

# Mechanisches Verhalten einzelner sowie paarweise verklebter Fasern und Faserbündel in mitteldichten Faserplatten

## Mechanical Behaviour of Single and Paired Fibres and Fibre Bundles in Medium Density Fibreboards

### Projektleiter

#### Project leader:

Dr. Christoph Wenderdel

### Projektbearbeiter

#### Persons in-charge:

Henry Burkhardt

### Fördermittelgeber

#### Co-funded by:

BMW i

(INNO-KOM-OST)

### GEGENSTAND DES VORHABENS

Gegenstand des Vorhabens war die Untersuchung der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von Strukturelementen (Einzelfasern und Faserbündel) thermo-mechanisch erzeugter Faserstoffe (TMP) sowie der Verklebungsqualität paarweise miteinander verklebter Strukturelemente (SE) dieser Faserstoffe in Abhängigkeit vom Rohstoff und den Prozessschritten bei der Erzeugung von mitteldichten Faserplatten (MDF). Diesbezüglich waren geeignete Methoden zu entwickeln, auf Anwendbarkeit zu prüfen und für die Aufklärung von funktionalen Zusammenhängen einzusetzen.

### LÖSUNGSWEG UND ERGEBNISSE

Es wurden Methoden entwickelt und etabliert, die eine Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften von einzelnen und paarweise verklebten Strukturelementen als Funktion des Rohstoffes und ausgewählter Prozessparameter ermöglichen:

- Methode zur Charakterisierung des Zugdehnungsverhaltens von extrahierten einzelnen und paarweise verklebten Strukturelementen (Dehnungsanalyse in Abb. 1 und Ableitung eines Spannungs-Dehnungs-Diagramms in Abb. 2)
- Extraktionsmethoden zur Gewinnung von Einzelfasern und Faserbündeln aus Hackschnitzeln und aus der gepressten und konditionierten Faserplatte

### OBJECTIVE OF THE PROJECT

The object of the project was to investigate the structure-property correlations of structural elements (single fibres and fibre bundles) of thermo-mechanical pulp (TMP) as well as the bonding strength between these structural elements (SE) bonded in pairs, depending on the raw material and the process steps in the production of medium density fibreboard (MDF). In this context, suitable methods had to be developed, tested for applicability and used for the clarification of functional relationships.

### APPROACH AND RESULTS

Methods were developed and established to characterise the mechanical properties of single and pairwise bonded SE as a function of the raw material and selected process parameters:

- Method for characterising the tensile strain behaviour of extracted single and pairwise bonded SE (strain analysis in Fig. 1 and derivation of a stress-strain diagram in Fig. 2)
- Extraction methods for obtaining single fibres and fibre bundles from wood chips and from pressed and conditioned fibreboard
- Methodology for determining the cell wall cross-sectional areas of the structural elements during tensile strain to calculate the tensile stress

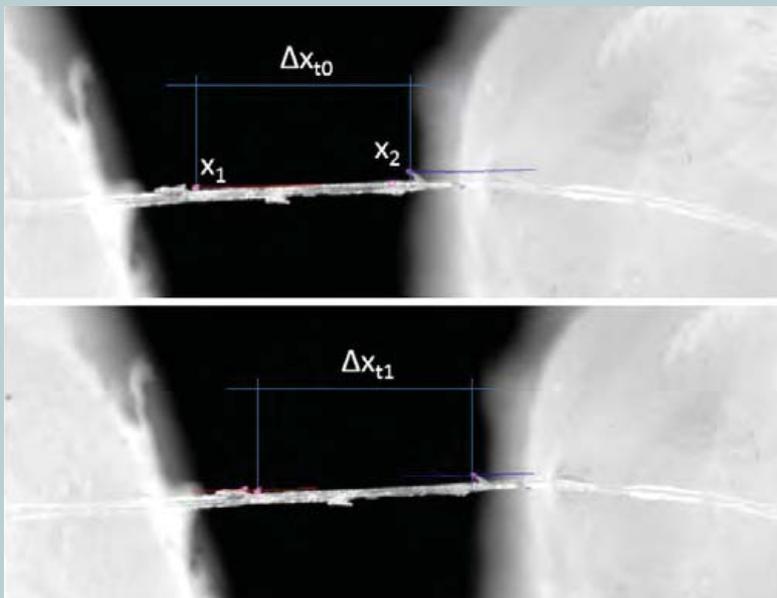


Abb. 1: Dehnungsanalyse mittels Digital Image Correlation an Mikroskopiebildern am Beispiel einer Längszugprüfung einer Einzelfaser zu den Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_1$

Fig. 1: Illustration of the strain analysis with Digital Image Correlation on micrographs using the example of a longitudinal tensile test of a single fibre at times  $t_0$  and  $t_1$

