

Entwicklung einer neuen Technologie zur Herstellung von zementgebundenen Spanplatten mit regelbaren Rohdichteprofilen

Development of a New Technology for the Manufacture of Cement-bonded Particleboard of Adjustable Density Profiles

Projektleiter

Project Leader:

Dr. Christoph Wenderdel

Projektbearbeiter

In-charge:

Martin Direske,
Beate Stephani,
Hans Dieter Neumann

Fördermittelgeber

Funding organisation:

BMW (ZIM)

Projektpartner

Project Partner:

BINOS GmbH

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

In der Zementspanplatten-Industrie werden überwiegend dreischichtige zementgebundene Spanplatten (CBPB = Cement bonded Particleboard) hergestellt. Wie auch bei anderen Holzpartikelwerkstoffen werden durch die Kombination verschiedenartiger Lagen die Vorteile des Prinzips der Verbundbauweise genutzt. Zum einen kommt es durch die intelligente Kombination der Materialien in den einzelnen Schichten zur Einsparung von Rohstoffen und somit zu einer gesteigerten Wirtschaftlichkeit, zum anderen führt ein gezielter Schichtenaufbau zur Verbesserung spezifischer Platteneigenschaften. Von besonderer Bedeutung für die Ausprägung einer Vielzahl von Eigenschaften bei Holzwerkstoffen ist das Rohdichteprofil (RDP) – d. h. die Verteilung der Rohdichte über die Plattendicke senkrecht zur Plattenebene. Bei CBPB kann mit gezielter Steuerung des RDPs Einfluss auf u. a.:

- Biegefestigkeit,
 - Querkzugfestigkeit,
 - Formstabilität sowie
 - Oberflächengüte
- genommen werden.

Ziel des Projektes war es, die signifikant auf das RDP Einfluss nehmenden Faktoren und Parameter seitens Rezeptur sowie Technologie zu ermitteln und qualitativ oder quantitativ darzustellen. Anhand der entscheidend Einfluss nehmenden Faktoren und Parameter sollte es möglich sein, gezielt CBPB mit unterschiedlichen RDP zu erzeugen.

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

The cement-bonded particleboard industry mainly produces triple-layered cement-bonded particleboards (CBPB). As is the case with other wood-based particle materials, the benefits of the composite construction principle are exploited by combining various layers. For one thing, the intelligent combination of materials in the various layers may lead to saving resources, thus resulting in higher efficiency; for the other, the purposeful structuring of layers will enhance the specific board properties. The density profile (RDP) – i.e., the distribution of the density across board thickness vertically to the board level – is of special importance to the development of a variety of properties in wood-based materials. In CBPB, the purposeful control of the RDP can influence, for example:

- bending strength,
- internal bond,
- dimensional stability and
- surface quality.

It was the objective of the project, to determine the factors and parameters that have significant impact on the RDP with a view to their recipe and technology, and to demonstrate them qualitatively or quantitatively. It should be possible by way of the decisively impacting factors and parameters to purposefully generate CBPB by applying differing RDP.

SUMMARY OF THE RESULTS

Radiometric determination of the RDP is a common means of quality control in the

ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die radiometrische Bestimmung des RDPs ist ein gängiges Mittel zur Qualitätskontrolle in der Holzwerkstoffindustrie. Aufgrund der im Vergleich zu organisch gebundenen Holzwerkstoffen ($< 1000 \text{ kg/m}^3$) wesentlich höheren Materialdichte von CBPB ($> 1000 \text{ kg/m}^3$) konnte bisher nicht garantiert werden, dass die gemessenen RDP derartiger Messsysteme von ausreichender Genauigkeit sind. Zur Verifizierung der Messdaten erfolgte ein Vergleich von zwei RDP-Messgeräten mit unterschiedlicher Strahlungsquelle (Röntgenröhre, Radioisotop). Das System mit Röntgenröhre lieferte reproduzierbare Resultate im Vergleich zu einer gravimetrischen Referenz. Als Voraussetzung wurde die Durchstrahlungstiefe auf ca. die Hälfte reduziert.

Unter dieser Voraussetzung wurde die Ist-Analyse an Industrie-CBPB durchgeführt. Mit Hilfe definierter Kennwerte wurden die RDP von drei Produzenten analysiert. Dabei zeigte sich, dass die drei Materialien unterschiedliche RDP erzeugen. Auf Basis der Kennwerte von Deckschicht (DS) und Mittelschicht (MS) konnten drei Typen (A, B, C) von RDP identifiziert werden (siehe Abb. 1).

