

# Untersuchung der Gefügestruktur und Morphologie an zementgebundener Spanplatte

## Microstructure and Morphology in Cement-bonded Particle Boards

**Projektleiter**  
**Project Leader:**  
Dr. Detlef Krug

**Projektbearbeiter**  
**In-charge:**  
Christoph Wenderdel

**Förderinstitution**  
**Funding Institution:**  
BMEL/FNR

**Partner**  
**Partner:**  
TU Dresden, Fakultät  
Bauingenieurwesen,  
Institut für Baustoffe

### AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Hydratationstemperatur und Durchwärmungsverlauf bei der Herstellung von zementgebundenen Spanplatten (CBPB) haben signifikanten Einfluss auf die sich im Zementstein ausbildenden Phasen und somit auf die Festigkeiten der Platten. Die Zusammenhänge waren bisher in Industrie und Forschung nur qualitativ bekannt. Untersuchungen bezüglich quantitativer Abhängigkeiten von stofflichen und produktionstechnischen Parametern wurden bislang nicht im erforderlichen Umfang durchgeführt, um das komplexe System zu verstehen.

Ziel des Vorhabens war, die Hydratationsvorgänge bei der CBPB-Herstellung unter den Einflüssen stofflicher Komponenten und technologischer Parameter (Temperaturverlauf etc.) quantitativ zu beschreiben. Mit Hilfe der Aufklärung der Hydratationsmechanismen lassen sich wirtschaftliche und ökologische Vorteile, wie z.B. Diversifizierung der verwertbaren Holzarten, Verringerung des Primärenergiebedarfs und Kostenreduzierung durch Einsparung von Abbindereglern, Energieeinsparungen sowie Einsatz kostengünstigerer und umweltfreundlicherer Zemente, erzielen.

CBPB wurden im Technikumsmaßstab unter definierten Reaktionsbedingungen hergestellt. Während des Prozessverlaufs wurden die Entwicklung von Zwischen- und Endprodukten und die Gefügemorphologie charakterisiert. Im Weiteren wurden die physikalischen Eigenschaften der Laborplatten bestimmt. Die Ergebnisse wurden zur Ableitung optimaler Hydratationsbedingungen und Rezepturen genutzt und in Industrierversuchen überprüft.

### INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

Both hydration temperature and temperature distribution in making cement-bonded particle boards (CBPB) significantly effect the phases forming in the cement stone and thus the strengths of such boards. These interdependences had previously been known to the industry and research merely qualitatively. Investigations regarding quantitative dependence of material and technical production parameters had not been pursued to the extent in order to comprehend the complex system so far.

The objective of the project was to quantitatively describe the hydration processes during the manufacture of CBPB material components and technological parameters (the temperature profile etc.). By clarifying the hydration mechanisms, economic and ecological benefits, such as the diversification of exploitable wood species, reduction of the primary energy demand and cost reduction by saving hydration regulators, energy savings and the application of more reasonable and environmentally friendlier cements, can be achieved. CBPB were made on a laboratory scale under defined reaction conditions. In the course of the process, the development of intermediate and final products and their microstructural morphology were characterised and the physical properties of the lab-fabricated boards were determined. The results were used for deriving optimal hydration conditions and formulations and verified in tests on an industrial scale.

### RESULTS

The application of alternative cements, e.g., composite cements, resulted in poor board

## ERGEBNISSE

Der Einsatz alternativer Zemente, z. B. Kompositzemente, führte zu schlechteren Platteneigenschaften. Auch bei einer Neuberechnung der Einwaage auf gleiche Klinkeranteile lagen die Eigenschaften der Platten mit den alternativen Zementen weiterhin deutlich unterhalb der Eigenschaftswerte der Standardvariante. Auch eine Presszeitverlängerung hatte keinen ausreichend positiven Einfluss,

properties. Even after re-calculating the input weight for even clinker shares, the properties of the boards with these alternative cements continued to be clearly below the property values of the standard variant. Nor did an extension of pressing times have a sufficiently positive influence; even the standard variant showed clearly deteriorated values. The possible application of alternative cements was to be checked in further tests regarding optimised graphs of temperature courses.

