Spk-Holz

Experimentelle Untersuchungen für eine modellbasiere Optimierung der Schraubenpressklebung im Holzbau IGF-Vorhaben 19971 N

Alexander Delp¹, Ronja Scholz¹, Frank Walther¹, Daniel Mehlich², Oliver Bletz-Mühldorfer², Leander Bathon²

¹Technische Universität Dortmund,
Fachgebiet Werkstoffprüftechnik (WPT), Dortmund/Deutschland

²Hochschule RheinMain (HSRM),
Labor für Holzbau. Wiesbaden/Deutschland

Die Schraubenpressklebung (Spk) wird im Holzbau für tragende Bauteile im Neu- und Altbau eingesetzt und ist eine individuelle flexible Verbindungstechnologie. und Grundlegende Einstellgrößen für die Ausbildung der Klebstofffuge als lasttragende Verbindung der Schraubenpressklebung sind die Art der Verschraubung, die eingesetzten Holzmaterialien sowie Klebstoffe. Verbesserte Kenntnis über die Zusammenwirkung der Systempartner und eine Optimierung von Schraubenabständen würde die Spk einfacher und attraktiver in der Anwendung machen.

Vorgehensweise

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden die Klebstofffugen über optische und mechanische Verfahren charakterisiert. Es wurden 16 Schraubentypen, 4 Beplankungsmaterialien und 3 Klebstoffe miteinander verglichen. Gleichzeitig wurde eine simulative Basis zur Untersuchung der Spk unter Anwendung der Simulationsumgebung ABAQUS CAE erarbeitet.

Der maximal wirkende Pressdruck in der Klebefuge wurde über hochsensible Druckmessfolien bestimmt. Am Labor für Holzbau der Hochschule Rhein Main (HSRM) wurde zur Untersuchung ein Schraubenversuchsstand entwickelt, um unter reproduzierbaren Bedingungen Schrauben-

pressklebungen zu erstellen. Zur Kalibrierung fanden maschinengestützte Versuche am Fachgebiet Werkstoffprüftechnik (WPT) der Technischen Universität Dortmund (TU Dortmund) statt.

Zur Untersuchung wurden über 60 Verschraubungen mit 16 unterschiedlichen Schrauben hergestellt und diese über 190 ausgelöste Druckmessfolien in 520 Zonen ausgewertet. Weiterhin wurden über die Verwendung von 3 Schraubentypen und zwei Beplankungsmaterialien 6 Verschraubungssysteme hergestellt. Im Anschluss wurden 15 Großprüfkörper zur Untersuchung der Klebstoffvariation hergestellt aus denen jeweils 35 Kleinprüfkörper gefertigt wurden. An diesen wurden Druckscher-, Delaminierungsund Kochprüfungen durchgeführt. Weiterhin dienten diese Probenkörper der Fugendickenuntersuchung mittels Lichtmikroskopie sowie der Bestimmung der Fugenporosität über eine hierfür im Rahmen dieses Vorhabens entworfenen computertomographischen Auswertmethodik.

Ergebnisse

Für die Untersuchung des erreichbaren Anpressdrucks wurde ein Prüfstand entwickelt und konstruiert (Abbildung 1 a)). Unter Verwendung unterschiedlicher Schraubentypen wurden quadratische Nadelholzplatten mit einem Nadelholz-BSH-Träger verbunden und zur Auswertung des Anpressdrucks einer Schraube auf eine Fläche von 150 x 150 mm² drei unterschiedliche Folientypen (4LW, LLLW, LLW) eingesetzt. Diese wurden bei jeder Verschraubung übereinander auf dem Basisträger platziert (Abbildung 1 b)). Die Beplankungsplatte wurde auf einer Seite mit einer Kunststoffplatte versehen, aus der vorab quadratische Erhebungen herausgefräst wurden (Abbildung 1 c)). Bezogen auf die verringerte Fläche konnte die wirkende Schraubenkraft ermittelt werden, die wiederum auf die Gesamtfläche von 150 x 150 mm² umgerechnet, den Anpressdruck p_{22.500} je Schraube ergab (Abbildung 2).

Die Untersuchungen ergaben, dass die höhere Steifigkeit der Buche zu einer besseren Druckübertragung in die Fügezone und eine Zunahme der Materialstärke grundsätzlich zu einer Zunahme der Druckfläche der Fügezone führte, wobei die Druckspannung mit zunehmender Materialstärke sank. In Bezug auf die Druckverteilung in Holzwerkstoffen wurde festgestellt, dass diese in Form von zwiebelförmigen Isobaren auftritt, die durch das Beplankungsmaterial bis in die Basis verlaufen. Diese Erkenntnis kann zur Lokalisierung der Maximalkraft in der Spk und demnach zur Dimensionierung der Einzelkomponenten herangezogen werden. Holzfasern sorgen zudem für eine verstärkte Ausrichtung in Longitudinalrichtung der Holzstruktur. Im Rahmen der Dicken- und Porositätsmessungen der Klebstofffuge zerstörungsfrei mittels Computertomographie (CT) ergaben sich Unterschiede der Fugendicke des Einzelprobenkörpers bis zum Faktor 4. Die Klebstoffflächen weisen eine tatsächliche Anbindung von 79...96 % auf (Abbildung 4). Inhomogenitäten durch Schrauben, Verästelungen und Stoßflächen spielen dabei eine Rolle. Durch hydraulisches Pressen hergestellte Probekörper sind vollständig angebunden.