Zum besseren Verständnis der Entstehung des RDP wurde die stoffliche Zusammensetzung über den Plattenquerschnitt ermittelt. Es zeigte sich erwartungsgemäß, dass mit zunehmender Entfernung von der Plattenoberfläche zum einen der Zementanteil abnimmt, zum anderen Holz- und Wasseranteil zunehmen. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass der Zementanteil der unteren DS höher ist als der der oberen. Damit wird eine Erklärung

wood-based material industry. Due to the substantially higher material density of CBPB ($> 1000 \text{ kg/m}^3$) as compared to organically bonded wood-based materials ($< 1000 \text{ kg/m}^3$), it had so far not been possible to guarantee that the measured RDP by such measuring systems would be of sufficient precision. For verifying the measured data, two RDP measuring devices applying different radiation sources (X-ray, radio isotope) were compared. The system involving an X-ray tube provided reproducible results by comparison to a gravimetric reference. As a prerequisite, the radiographic depth was halved approximately.

On that condition, the as-is analysis of industrial CBPB was performed. The RDPs of products made by three manufacturers were determined with the help of defined parameters. This showed that the three manufacturers generated different RDPs. Three types (A, B, C) of RDP could be identified on the basis of the parameters of the outer layer (DS) and middle layer (MS) (Fig. 1).

For better understanding of how the RDP arises, the material composition was established across the board cross-section. According to expectations, it showed that – the farther the distance from the board's surface – the share of cement decreases, on the one hand, and the wood and water shares increased, on the other. Also, it could be proved that the share of cement of the lower outer layer was higher than its share in the upper one. This provides an explanation for the asymmetrically forming DS densities.

Apart from the investigation of the resource-relevant RDP formation, decisive technological processes of fleece formation and of com-

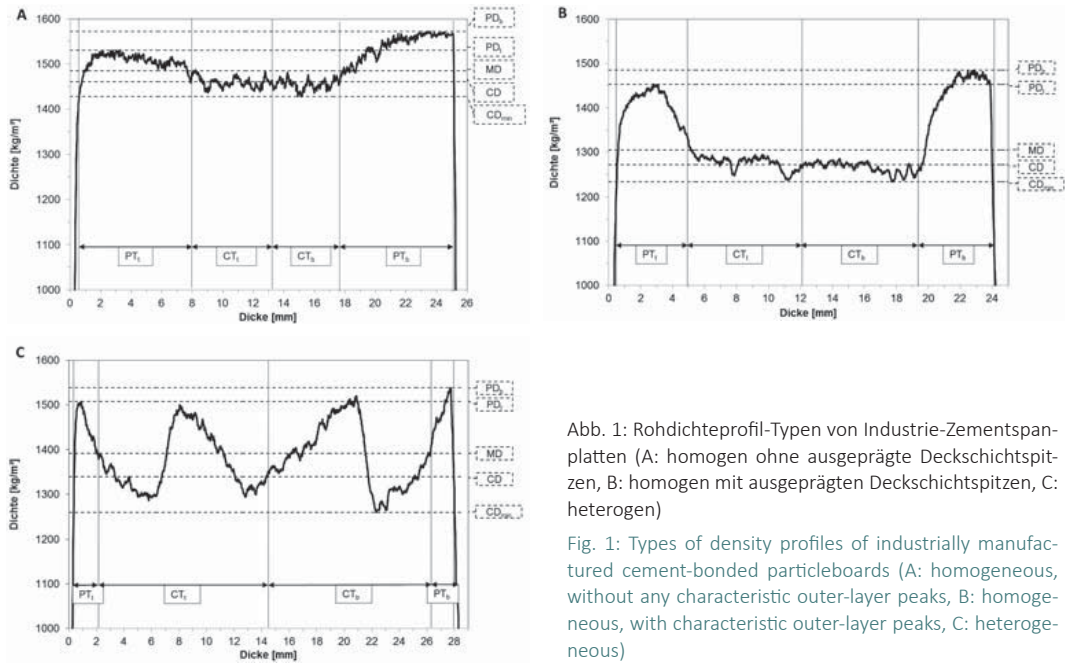


Abb. 1: Rohdichteprofil-Typen von Industrie-Zementspanplatten (A: homogen ohne ausgeprägte Deckschichtspitzen, B: homogen mit ausgeprägten Deckschichtspitzen, C: heterogen)

Fig. 1: Types of density profiles of industrially manufactured cement-bonded particleboards (A: homogeneous, without any characteristic outer-layer peaks, B: homogeneous, with characteristic outer-layer peaks, C: heterogeneous)

rung für die asymmetrisch ausgeprägten DS-Dichten geliefert.

Neben der Untersuchung der Rohstoffbedingten RDP-Ausprägung erfolgte eine Analyse der entscheidenden technologischen Prozesse der Vliesbildung und des Verpressens. Durch die Nachbildung einer Windstreuung im Technikumsmaßstab war es möglich, Zusammenhänge zur Separierung der Zement-Span-Mischung in Abhängigkeit der Spangeometrie, des Zement/Holz-(Z/H)Wertes und der Gemischfeuchte aufzudecken. Wie zu erwarten war, legten größere Partikel einen geringeren Weg zurück als kleine. Auf Grund der größeren spezifischen Oberfläche binden kleine Partikel mehr Zement, womit sich der Z/H-Wert mit zurückgelegter Entfernung erhöht. Für die Windstreuung mit einer Zement-Span-Mischung und zwei gegenläufigen Streuköpfen lag folgende Partikelverteilung vor (RDP-Typ B):

