

Holzbasierte Werkstoffe im Maschinenbau

Wood-based materials in mechanical engineering

Projektleiter
Project leader:
Jens Gecks

Projektbearbeiter
Person in charge:
Tino Schulz,
Benjamin Grohmann

Fördermittelgeber
Co-funded by:
BMEL (FNR)

Projektpartner
Project partners:
TU München,
TU Chemnitz,
TU Dresden,
WKI Braunschweig,
TH Rosenheim,
PTS Heidenau,
Universität Göttingen,
HNE Eberswalde

Teilvorhaben IHD:
Entwicklung von Prüfmethoden

AUSGANGSSITUATION UND ZIELSTELLUNG

Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen im Bauwesen ist etabliert, die Bemessungsmodelle und -methoden sind in der Literatur und im Normenwerk beschrieben und werden kontinuierlich den Erfordernissen angepasst. Gegenüber dem Einsatz von Holz im Maschinenbau bestehen jedoch Vorbehalte, die unter anderem darauf zurückzuführen sind, dass die zur Bemessung notwendigen Kennwerte nicht zur Verfügung stehen. Ziel des Projektes war deshalb die Schaffung der Grundlagen für den Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen im Maschinenbau. Im IHD-Teilvorhaben sollten Prüfmethoden zur Bestimmung der Kennwerte erarbeitet werden.

VORGEHENSWEISE

Nach einer umfassenden Recherche zu Simulations- und Bemessungskonzepten im Maschinenbau und zur Qualität der benötigten Kennwerte erfolgte der Einstieg in die Prüfmethodenentwicklung. Bisher bekannte Prüfprozedere aus dem Holzbereich wurden ebenso in die Betrachtungen einbezogen wie Verfahren mit anderen Werkstoffen. Im Anschluss an die Methodenentwicklung erfolgten Ringversuche zur Validierung der Prüfverfahren. An für den Maschinenbau interessanten Materialien wie Sperrholz und hochdichten Faserplatten wurden die Kennwerte ermittelt, mit deren Hilfe Konstruktionsteile bemessen wurden. Nach der

Sub-project IHD:
Development of test methods

INITIAL SITUATION AND OBJECTIVE

The application of wood and wood-based materials in the building industry has established itself, the design models and methods are described in the literature and standards, permanently being adapted to the requirements. The application of wood in mechanical engineering, however, is facing reservations, which is basically owed to the fact that characteristic values required for dimensioning are simply not available. The goal of the project therefore was to create the basis for the application of wood and wood-based materials in mechanical engineering. The IHD's sub-project was to work out test methods for determining the characteristic values.

APPROACH

After comprehensive research on simulation and design concepts in mechanical engineering and on the quality of the required characteristic values, the actual development of test methods was launched. Previously known test procedures from the wood sector were considered to the same extent as methods involving other materials. Method development was then followed by round-robin tests to validate the test methods. The characteristic values were determined in materials that are of particular interest to mechanical engineering, such as plywood and high-density fibreboard, and were then used in dimensioning structural compo-

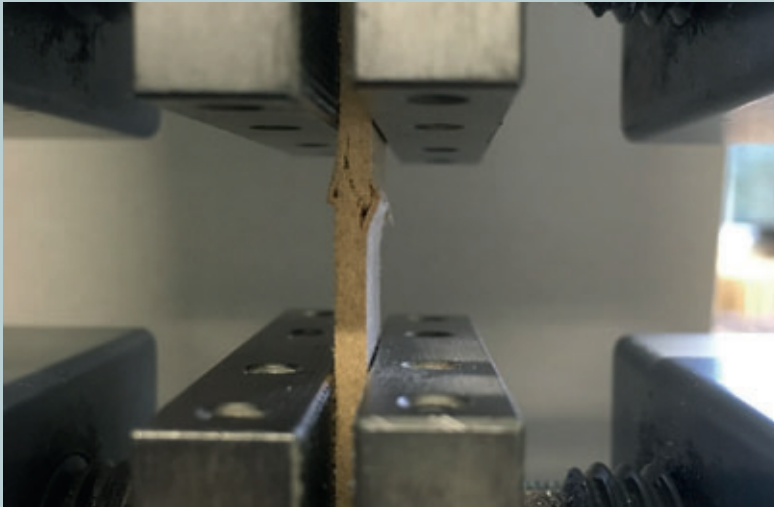


Abb. 1: Versagensbild nach Belastung durch Druck in Plattenebene

Fig. 1: Image of failure after exerting loading by pressure in panel plane

Dimensionierung wurden Demonstratoren hergestellt. Die Kennwerte wurden in eine Datenbank eingespeist.