- Methodik zur Bestimmung der Zellwandquerschnittsflächen der Strukturelemente während der Zugbeanspruchung zur Berechnung der Zugspannung
  - Methodik zur Bestimmung der Kleb- bzw. Kontaktfläche von zwei miteinander verklebten Strukturelementen vor und nach der zerstörenden Klebflächenprüfung
  - Method for determining the bonding or contact area between two SE bonded together before and after destructive bonding strength testing
- Mit den entwickelten Methoden wurden die wesentlichen Abhängigkeiten zwischen den Eigenschaften der Strukturelemente und den Prozessparametern ermittelt. Diese können in Zukunft zur Aufklärung funktionaler Zusammenhänge zwischen mechanischen
- The methods developed were used to determine the essential dependencies between the properties of the structural elements and the process parameters. These can be used in the future to clarify functional relationships between mechanical properties of individual structural elements as well as structural elements bonded in pairs depending on the raw materials used and the process steps. In the future, the influence of the

Eigenschaften einzelner sowie paarweise verklebter Strukturelemente in Abhängigkeit von den eingesetzten Rohstoffen sowie der Prozessschritte genutzt werden. Zukünftig kann damit der Einfluss der mikromechanischen Eigenschaften der Strukturelemente ausgewählter Holzarten auf MDF-Eigenschaften, insbesondere die Querszugfestigkeit, ermittelt und mittels Struktur-Eigenschafts-Beziehung in einen kausalen Zusammenhang gebracht werden.

Die etablierten Methoden bilden die Grundlage für die Aufklärung weiterer, anwendungsbezogener Fragestellungen, wie z. B.:

- Prozessbedingte Phänomene wie die Ausbildung der Presshaut (verringerte Rohdichte der Grenzflächen; Bindemittel-Ver sprödung vs. Voraushärtung),
- Einfluss alternativer Rohstoffe und Faser vergütungsvorgänge auf Eigenschaften der Strukturelemente (z. B. chemo-thermo-mechanical Pulp (CTMP) vs. thermo-mechanical Pulp (TMP), Einsatz lignocelluloser Rohstoffe aus Einjahrespflanzen und Kurzumtriebsplantagen, Modifikation der Refineranlage, etc.),
- Wirkungsweise von Additiven und alternativen Bindemitteln auf das Faser-Faser-Bindungsverhalten (Hydrophobierungsmittel, Flammschutzmittel, Formaldehydfänger, Mehle, etc.),
- Wirkungsweise von Nachbehandlungsschritten bzw. Lagerungs- und Nutzungseinflüssen (Reifelagerung, thermische Nachbehandlung, Feuchte- und Wärme einfluss, etc.).

micromechanical properties of the structural elements of selected wood species on MDF properties, especially the internal bond, can be determined and brought into a causal relationship by means of a structure-property relationship.

The established methods form the basis for the clarification of further, application-related questions, such as:

- Process-related phenomena, such as the formation of the press skin (reduced density of surface layers; binder embrittlement vs. pre-hardening),
- The influence of alternative raw materials and fibre modification processes on properties of structural elements (e.g. chemo-thermo-mechanical pulp (CTMP) vs. thermo-mechanical pulp (TMP), use of lignocellulosic raw materials from annual plants and short-rotation plantations, modification of the refining plant, etc.)
- The effect of additives and alternative binders on the fibre-fibre bonding behaviour (hydrophobing agents, flame retardants, formaldehyde scavengers, flours, etc.),
- The effect of post-treatment steps or storage and usage influences (ripening storage, thermal post-treatment, humidity and heat influence, etc.).

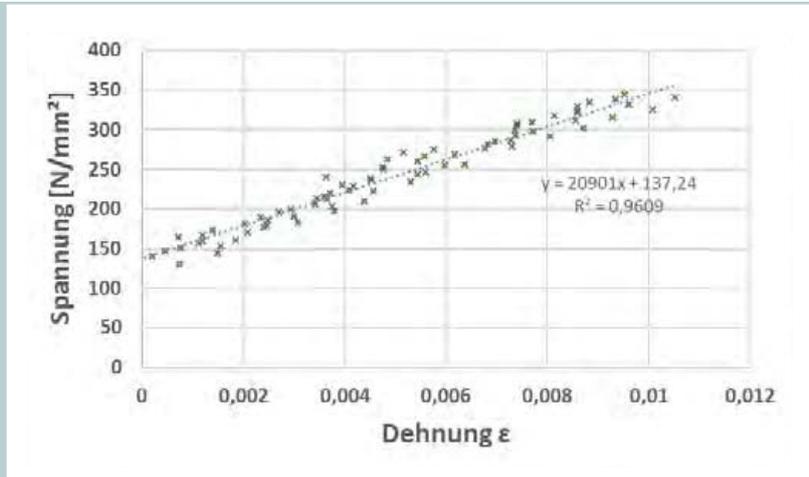


Abb. 2: Spannungs-Dehnungs-Diagramm einer Zugprüfung an einer Einzelfaser aus nativem Kiefer-Spätholz

Fig. 2: Stress-strain diagram of a tensile test on a single fibre of native pine latewood