

# Entwicklung einer Mittellage und eines Herstellungsverfahrens für lignocellulose Leichtbauplatten mit einer Expansions-Mittellage aus kaschierten Furnierstreifen

## Development of a Middle Layer and a Manufacturing Method for Lignocellulose Lightweight Panels with an Expansion Middle Layer of Laminated Veneer Strips

### Projektleiter

#### Project Leader:

Dirk Hohlfeld

### Projektbearbeiter

#### Persons in-charge:

Dirk Hohlfeld,

Rodger Scheffler

### Fördermittelgeber

#### Funded by:

BMW (ZIM-KF)

### Teilprojekt IHD:

***Entwicklung einer Expansions-Mittellage für lignocellulose Leichtbauplatten auf der Basis kaschierter Furnierstreifen***

### Partial IHD project:

***Development of an Expansion Middle Layer for Lignocellulose Lightweight Panels Based on Laminated Veneer Strips***

### AUSGANGSSITUATION

Zurzeit werden für Bodenplatten von Podesten und mobilen Bühnenelementen (Studio-, Event- und Theaterbranche) meist Tischlerplatten aus Buchenholz oder Multiplex-Platten für den Innenbereich und wasserfest verleimte Siebdruckplatten für den Außenbereich eingesetzt. Die mobilen Bühnenelemente und Podeste bestehen meist aus einem Aluminiumrahmen mit eingelassener Tischler- oder Sperrholzplatte und daran befestigten Standelementen, wie z. B. Steckbeinen oder Scheren. Übliche Steckbeinpodeste, beispielsweise von Nivetec oder Büttec, haben bei einer Grundfläche von 1 m x 1 m ein Gewicht von ca. 24 kg, wobei das Flächengewicht der Bodenplatte ca. 20 kg/m<sup>2</sup> beträgt. Wenige Hersteller, wie beispielsweise Revostage, bieten bereits Lösungen für mobile Bühnenelemente in Leichtbauweise an (Flächengewicht der Bodenplatte ca. 10 kg/m<sup>2</sup>), nutzen dabei aber einen Mix verschiedener Materialien (Holz, Kunststoff, Aluminium).

### INITIAL SITUATION

At present, bottom plates of pedestals and mobile stage elements (studio, event and theatre industry) are mostly made of beech blockboard or multiplex panels for indoor use and waterproof glued film faced plywood for outdoor use. The mobile stage elements and pedestals typically consist of an aluminium frame with an embedded blockboard or plywood panel with attached stand elements, such as plug-in legs or expandable lattices. Usual platforms with plug-in legs made by Nivetec or Büttec have a footprint of 1 m x 1 m and a weight of approx. 24 kg, whereas the weight per unit area of the bottom plate is approx. 20 kg/m<sup>2</sup>. Few manufacturers, such as Revostage, already offer solutions for mobile stage elements in lightweight design (weight per unit area of the bottom plate approx. 10 kg/m<sup>2</sup>), but use a mix of various materials (wood, plastics, aluminium).

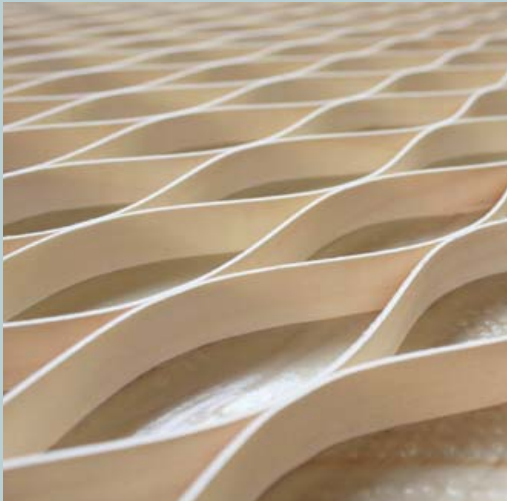


Abb. 1: Gestreckte Wabe auf untere Deckschicht geklebt  
Fig. 1: Stretched honeycomb glued to lower top layer