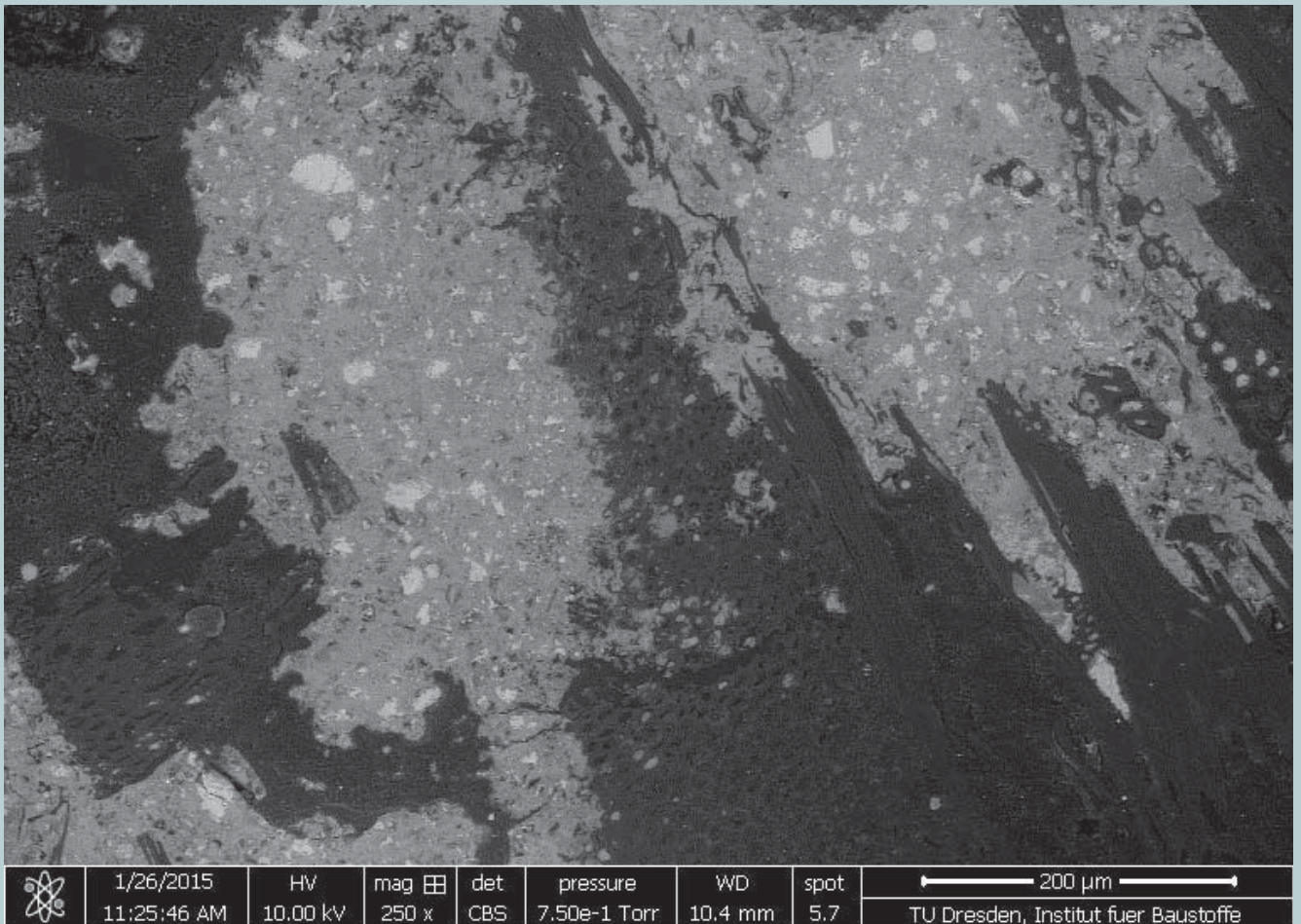


Abb. 1: ESEM-Bild wasserfrei präparierter Anschliff; CBPB aus Buchenspänen, Plattenalter 21 Tage

Fig. 1: ESEM image of a polished section, prepared without water; CBPB of beech particles, age of the board 21 days

die Standardvariante wies sogar deutlich schlechtere Werte auf. Ein möglicher Einsatz alternativer Zemente sollte hinsichtlich optimierter Temperaturverlaufskurven in weiteren Versuchen geprüft werden.

