

# Einsatz von natürlichen Bindemitteln auf Basis von Tannin-Protein-Komplexen zur Herstellung von Holzwerkstoffen

## The application of natural binders based on tannin-protein complexes to produce wood-based materials

### Projektleiter

#### Project leaders:

Prof. Dr. Detlef Krug

### Projektbearbeiter

#### Person in charge:

Andreas Weber

### Fördermittelgeber

#### Co-funded by:

BMWK

### Projektpartner

#### Project partners:

Pilot Pflanzenöltechnologie Magdeburg e. V. (PPM)

### AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Bei der Herstellung von Holzwerkstoffen (HWS, Spanplatten, MDF, OSB, Holzfaserdämmstoffe, Lagen- oder Sperrholz) werden derzeit hauptsächlich synthetische Bindemittel eingesetzt, die vorwiegend aus Erdöl oder Erdgas hergestellt werden. So wurden im Jahr 2022 in Europa etwa 33 Mio. m<sup>3</sup> Spanplatten produziert. Daraus resultiert ein Bindemittelseinsatz von ca. 1,5 Mio. t (Feststoff).

Durch die Einstufung von Formaldehyd als mutagen und kanzerogen sind Bindemittelalternativen die zentrale Herausforderung für die Holzwerkstoffindustrie. Das hat sowohl Einfluss auf die Materialien selbst (Emission aus den Holzwerkstoffen) als auch auf die Verarbeitung (z. B. TA Luft in Deutschland). Bei der Produktion von Holzwerkstoffen sind Grenzwerte für die Massenkonzentration von organischen Stoffen ( $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ ) und kanzerogenen Stoffen ( $\leq 1 \text{ mg/m}^3$ ) in der Abluft zu beachten (Minimierungsgebot).

In den letzten Jahren haben mehrere Holzwerkstoffhersteller angekündigt, zumindest einen Teil ihrer Produktion auf biobasierte Bindemittelsysteme umzustellen. Dies forciert die Entwicklung alternativer formaldehydfreier Bindemittel, vor allem naturstoffbasierter Bindemittelsysteme, für die Herstellung von Span- und Faserplatten.

Das Ziel des Forschungsprojekts bestand darin, holzbasierte Werkstoffe (Spanplatten und Faserplatten) mit einem neuen form-

### INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

In the production of wood-based materials (WBP, particleboards, MDF, OSB, wood fibre insulation materials, laminated or plywood), to appr. 95 % synthetic binders are currently used, which are mainly produced from crude oil or natural gas. Around 33 million m<sup>3</sup> of particleboards were produced in Europe in 2022. This results in a binder input of appr. 1.5 million tonnes (solid).

Due to rating formaldehyde as mutagenic and carcinogenic, binder alternatives are the central challenge for the wood-based materials industry. This has an impact on both the materials themselves (emissions from the wood-based materials) and processing (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). In the production of wood-based materials, limit values for the mass concentration of organic substances ( $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ ) and carcinogenic substances ( $\leq 1 \text{ mg/m}^3$ ) in the exhaust air must be observed (minimisation requirement). In recent years, several wood-based material manufacturers have announced that they would switch at least part of their production to bio-based binder systems. This is pushing forward the development of alternative formaldehyde-free binders, especially natural-based binder systems, to produce particleboards and fibreboards. The aim of the research and development project consisted in developing wood-based materials (particleboards and fibreboards) using a new formaldehyde-free binder.

aldehydfreien Bindemittel zu entwickeln. Hierfür sollten Tannin-Protein-Komplexe aus der Ackerbohne als Bindemittel verwendet werden. Zu diesem Zweck wurden Tannine aus der Schale und Proteine aus der Frucht der Ackerbohne extrahiert und damit Bindemittel entwickelt, die zur Herstellung von Holzwerkstoffen eingesetzt werden sollten, ohne die Fertigungstechnologie der Holzwerkstoffe wesentlich zu verändern.

## VORGEHENSWEISE

Das Projektziel bestand darin, ausgewählte Ackerbohnen Tannin-Protein-Komplexe (TPK) in verschiedenen Qualitäten zu synthetisieren und deren Verwendung als Bindemittel in der Holzwerkstoffindustrie zu untersuchen. Dazu wurden vom Projektpartner Pilot Pflanzenöltechnologie Magdeburg e. V. (PPM e. V.) Proteine und Tannine aus Ackerbohnen gewonnen, gefolgt von einer detaillierten Analyse des Ackerbohnen-tannins und der Proteine. Die Tannine aus der Schale der Ackerbohnen konnten dann mit Ackerbohnenproteinen verknüpft und durch Agglomeration TPKs gebildet werden, deren Oberflächenaktivität durch physikalische und/oder chemische Modifizierung angepasst wurde. Im Anschluss wurden Protein-Tannin-Komplexe aus Ackerbohnen synthetisiert und deren Qualität als Bindemittel für Holzwerkstoffe evaluiert. Die Ackerbohnen-TPKs wurden im IHD für die Entwicklung von Spanplatten und MDF (Blenderbeimung)

Tannin-protein complexes from the broad bean (*Vicia faba*, commonly known as the broad bean or fava bean) were to be used as a binder for this purpose. To this end, tannins were extracted from the skin and proteins from the fruit of the broad bean to develop binders that could be used to manufacture wood-based materials without significantly changing the manufacturing technology of the wood-based materials.