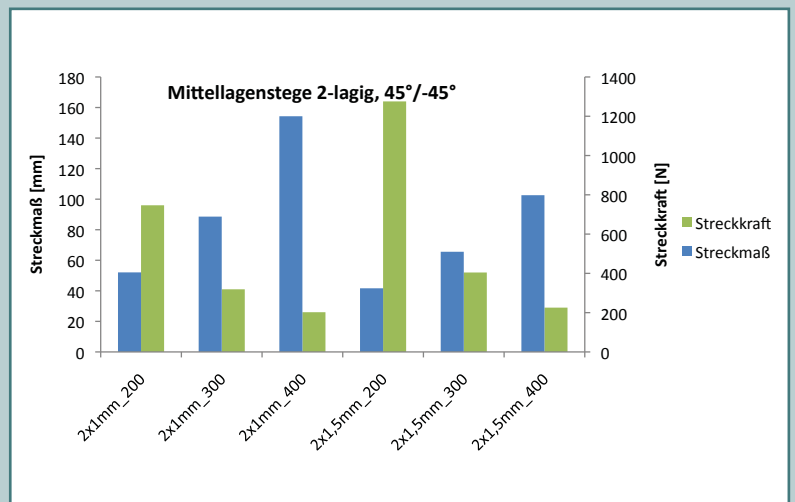


Abb. 2: Streckmaße und Streckkräfte der 45°/-45°-Mittellagenvarianten in Abhängigkeit verschiedener Furnierdicken [1, 1,5] mm und Klebbahnenabständen [200, 300, 400] mm  
Fig. 2: Measurements of stretch and stretch forces of the 45°/-45° middle-layer variant depending on various veneer thicknesses [1, 1.5] mm and gluing path spacing [200, 300, 400] mm

## ZIEL UND LÖSUNGSANSATZ

Ziel des Projektes war die Entwicklung einer lignocellulosen Sandwichplatte für mobile Bühnenelemente, bestehend aus Sperrholz-deckschichten und einer furnierbasierten Expansions-Mittellage. Die Mittellage zeichnet sich durch senkrecht zur Deckschicht stehende, partiell miteinander verklebte Furnierverbundstreifen aus. Diese Furnierverbundstreifen sind aus Furnierstreifen mit unterschiedlicher Faserorientierung aufgebaut (Abb. 1).

## MATERIAL UND METHODEN

Um die hohen Belastungen, die im Rahmen der Verwendung der zu entwickelnden Leichtbauplatte für Podeste und mobile Bühnenelemente auftreten, aufnehmen zu kön-

## OBJECTIVE AND APPROACH

The objective of the project was to develop a lignocellulose sandwich panel for mobile stage elements, consisting of plywood top layers and an expansion middle layer, which is made of partially glued veneer laminates standing upright to the toplayers. The veneer laminates itself are made of veneer strips with different fibre orientation (Fig. 1).

## MATERIAL AND METHODS

In order to absorb the high loads that occur when using the lightweight panel to be developed for platforms and mobile stage elements, micro-damaging during the stretching process of the middle layer as well as damage to the middle layer and the lightweight panel under, varying load situations must be prevented.

nen, müssen Mikroschädigungen während des Streckvorganges der Mittellage sowie Schädigungen der Mittellage und Leichtbauplatte unter verschiedenen Belastungssituationen verhindert werden.

Der Ansatz war hier das Verkleben von unterschiedlich ausgerichteten Furnieren, das heißt, es wurden die Faserrichtungen der senkrecht stehenden Mittellagenfurniere variiert bzw. zwei dünnere Furniere mit gleicher oder unterschiedlicher Faserrichtung, z. B.  $45^\circ$  und  $-45^\circ$  oder  $0^\circ$  und  $90^\circ$  kombiniert. Hierdurch werden zusätzlich die mechanischen Eigenschaften des Kerns an die Belastungssituation angepasst. So können bei einem Faserrichtungswinkel von  $45^\circ/-45^\circ$  besonders Schubkräfte, die durch den angedachten Verwendungszweck verstärkt auftreten, gut aufgenommen werden.

Begleitet wurden die Versuche durch numerische Berechnungen, mit denen anhand von Parametern der Mittellage und Deckschichten die Druck- und Biegesteifigkeiten der Leichtbauplatte ermittelt werden können.

