. In ersten Gesprächen mit interessierten Partnern aus der Holzwerkstoff- und Bindemittelindustrie wurde großes Interesse an einer zeitnahen Umsetzung gezeigt.

The production of three-layer particleboard proved to be a promising alternative, in which the proteins came to be used in the surface layers only. It can be stated that good property values are achieved by the UF resin in the middle layer and that the protein in the top layers has a formaldehyde-binding effect. The gas analysis method according to DIN EN ISO 12460-3 measured values of less than 0.6 mg HCHO/m²h, although UF resin was used in the middle layer. In addition, the pressing conditions can be applied unchanged.

It is estimated that the successful investigations should be continued. In initial discussions with interested partners from the wood-based materials and binder industries, great interest was shown in timely implementation.

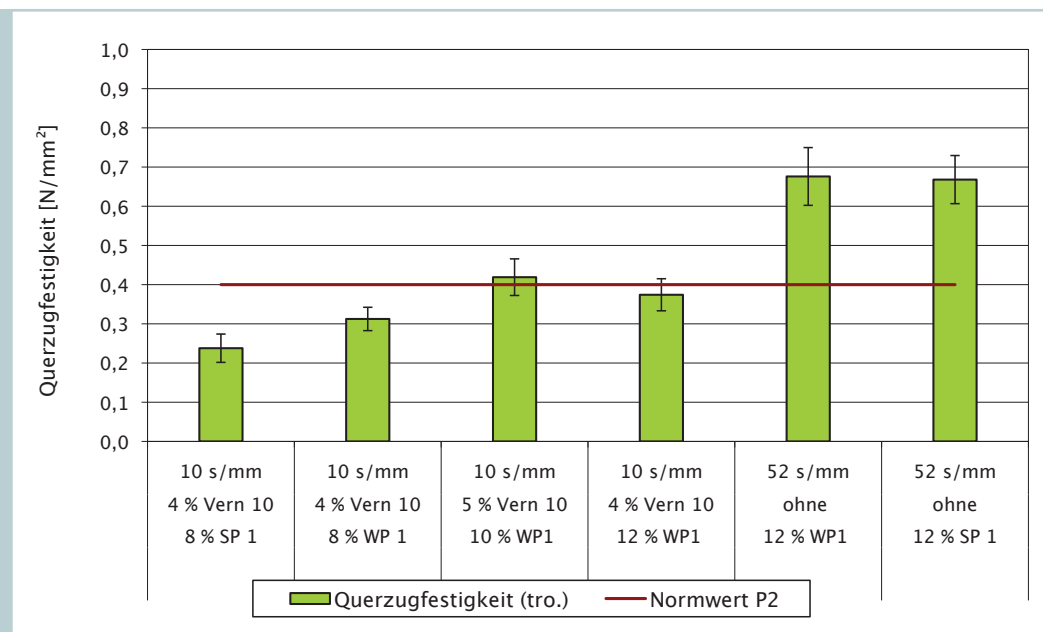


Abb. 2: Querszugfestigkeiten von einschichtigen Spanplatten mit Proteinen und Vernetzer 10 im Vergleich zu Protein ohne Vernetzer bei längerer Presszeit

Fig. 2: Internal bond of single-layer particleboard with protein and crosslinker 10 compared with protein without crosslinker at longer pressing time