## APPROACH

The aim of the project was to synthesise selected field bean tannin-protein complexes (TPCs) in various qualities and to investigate their use as binders in the wood-based materials industry. To this end, the project partner Pilot Pflanzenöltechnologie Magdeburg e. V. (PPM e. V.) extracted proteins and tannins from broad beans, followed by a detailed analysis of the broad-bean tannins and proteins. The tannins from the shell of broad beans were then linked to broad-bean proteins, and TPCs were formed by agglomeration, the surface activity of which was adapted by physical and/or chemical modification. Protein-tannin complexes were then synthesised from broad beans and their quality as binders for wood-based materials was evaluated. The broad-bean TPCs (so called "APBK") were used at the IHD for the development of particleboards and MDF (blended gluing). The tests were carried out by varying

verwendet. Die Versuche erfolgten unter Variation von Rezeptur, Plattenaufbau, Plattendicke und -rohichte sowie wichtigen technologischen Herstellungsbedingungen.

### ERGEBNISSE

Mit allen eingesetzten Ackerbohnen-TPKs konnten Holzwerkstoffe hergestellt und geprüft werden. Die Ergebnisse zeigen, dass sich höhere Partikelfeuchten der beleimten Späne vor dem Pressen ( $u = 18\%$  im Vergleich zu  $12\%$ ) vorteilhaft auf die Querszugfestigkeit bzw. Dickenquellung auswirken (Abb. 1). Ebenso konnten die Platteneigenschaften bei höheren Klebstoffanteilen verbessert werden. Die Dickenquellungen waren bei der höheren Spanfeuchte vor dem Pressen überraschend niedrig. Weitere Versuche erfolgten zur Herstellung dreischichtiger Platten mit Ackerbohnen-Tannin-Proteinkomplexen in Pulverform in den Deckschichten. Die Erhöhung der Verarbeitungs- und Presstemperatur führte zu einer höheren Querszugfestigkeit. Die niedrigen Formaldehydemissionen bei Einsatz der Ackerbohnen-Tannin-Proteinkomplexe sind positiv zu bewerten und bieten eine vielversprechende Anwendungsmöglich-

the formulation, board structure, board thickness and density as well as important technological manufacturing conditions.

### RESULTS

Wood-based materials could be produced and tested with all the broad-bean TPCs used. The results show that higher particle moisture contents of the glued particles before pressing ( $u = 18\%$  compared to  $12\%$ ) have a favourable effect on the internal bond (IB) and thickness swelling (TS, Fig. 1). The board properties were also improved with higher adhesive contents. The TS was surprisingly low at the higher chip moisture content before pressing.

Further tests were carried out to produce three-layered panels with broad-bean tannin-protein complexes in powder form in the surface layers. Increasing the processing and pressing temperature led to a higher IB. The low formaldehyde emissions when using the broad-bean tannin-protein complexes are positive and offer particleboards manufacturers a promising option. Tests on MDF production were carried out using blender gluing. All fibreboards showed surprisingly

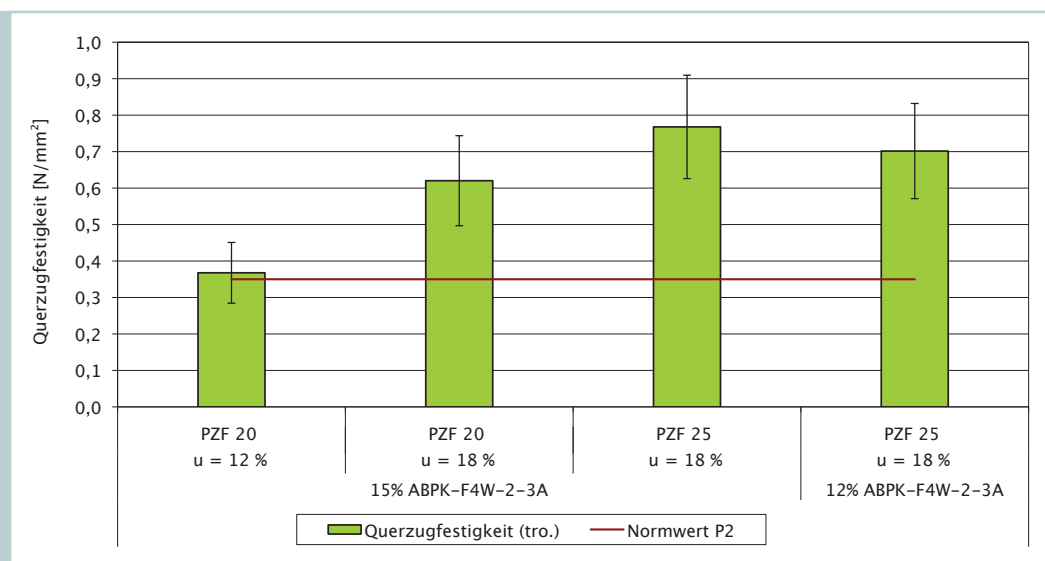


Abb. 1: Querszugfestigkeiten von einschichtigen Spanplatten mit Ackerbohnen-Protein-Tannin Komplexen bei Variation des Anteils sowie der Feuchte vor dem Pressen und des Presszeitfaktors (PZF)

