

IGF-Vorhaben Nr. 20625 N

Wirtschaftliche Dimensionierung von Holztragwerken durch leistungsfähige Stahl-Holz-Stabdübelverbindungen

Forschungsstelle 1:

Universität Stuttgart
Institut für Konstruktion und Entwurf
Pfaffenwaldring 7
70569 Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann
Julius Gauß, M.Sc.

Forschungsstelle 2:

Hochschule Biberach
Institut für Holzbau
Karlstr. 8
88400 Biberach

Prof. Dr.-Ing. habil. J. Schänzlin

Stichworte

Stabdübelverbindungen, Steifigkeit, Verstärkungen

Das Zusammenspiel des nichtlinearen Verhaltens des Holzes und der Verbindungsmittel stellt bei der Vorhersage der zu erwartenden Verformungen und Tragfähigkeiten eine Herausforderung dar. Die in diesem Forschungsvorhaben durchgeführten Arbeiten haben in ihrer Gesamtheit zu einem wesentlich besseren Verständnis des Last-Verformungsverhaltens von Stahl-Holz-Stabdübelverbindungen beigetragen. Mit Hilfe der 144 durchgeführten Versuche konnte eine breite Datenbasis für weitere Untersuchungen geschaffen werden und deren Auswertung lieferte wichtige Erkenntnisse zu Einflussfaktoren auf die Steifigkeit. So wurden in verschiedenen Versuchsserien beispielsweise der Kraft-Faser-Winkel α , Varianten der Verstärkung des Anschlusses mit Vollgewindeschrauben, die Abmessungen des Seitenholzes t und die Anzahl der Verbindungsmittel jeweils für die Durchmesser $d = 12 \text{ mm}$, 16 mm und 20 mm untersucht. Zusätzlich erfolgte für den Durchmesser 16 mm eine Variation der Holzgüte und der Mindestabstände in Faserrichtung. Die begleitende Untersuchung der Anschlüsse mit Hilfe von 3D-CT-Scans erwies sich dabei als äußerst hilfreich, da so überraschende Untersuchungsergebnisse besser erklärt und der Einfluss der Materialstreuung des Holzes besser quantifiziert werden konnten.

Die numerischen und die analytischen Modelle konnten mit Hilfe der für unterschiedliche Holzgeometrien und Verbindungsmitteldurchmesser vorliegenden Versuchsergebnisse ausführlich validiert und anhand des Vergleichs mit weiteren Ergebnissen bestätigt werden. Die auf Basis des numerischen Modells durchgeführte Parameterstudie lieferte wichtige Erkenntnisse zum Einfluss der einzelnen Modellparameter auf die Anschlusssteifigkeit ohne die in den experimentellen Untersuchungen vorliegende Unschärfe aus der Überlagerung mit anderen Effekten. Vor allem der Zeitpunkt der Aktivierung aller Verbindungsmittel und des vollständigen Abbaus des Schlupfs zwischen dem Verbindungsmittel und dem Holzbauteil stellten sich als entscheidende Einflüsse auf die Anschlusssteifigkeit heraus, die im realen Versuch allerdings nur schwer gemessen und quantifiziert werden können.

Im Rahmen des Schlussberichts werden die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Anschlusssteifigkeit unter Berücksichtigung der experimentellen, numerischen und analytischen Ergebnisse zusammengefasst und Empfehlungen für eine Berücksichtigung bei der Bemessung gegeben. Als Schlüssel für die Überarbeitung der in der DIN EN 1995-1-1 gegebenen Werte für K_{ser} sowie für die erweiterte Angabe von Minimal-, Mittel- und Maximalwerten wird dabei die Erstellung und Auswertung einer umfassenden Datenbank gesehen, die neben den zahlreichen am Institut für Konstruktion und Entwurf der Universität Stuttgart durchgeführten Versuchen an Stahl-Holz-Stabdübelverbindungen auch Versuchsergebnisse anderer Forschungseinrichtungen enthalten sollte. So kann eine breite Abdeckung unterschiedlichster Einflussfaktoren gewährleistet und die großen auftretenden Streuungen realistisch bewertet werden. Bereits mit dem jetzigen Stand des Wissens können jedoch wichtige Anpassungen im Rahmen der nächsten Generation des Eurocode 5 erfolgen. So wird beispielsweise empfohlen, eine Reduktion der Anfangssteifigkeit für eine Belastung senkrecht zur Faserrichtung um 50 % im Vergleich zu einer Belastung parallel zur Faserrichtung aufzunehmen. Eine reduzierte Steifigkeit für $\alpha = 90^\circ$ wird bereits heute in der Schweizerischen Holzbaunorm SIA 265 berücksichtigt, wurde bereits mehrfach in unterschiedlichen Forschungsvorhaben publiziert und kann als Stand der Technik angesehen werden. Die Reduktion der Anschlusssteifigkeit pro Verbindungsmittel für Anschlussgruppen ist ebenfalls seit Längerem bekannt und kann als erster Ansatz durch einen pauschalen Abminderungsfaktor (z.B. 0,8) berücksichtigt werden. Der Einfluss des Durchmessers wird nach den Ergebnissen dieses Forschungsvorhabens ebenfalls unterschätzt und sollte daher im Vergleich mit anderen Forschungsergebnissen weiter ausgewertet werden.

