

Möbelleichtbau durch Faltechnologie; Entwicklung und Eignungsnachweis neuer Lösungen für Leichtbaukonstruktionen

Projektleiter: Dipl.-Ing. Matthias Weinert
 Bearbeiter: Dipl.-Ing. Matthias Weinert
 Dipl.-Ing. Linda Geißler
 Förderinstitution: BMWi/AiF/ZIM
 Kooperationspartner: Karl W. Niemann GmbH + Co. KG

Ausgangssituation

Der Kooperationspartner Karl W. Niemann GmbH + Co. KG ist als Möbelteilefertiger (vorrangig Fronten) in der Branche aufgestellt. Er verfügt über die Technik und das Know-how, eine hochfeste biaxial orientierte, coextrudierte Folie aus Polyethylenterephthalat (PET) mit hervorragenden mechanischen und optischen Eigenschaften mit Hochglanz oder matter Oberfläche zu verarbeiten. Aus den mechanischen Eigenschaften der Folie leitete er den Wunsch ab, das Leistungsvermögen dieser Folienbeschichtung für das Falverfahren zu untersuchen und zu erschließen.

Zielstellung

Der Projektansatz basiert auf der Weiterentwicklung des bekannten Falprinzips. Dieses Prinzip wird auch als Gehrungsecke bzw. Folding-Verfahren (engl. Falten, Wickeln) bezeichnet. Hierbei werden in die planen Flächen einseitig Nuten gefräst und die Platten an diesen Fräslinien zu plastischen Elementen gefaltet bzw. gewickelt. Im Rahmen der Projektbearbeitung sollten folgende Weiterentwicklungen des Verfahrens realisiert und damit neue innovative Produkte und Lösungen entwickelt und umgesetzt werden:

- Verwendung eines hochfesten und flexiblen Beschichtungsmaterials (Scharnier) zur Realisierung unbegrenzt faltbarer Ecklösungen für wieder zerlegbare Lösungen wie z. B. Messestände;
- Entwicklung dafür notwendiger neuer Lösungen zur mechanischen Fixierung der Faltungen;
- Entwicklung einer industriell einsetzbaren Technologie zum beidseitigen hochpräzisen Fräsen, um bisher nicht realisiertes „Rückwärtsfalten“ und dadurch möglich gewordene komplexe

- räumliche Strukturen schaffen zu können;
- Entwicklung von Lösungen zum Schutz der gerästen Nuten bei Gebrauch und Transport.

Vorgehensweise und Ergebnisse

Die Bestimmung der mechanischen Leistungsfähigkeit der Beschichtung erfolgte über die Ermittlung von Kennwerten wie z. B. die Dehnung, die Verklebungsfestigkeit der Folie mittels Zug- und Druckversuch und Druckversuch der Ecklösung (s. Abb. 1). Als Trägermaterial kamen 8,0 mm dicke Span-, Faser- und Kompaktplatten zum Einsatz. Weiterhin wurde die „Scharnierfähigkeit“ über eine Dauerfaltprüfung untersucht (s. Abb. 2). Im Ergebnis der Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Folie ausreichende Festigkeiten sowohl bei mechanischen Eigenschaften als auch hinsichtlich der Verklebung besitzt. Bezüglich der Scharnier-