Das Teilprojekt des IHD beinhaltete die Herstellung von Faserplatten mit reproduzierbaren Eigenschaften, die Entwicklung von Prüfmethode zur Kennwertbestimmung und die Ermittlung von Festigkeiten und Steifigkeitswerten der Faserplatten. Diese sollten entsprechend den Vorgaben der Maschinenbauer eine Dicke von maximal 3 mm aufweisen. Im Holzwerkstofftechnikum wurden Platten mit definierten Rohdichten von 700 kg/m^3 bis 900 kg/m^3 gefertigt. Sie wurden bezüglich der klassischen Holzwerkstoffeigenschaften charakterisiert.

Parallel begann die Prüfmethodeentwicklung. In Abstimmung mit den Projektpartnern erfolgte zunächst die Festlegung der Prüfparameter und der Prüfkörpergeometrie für die Zugprüfung. Für die Verwendung der Prüfergebnisse im Maschinenbau wurden die Spannungs-Dehnungs-Kurve aufgezeichnet, Bruchspannung und Bruchdehnung dokumentiert sowie Linearitätsgrenze und Querkontraktionszahl ermittelt. Als einheitliche Prüfgeschwindigkeit für alle Tests wurde 1 % Dehnung je Minute festgelegt. Die Prüfkörper bestanden aus einer industriell hergestellten, 2,5 mm dicken Faserplatte und wiesen eine rechteckige Geometrie auf. Nach der Anpassung der Prüfeinrichtung und

ments. That was followed by building demonstrators. The characteristic values were fed into a database.

The IHD's sub-project included the manufacture of fibreboard of reproducible properties, the development of test methods for determining characteristic values and the specification of strengths and stiffness values of the fibreboard. According to the mechanical engineers, they should be of maximum thickness of 3 mm. Fibreboard panels of defined densities from 700 kg/m^3 to 900 kg/m^3 were manufactured at the Technical Laboratory for Wood-based Materials and were characterised with regard to the classical wood-based materials properties.

Developing the test methods was started at the same time. At first, the test parameters and test sample geometries for tensile testing were defined in coordination with the project partners. The stress-strain curve was recorded, the breaking stress and breaking strain were documented, and the linearity limit and Poisson's ratio were determined for use of the test results in mechanical engineering. A uniform test speed of 1 % strain per minute was stipulated for all tests. The test pieces were sampled of an industrially manufactured, 2,5-mm-thick fibreboard and had a rectangular geometry. After adapting the test equipment and numerous pre-

zahlreichen Vorversuchen wurde ein erster Ringversuch durchgeführt. Am IHD wurden erstmals Querkontraktionszahlen berechnet, die auf den Ergebnissen berührungsloser Verformungsmessung basieren. In einem Optimierungsschritt wurde das Prüfprozedere bei den Projektpartnern weiter vereinheitlicht. Die Kennwerte für Beanspruchung durch Zug in Plattenebene wurden in einem zweiten Ringversuch bestimmt.

Für die Ermittlung der Werte bei Beanspruchung durch Druck in Plattenebene stellte die geringe Dicke eine große Herausforderung dar. Druckteller waren deshalb nicht verwendbar. Die freie Einspannlänge musste einerseits wegen der Verformungsmessung und andererseits wegen der Reduzierung der Gefahr des Ausknickens optimiert werden. Die Prüfparameter und die Prüfkörpergeometrie wurden in Anlehnung an die Zugprüfung festgelegt. Nach zahlreichen Vorversuchen wurde ein Prüfprozedere gefunden, mit dem die Kennwerte zuverlässig ermittelt werden konnten (Abb. 1).

Die Eigenschaftskennwerte bei Schubbeanspruchung sind ebenfalls zur Auffüllung der Steifigkeitsmatrix erforderlich. Auch in diesem Fall erlaubte die geringe Dicke des Materials nicht die Anwendung bekannter Methoden. Die Werte sollten im Scherversuch ermittelt werden. Nach mehreren Optimierungsschritten bezüglich Prüfkörperbreite sowie Lage und Ausformung der Einschnitte gelang es, die Prüfkörper so auszuformen, dass ein Scherbruch auftritt. Die Bereiche außerhalb des zu erwartenden Bruchs wurden verstärkt (Abb. 2).