Wir bedanken uns herzlich für die Finanzierung dieses Forschungsvorhabens durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und die kompetente und zuverlässige Unterstützung durch den Internationalen Verein für Technische Holzfragen. Weiterhin möchten wir uns bei den beteiligten Vertretern aus der Praxis und der Forschung für die Anregungen und Unterstützung im Rahmen des projektbegleitenden Ausschusses bedanken. Die Durchführung dieses Projekts wäre ohne die finanzielle Unterstützung in Form von Dienstleistungen und Sachspenden nicht möglich gewesen – ein herzlicher Dank daher besonders an die Firmen Schaffitzel Holzindustrie, WIEHAG Timber Construction, SPAX International, Pollmeier, HMR Jacob und Pirmin Jung. Ebenfalls gilt unser Dank der MPA Stuttgart für die gewohnt zuverlässige Betreuung und Durchführung der zahlreichen Versuche.



Abb. 1: Zugversuch Stabdübelgruppe

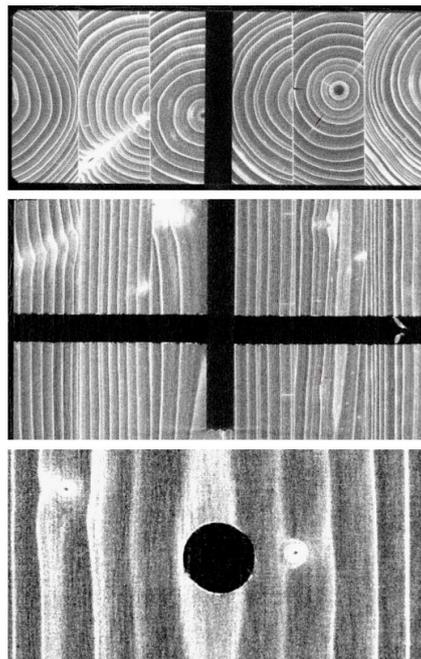


Abb. 2: 3D-CT-Scan Nadelholz

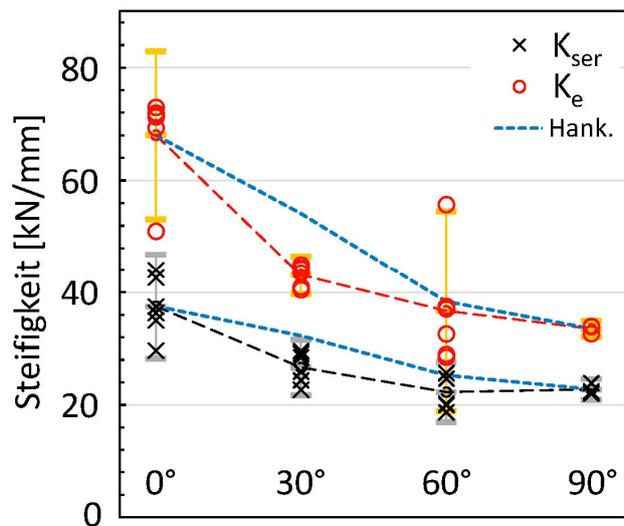


Abb. 3: Steifigkeit Stabdübel \varnothing 16 mm in Abhängigkeit des Kraft-Faser-Winkels

Das IGF-Vorhaben 20625 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 Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

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