## ERGEBNISSE

Zur Herstellung der Mittellagenstege erwiesen sich PVAc-Systeme als technologisch besonders vorteilhaft, da die Klebstoffe im ausgehärteten Zustand eine elastische Klebfuge aufweisen und sich dadurch das Streckverhalten (Streckkräfte, maximales Streckmaß) verbessert. Mit Klebbahnabständen von 200 mm können die partiell verklebten Stege nur ungenügend und mit hohen Kräften gestreckt werden, so dass Varianten mit 300 – 400 mm Klebbahnenabstand zu bevorzugen sind. Die  $45^\circ/-45^\circ$ -Varianten weisen gegenüber den  $0^\circ/90^\circ$ -Varianten die gerings-

The initial idea was to glue veneers of different orientation, which means the fibre directions of the vertically standing middle layer veneers were varied or two thinner veneers of the same or different fibre orientation, e.g.,  $45^\circ$  and  $-45^\circ$  or  $0^\circ$  and  $90^\circ$ , were combined. Thereby, the mechanical properties of the core are additionally adjusted to the load situation. Thus, at a fibre orientation angle of  $45^\circ/-45^\circ$ , especially thrust forces that increasingly occur with the envisaged purpose of use can be absorbed well.

Tests were accompanied by numerical calculations with which – using the parameters of the middle layer and top layers – the compressive and bending rigidity of the lightweight panel can be determined.

## RESULTS

For making the middle layer, PVAc systems proved to be of special technological benefit, since these adhesives show an elastic joint in their cured state, thus improving the stretching behaviour (stretch forces, maximum measurement of stretch). With gluing paths spaced 200 mm, the partially glued veneers can only be stretched insufficiently and with high forces, so that variants of 300 – 400 mm spaces between gluing paths should be given preference. The  $45^\circ/-45^\circ$  variants, contrasted to their  $0^\circ/90^\circ$  pendants, show the lowest stretch forces and highest maximum stretchability (Fig. 2). However, warping of the veneer strips became apparent when making the middle-layer, resulting in problems during further processing, especially when formatting the middle layer.

Both the bending rigidity and compressive strength of the lightweight panel are deci-

ten Streckkräfte und höchsten maximalen Streckmaße auf (Abb. 2). Jedoch zeigte sich bei der Herstellung der Mittellagenstege ein Verziehen der Stege, wodurch es zu Problemen bei der Weiterverarbeitung, insbesondere bei der Formatierung der Mittellage, kam.

Sowohl Biegesteifigkeit als auch Druckfestigkeit der Leichtbauplatte werden durch den Mittellagenaufbau maßgeblich beeinflusst. Die in den mechanischen Prüfungen bestimmten Eigenschaftskennwerte liegen im Bereich anderer Sandwichaufbauten.

## FAZIT

Im Verlauf des Vorhabens wurden eine biegesteife, druckfeste Leichtbauplatte (Sandwichplatte mit Furniermittellage) für den mobilen Bühnenbau sowie eine adäquate Technologie zu deren Herstellung entwickelt. Durch den optimierten Aufbau der Mittellage (Faserorientierung und Dicke der Stege, Streckweite) konnte eine homogene Leichtbauplatte mit guten mechanischen Eigenschaften (Biegefestigkeit und Biegesteifigkeit) geschaffen werden. Im Vergleich zu anderen auf dem Markt für den mobilen Bühnenbau erhältlichen Leichtbauplatten wurde ein Produkt entwickelt, das sich durch den effizienten Einsatz nachwachsender Rohstoffe, das heißt die Verwendung von Furnieren für Mittellage und Deckschichten, auszeichnet und dass bei gleichem Flächengewicht vergleichbare mechanische Eigenschaften aufweist.

sively impacted by the middle-layer structure. The characteristic parameters determined in the mechanical tests are within the range of other sandwich structures.

## CONCLUSION

In the course of the project, a rigid, pressure-resistant lightweight panel (sandwich panel with veneer middle layer) for use on mobile stages as well as an adequate technology for its manufacture were developed.

Due to an optimised structure of the middle layer (fibre orientation and thickness of the bars, stretch width), a homogeneous lightweight panel of good mechanical properties (bending strength and bending rigidity) could be generated. In comparison to other lightweight panels available in the market for mobile stage construction, a product was developed which distinguishes itself by an efficient use of renewable source materials (veneers for the middle layer and top layers) and shows comparable mechanical properties while having the same weight per unit area.