- DS oben kleine Späne mit viel Zement
 - MS große Späne mit wenig Zement
 - DS unten kleine Späne mit viel Zement
- } gemeinsame Mischung

pacting were analysed. Imitation of wind spreading on a laboratory scale enabled correlations in separating the cement/particle mix to be uncovered, depending on the particle geometry, on the cement/wood (C/W) value and on the moisture of the mix. As was expected, larger particles travelled over a shorter distance than smaller ones. Due to their larger specific surfaces, small particles bind more cement, whereby the C/W value increases with the distance travelled. The wind spread of a cement/particle mix and two counter-moving spreading heads yielded the following particle distribution (RDP typ B):

- outer layer (DS), top
small particles with much cement
 - middle layer (MS)
large particles with little cement
 - outer layer (DS), bottom
small particles with much cement
- } joint mix

When two cement/particle mixes of differing C/W values and mix moistures were made separately for the DS and MS, density peaks formed in the MS (RDP type C):

Wurden zwei Zement-Span-Mischungen mit unterschiedlichen Z/H-Werten und Gemischfeuchten separat für DS und MS erzeugt, kam es zur Ausbildung von Dichtespitzen in der MS (RDP-Typ C):

- DS oben kleine Späne mit viel Zement DS-Mischung
- MS oben kleine Späne mit viel Zement
- MS Mitte große Späne mit wenig Zement MS-Mischung
- MS unten kleine Späne mit viel Zement
- DS unten kleine Späne mit viel Zement DS-Mischung

Das Verdichtungsverhalten von CBPB wurde in einem Rohdichtebereich von 1000 kg/m³ bis 1300 kg/m³ für drei unterschiedliche Z/H-Werte (1,9 ... 3,3) an DS- und MS-Spänen untersucht. Es wurde nachgewiesen, dass das RDP von dreischichtigen CBPB gezielt über den Pressdruck sowie den Z/H-Wert von DS und MS eingestellt werden kann (Abb. 2).

- outer layer (DS), top small particles with much cement
 - middle layer (MS), top small particles with much cement
 - middle layer (MS), central small particles with little cement
 - middle layer (MS), bottom small particles with much cement
 - outer layer (DS), bottom small particles with much cement
- outer layer (DS) mix
- middle layer (MS) mix
- outer layer (DS) mix

The compaction behaviour of CBPB was investigated in a raw-density range from 1,000 to 1,300 kg/m³ for three different C/W values (1.9 ... 3.3) in outer layer (DS) and middle layer (MS) particles. It was proved that the RDP of triple-layered CBPB can purposefully be adjusted via the compacting pressure and the C/W value of outer layer (DS) and middle layer (MS) (Fig. 2).

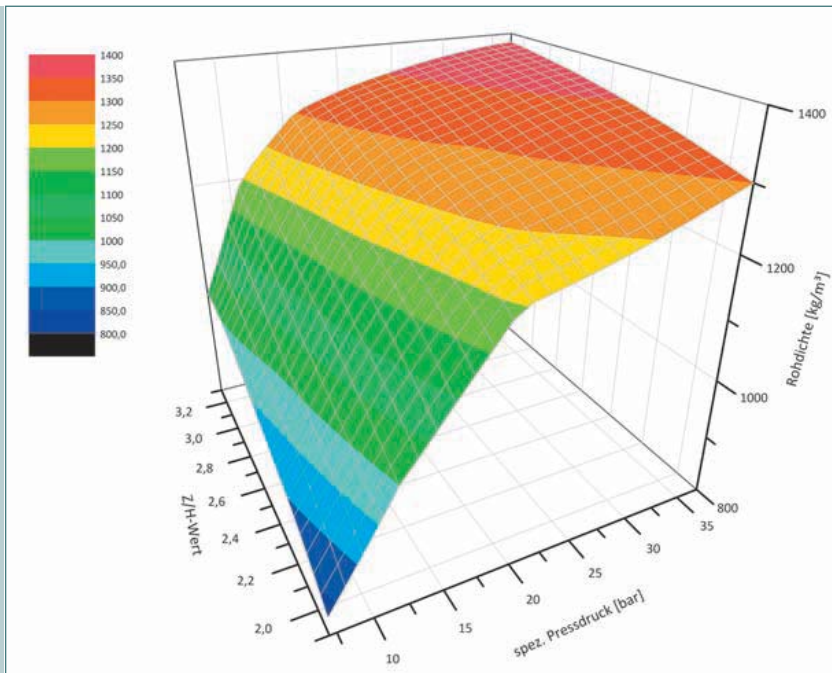


Abb. 2: Abhängigkeit der Rohdichte von Zement/Holz-Wert und Pressdruck am Beispiel von Deckschichtspänen

Fig. 2: Dependence of the density on the cement/wood value and the compacting pressure by example of outer-layer particles