Beim Einsatz alternativer Holzarten erwies sich Eschenholz als ungeeignet. Zementspanplatten aus Buchenholz zeigten, entgegen der Erkenntnisse aus der Literatur, bessere Matrixeigenschaften als Platten aus Fichtenholz. Die mechanischen Eigenschaften der Buchenplatten lagen jedoch erwartungsgemäß niedriger als die der Fichtenplatten. In Folgeprojekten ist der negative Effekt von Buchenholzspänen auf die resultierenden mechanischen Eigenschaften z.B. hinsichtlich der möglichen Einflüsse der kürzeren Spanlängen und des erhöhten Holzabbaus durch die Alkalität des Zementes zu evaluieren. Des Weiteren sollten die Möglichkeiten geeigneter Gegenmaßnahmen z.B. optimierte Zerspannung durch Vordämpfung oder Vernetzungsreaktionen zur Stabilisierung der Holzsubstanz gegen alkalischen Abbau untersucht werden.

Der Einfluss des Temperaturverlaufs auf die resultierenden Platteneigenschaften konnte nachgewiesen werden. Geeignete Temperaturverläufe führten zu deutlichen Verbesserungen der mechanischen Platteneigenschaften. Beim Einsatz von Fichtenholz führte die Optimierung des Temperaturverlaufs zu Verbesserungen der Biegefestigkeit von ca. 30 % und der Querkzugfestigkeit von ca. 20 %. Der Einfluss der Temperatur konnte mittels multipler linearer Regression in einem Modell beschrieben werden; die entscheidenden Temperaturkennwerte waren die erreichten Temperaturen zum Zeitpunkt der Verpressung und Verspannung sowie die erreichten Temperaturwerte nach ca. 180 min. Beim Einsatz von Buchenholz konnten Verbesserungen der beiden zuvor genannten Eigenschaften

With a view to the use of alternative wood species, ashwood appeared to be inappropriate. Cement particle boards of beech showed, contrary to what is known from the literature, better matrix properties than boards of spruce. However, the mechanical properties of the beech boards were, as expected, lower than those of the spruce boards. Follow-up projects shall evaluate the negative effect of beechwood chips onto the resulting mechanical properties, e.g., investigating possible influences of the shorter chip lengths and the increased wood degradation due to the alkalinity of the cement. Moreover, the possibilities of appropriate countermeasures should be investigated, e.g., optimised chipping by pre-steaming or crosslinking reactions for stabilising the wood substance against alkaline degradation.

The influence of the temperature profile onto the resulting board properties could be proven. Suitable temperature profiles resulted in clear enhancements of the mechanical board properties. When spruce was applied, the optimisation of the temperature profile resulted in an enhanced bending strength by approx. 30 % and tensile strength by approx. 20 %. The impact of the temperature could be described in a model by means of multiple linear regression; the decisive characteristic temperature values were the temperatures achieved at the time of pressing and tensioning and the temperature achieved after approx. 180 min. When beech was applied, improvements of the two properties mentioned above could be registered to be 20 % each. By applying an optimal temperature profile during the curing phase in the manufacture of cement-bonded particle boards of beech, both microstructural-morphological benefits and enhancements in resulting board properties could be demonstrated.

von jeweils ca. 20 % verzeichnet werden. Durch Verwendung einer optimalen Temperaturverlaufskurve während der Aushärtephase bei der Herstellung zementgebundener Spanplatten aus Buchenholz konnten sowohl gefügemorphologische Vorteile als auch Verbesserungen der resultierenden Platteneigenschaften aufgezeigt werden.

Es sind weitere Untersuchungen hinsichtlich der Temperaturverläufe (u.a. Extremwertbetrachtung) in Verbindung mit Presszeiten durchzuführen, um gegebenenfalls weitere Eigenschaftsverbesserungen erreichen zu können.

Further investigations regarding the temperature profile (e.g., considerations of extreme values) in conjunction with pressing times need to be performed in order to possibly achieve further property improvements.