Fig. 1: Internal bond of single-layered panels made with broad-bean protein-tannin complexes, under variation of the share as well as of the moisture applied prior to pressing and the pressing-time factors (PTF)

keit für die Spanplattenherstellung. Versuche zur MDF-Herstellung erfolgten mittels Blenderbeleimung. Alle Faserplatten wiesen überraschend geringe Dickenquellungswerte auf, die unter der Normanforderung der DIN EN 622-5 (als Mittelwert) liegen (Abb. 2). Der Unterschied zwischen den Varianten ist gering. Bei der Prüfung der Querkzugfestigkeit zeigte sich erneut der Einfluss der Feuchte der Partikel vor dem Pressen; die Varianten mit 18 % Feuchtegehalt wiesen deutlich höhere Werte auf als bei 12 % vor dem Pressen. Die Platten mit der vom Projektpartner hergestellten Variante ABPK-F4W-2\_A als Bindemittel ergaben jeweils etwas höhere Querkzugfestigkeiten. Alle Werte lagen über der Normgrenze. In diesem Forschungsvorhaben wurde gezeigt, dass geeignete TPK-Muster ausreichende Bindungseigenschaften für damit hergestellte Span- und Faserplatten aufweisen und eine Alternative zu Harnstoff-Formaldehydharzen sein können. Für die MDF-Herstellung erwiesen sich die Ackerbohnen-Tannin-Protein-Komplexe als besonders gut geeignet. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens sind ein wichtiger Schritt zur Entwicklung natürlicher Bindemittel mit weniger umwelt- und/oder gesundheitsbelastenden Additiven.

low TS values, which are below the standard requirement of DIN EN 622-5 (as an average value) (Fig. 2). The difference between the variants is small.

When testing the IB, the influence of the moisture content of the particles before pressing was evident again; the variants of 18 % moisture content showed significantly higher values than those of 12 % before pressing. The panels with the ABPK-F4W-2\_A variant produced by the project partner as a binder each showed slightly higher transverse tensile strengths. All values were above the standard limit. This research project showed that suitable TPC patterns have sufficient binding properties for particleboards and fibreboards produced with them and can be an alternative to urea-formaldehyde resins. The broad-bean tannin-protein complexes proved to be particularly suitable for MDF production. The results of the research project are an important step towards the development of natural binders with additives that are less harmful to the environment and/or health.

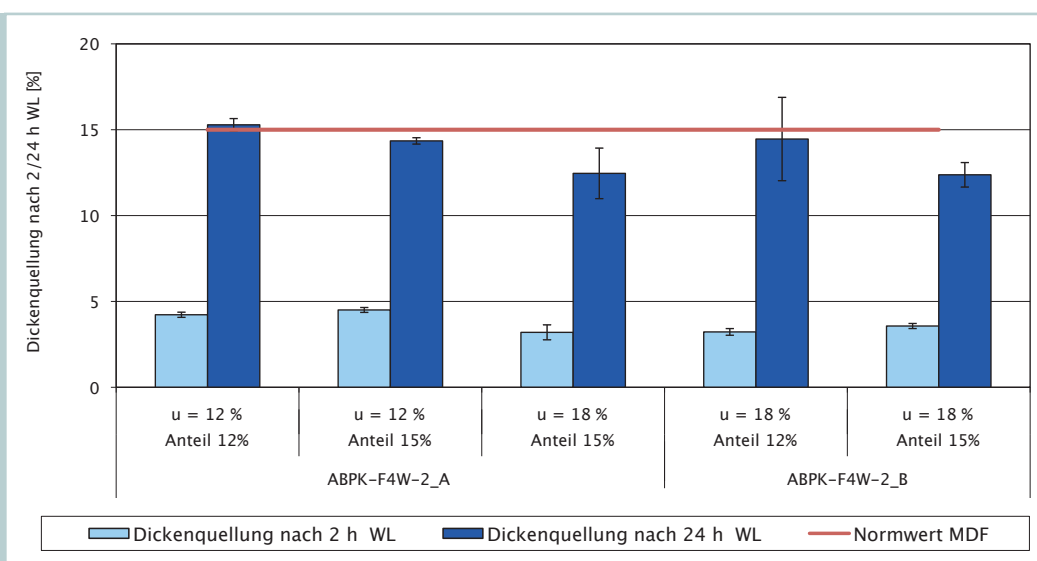


Abb. 2: Dickenquellung nach 2 und 24 h Wasserlagerung (WL) von MDF mit Proteinbindung bei Variation der ABPK-Art und Feuchte vor dem Pressen

Fig. 2: Thickness swelling after 2 and 24 h immersion in water (WL) of MDF with protein bonding, varying the type of ABPK and moisture prior to pressing