In der FE-Umgebung konnte ein kraftgeregeltes, ideal elastisches Modell erste Werte für die Pressdruckverteilung liefern. Dabei wurde sowohl die Kopfgeometrie, als auch der Lagenaufbau von unterschiedlichen

Holzaufbauten nachgestellt. Als Grundlage für die FE-Modellierung dient das mechanische Verhalten unter Druckbeanspruchung von Laub- und Nadelholz am Beispiel von Buche und Fichte. Für eine planparallele Krafteinleitung wurde ein Kugelkopf zur Vermeidung von Verkippungen konstruiert und hergestellt. Instrumentiert wurde der Versuchsstand mit einem 4-Kamera-System zur digitalen Bildkorrelation (DIC) (Ab-Die Kopfgeometrie der bilduna 5). Schraube als Krafteinleitbedingung sowie die Definition eines schichtweise aufgebauten Grundkörpers mit materialspezifischen mechanischen Parametern in der Einzelschicht bei variabler Schicht- und Stapeldicke dienen der Optimierung der simulativen Abbildung der SPK und ermöglichen eine Darstellung einer kegelförmigen materialtiefenabhängigen Druckverteilung (Abbildung 6).

Stichworte

Schraubenpresskleben Bestimmung des Pressdrucks FE-Modellierung

Forschungspartner

Technische Universität Dortmund Fachgebiet Werkstoffprüftechnik (WPT) ¹ Baroper Str. 303 44227 Dortmund

Hochschule RheinMain (HSRM) Institut für Baustoffe und Konstruktion ² Kurt-Schumacher-Ring 18 65197 Wiesbaden

Durchführung

M.Sc. Alexander Delp¹
M.Sc. Ronja Scholz¹
Prof. Dr.-Ing. Frank Walther ¹
Dr.-Ing. Oliver Bletz-Mühldorfer ²
Daniel Mehlich, M.Eng. ²
Prof. Dr.-Ing. Leander Bathon ²

Förderung

BMWi über AiF/iVTH IGF 19971 N

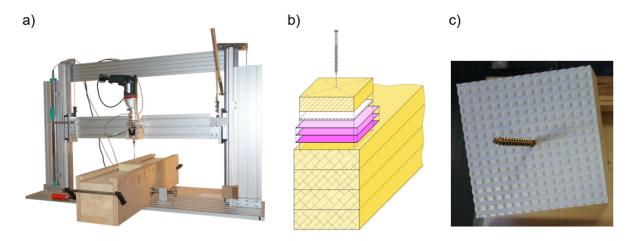


Abbildung 1: a) Schraubenprüfstand, b) Schema des Prüfprinzips, c) gefräste Kunststoffplatte

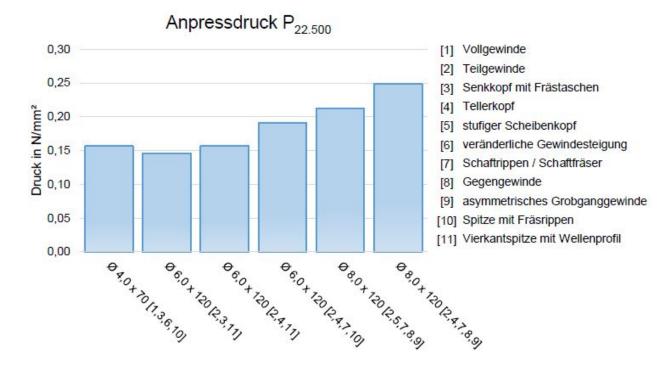


Abbildung 3: Auszugsweise Ergebnisse des Anpressdrucks

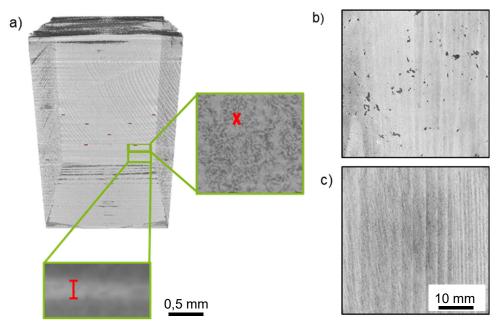


Abbildung 4: a) Ermittlung der Fugendicke am Rand und im Volumen, b) unvollständig angebundene Klebefuge, c) vollständig angebundene Klebefuge

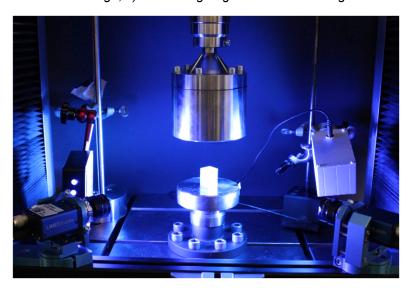


Abbildung 5: Versuchsaufbau zur Ermittlung richtungsabhängiger Materialparameter mit digitaler Bildkorrelation

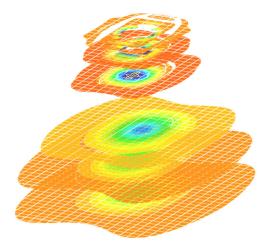


Abbildung 6: Simulativ ermittelter Druckkegel

Das IGF-Vorhaben 19971 N der Forschungsvereinigung Internationaler Verein für Technische Holzfragen e. V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Der vollständige Bericht kann bestellt werden bei: Internationaler Verein für Technische Holzfragen e.V. (iVTH e.V.) Bienroder Weg 54E 38108 Braunschweig