Abb. 1: Druckprüfung eines Eckelementes

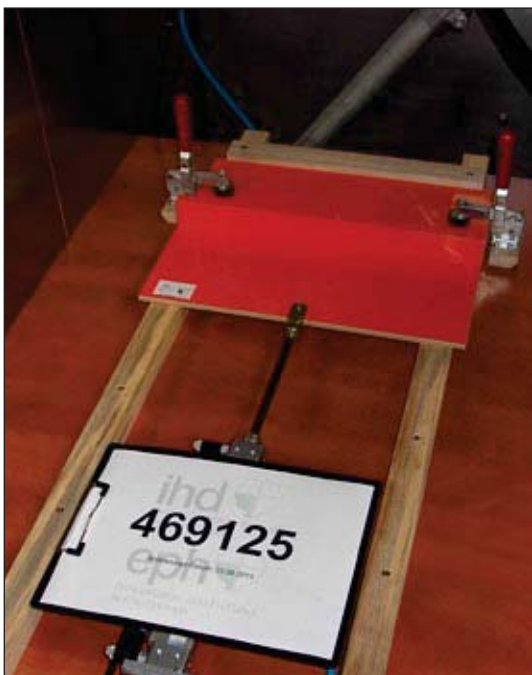


Abb. 2: Dauerfaltprüfung

nung wurde der Versuch nach 50 000 Faltzyklen abgebrochen, da keine signifikanten Änderungen zu beobachten waren. Bei relativen Luftfeuchtigkeit > 65 % waren signifikante Quellerscheinungen der ungeschützten V-Nuten zu verzeichnen, die ein Versiegeln ebendieser erfordern. Für einen ausreichenden Schutz der V-Nuten in Span- und Faserplatten konnte die Eignung einer Behandlung mit Kleiberit 555.6 nachgewiesen werden. Bei Kleiberit 555.6 handelt es sich um einen 1-komponentigen, reaktiven Polyurethan-Verdichtungswerkstoff, der durch Reaktion mit Feuchtigkeit von einem flüssigen (Viskosität nahezu von Wasser) in einen festen

Zustand übergeht. Hohlräume und Holzwerkstoffstrukturen werden so ausgefüllt und verfestigt. Eine Beeinträchtigung der Eckgeometrie der V-Fuge infolge Quellung bei Verwendung von Kleiberit 555.6 konnte nicht beobachtet werden. Die Behandlung führt zu einer leichten Verfärbung der Fugenfläche (Abdunkelung). Für den Schutz offener Nuten beim Transport konnte auch die Eignung von Klebfolien (tesafix 4965) nachgewiesen werden.

Zur Unterstützung potentieller Anwender bei der Planung abgefalteter Böden wurde ein Berechnungstool entwickelt. Mit analytischen und numerischen Methoden (FEM) wurden Berechnungsvorschriften für ein webbasiertes Tool erarbeitet, mit dem potentielle Anwender verschiedene Abfaltvarianten auf den Internet-Seiten der Projektpartner vergleichen können (s. Abb. 3). Ausgewiesen wird jeweils die zu erwartende Durchbiegung für eine bestimmte Faltvariante unter Berücksichtigung der gewählten Material- und Geometriebedingungen. Dieser Durchbiegung wird die Dicke und Masse eines ebenen, flächigen (nicht abgefalteten) Bodens gegenübergestellt. Dadurch wird dem Anwender das Einsparpotential seiner Variante (Materialersparnis) bei gleicher Leistungsfähigkeit (Durchbiegung) direkt ausgewiesen. Ein Kleinkorpusssystem, bestehend aus einem gefalteten Korpusrahmen mit eingetuteter Rückwand und wahlweise einer Klappe oder Tür als Verschlusslösung, die je nach Lage (Drehung) des Korpus verwendet werden kann, wurde in einer ersten Musterserie gefertigt. Hier fungiert die Beschichtungsfolie als Scharnier. Dieses System wurde auf dem BMWi-Innovationstag am 22. Mai 2014 in Berlin präsentiert.

Methode Ixx_Variante2_mit_3

Skizze

Plattenform

Dicke d: 8 [mm]

Tiefe t: 600 [mm]

h_{s1}: 30 [mm]

h_{s2}: 30 [mm]

h_{s3}: 30 [mm]

Parameter

Flächenlast p [N/m²]: 125

Stützweite des Bodens [mm]: 300

E-Modul p [N/mm²]: 4000

Dichte Plattenwerkstoff ρ₂₀ [kg/m³]: 900

Flächenträgheitsmoment: 533476,92 mm⁴

Durchbiegung der Falplatte: 1,84 mm

Vollquerschnitt: 9,51 kg

Falplatte: 4,49 kg

entspricht 47,24 % von vergleichbarer Vollplatte

Abb. 3: Webtool zum Berechnen abgefalteter Böden (Beispiel)