Die Kennwerte wurden den Projektpartnern zur Verfügung gestellt und in die Kennwertdatenbank eingepflegt.

ERGEBNISSE

Für die Bestimmung der mechanischen Kennwerte von dünnen Holzwerkstoffen für den Einsatz im Maschinenbau wurden Prüfverfahren für die Belastung auf Zug erarbeitet,

liminary tests, a first round-robin test was carried out. At the IHD, Poisson's ratio was calculated for the first time, based on the results of non-contact deformation measurements. In an optimisation step, the test procedure was further standardised among all project partners. The characteristic values for tensile stress in the panel plane were determined in a second round-robin test.

For determining the values when exposed to pressure in the panel plane, the low thickness proved to be a great challenge. Therefore, pressure plates could not be used. The free clamping length had to be optimised for the deformation measurement on the one hand and for reducing the risk of buckling on the other. The test parameters and the sample geometry were determined in accordance with the tensile test. After numerous preliminary tests, a test procedure was found that could reliably determine the characteristic values (Fig. 1).

The property characteristics under shear loading are also required to fill the stiffness matrix. Also in this case, the low thickness of the material did not permit the application of known methods. The values were to be determined in the shear test. After several optimisation steps regarding sample width as well as positioning and shaping of the notches, it was possible to shape the samples in such a way that a shear fracture occurred. The areas outside the expected fracture were reinforced (Fig. 2).

The characteristic values were made available to the project partners and were entered into the value database of characteristic values.

RESULTS

Test procedures for tensile loading were developed, described and validated for the determination of mechanical parameters of thin wood-based materials for use in mechanical engineering. One test method each was developed for determining the char-

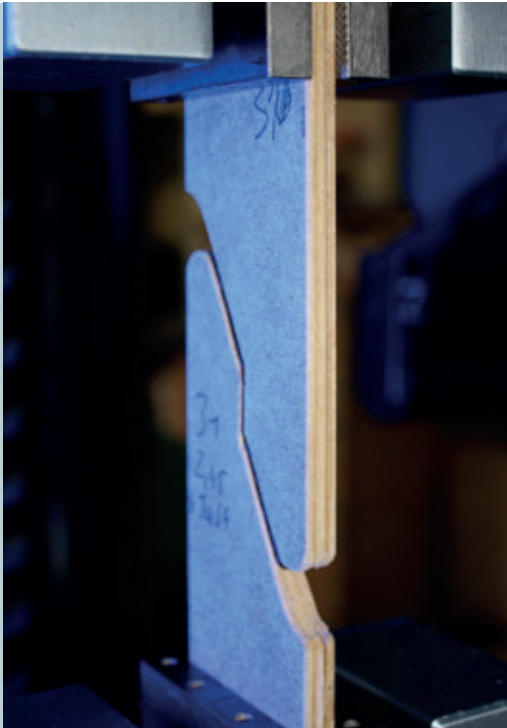


Abb. 2: Prüfaufbau des Scherversuches mit verstärktem Prüfkörper

Fig. 2: Test setup for the shear test on a reinforced sample

beschrieben und validiert. Für die Kennwertermittlung bei Druck- und Scherbeanspruchung wurde jeweils eine Prüfmethode entwickelt und die Prüfkörpergeometrie so weit optimiert, dass der Test zu reproduzierbaren Ergebnissen führt.

Datensätze der Versuchsergebnisse und Spannungs-Dehnungs-Diagramme wurden den Projektpartnern für Simulationsrechnungen zur Verfügung gestellt und in die Datenbank eingespeist.

AUSBLICK

Die Prüfmethode dienen der Bestimmung von Kennwerten bei statischer Belastung. In weiterführenden Vorhaben sollen Methoden zur Bestimmung der Kennwerte für sich wiederholende Belastungen und Stoßbeanspruchungen erarbeitet werden.

characteristic values for compressive and shear stress. The test specimen geometry was optimised to such an extent that the test yielded reproducible results.

Data sets of the test results and stress-strain diagrams were made available to the project partners for simulation calculations and fed into the database.

OUTLOOK

The test methods serve to determine parameters in static loading. Further projects shall establish methods to determine parameters for alternating loads and impact stress.