

Tragfähigkeit von in Furnierschichtholz eingeklebten Gewindestangen: Bauvorhaben „Parasols“ in Sevilla

Prof. Dr.-Ing. François Colling, Hochschule Augsburg, Fakultät für Architektur und Bauwesen



Prof. Dr.-Ing.
François Colling

Hochschule Augsburg

Fakultät für
Architektur und Bauwesen
An der Hochschule 1
86161 Augsburg
Telefon +49 (0)821 5586-3109
Telefax +49 (0)821 5586-3136
colling@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Konstruktiver Ingenieurbau
- Holzbau
- Baustatik

Mitgliedschaft

Sachverständigen-Ausschuss
„Holzbau“ des Deutschen Insti-
tuts für Bautechnik (DIBt)



Abb. 1:
Trägerrost-Konstruktion
zur Beschattung des
historischen Marktplatzes
von Sevilla
(Foto: J. Mayer H.).

Die Beschattung des historischen Marktplatzes in Sevilla mit sog. „Parasols“ erfolgte mit einer organisch geformten Trägerrost-Konstruktion aus imprägnierten Bauteilen aus Furnierschichtholz (Kerto-Q).

Die Kraftübertragung der Trägerrost-Bauteile sollte dabei über Anschlüsse mit eingeklebten Gewindestangen erfolgen (siehe Abbildung 2).

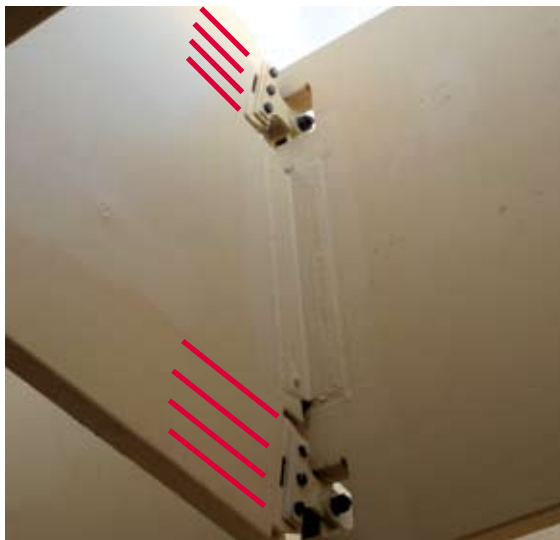


Abb. 2: Anschlusspunkte
der Trägerrost-Bauteile
(die eingeklebten
Gewindestangen sind
schematisch dargestellt).

Zu klären waren dabei folgende Fragen:

- Welche Maßnahmen sind notwendig, um eine Temperaturbeständigkeit bis 80°C zu erreichen, und ist die Tragfähigkeit dann auch gesichert?
- Ist die Tragfähigkeit von ganzen Anschlüssen (Gewindestangen-„Pakete“) auch bei Unterschreitung von derzeit vorgeschriebenen Mindestabständen noch gesichert?

Diese Fragen wurden an der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle („PÜZ“-Stelle) für Holzbau an der Hochschule Augsburg wissenschaftlich untersucht.

I. TRAGFÄHIGKEIT BEI EINER TEMPERATUR VON 80°C

I.1. VERSUCHSREIHEN

Aufgrund von klimatischen Simulationsrechnungen war davon auszugehen, dass im Tragwerk Temperaturen von bis zu 80°C auftreten. Damit würde aber die in der Kleber-Zulassung angegebene Höchsttemperatur von 60°C überschritten werden.

In Zusammenarbeit mit dem WKI Braunschweig und WEVO als Hersteller wurde ein Verfahren zur thermischen Nachbehandlung (Nachtemperung) der geklebten Verbindungen entwickelt, das es ermöglichen

sollte, die Temperaturbeständigkeit der Klebeverbindungen auf $\geq 80^\circ\text{C}$ sicherzustellen (Erhöhung der Glasübergangstemperatur auf $\geq 80^\circ\text{C}$).

Mit Hilfe von 3 Versuchsreihen à 5 Versuchen wurden die Tragfähigkeiten von eingeklebten Gewindestangen bei einer Temperatur von etwa 80°C ermittelt. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind Angaben zu diesen Versuchsreihen zusammengestellt.

VR	Anzahl Versuche	Bauteildicke	Einkleblänge	Gewindestange
1	5	68 mm	500 mm	M 14 (8.8)
2	5	68 mm	500 mm	M 14 (5.8)
3	5	98 mm	600 mm	M16 (8.8)

Tab. 1: Angaben zu den Versuchsreihen (VR).

1.2. KLIMATISIERUNG, VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Die Prüfkörper wurden in der Klimakammer bei 80°C und einer relativen Luftfeuchte von 17% klimatisiert. Die Prüfkörper wurden aus der Klimakammer genommen und mit einer Dämmung versehen (siehe Abbildung 3). Unmittelbar danach wurden sie in die Prüfmaschine eingebaut.



Abb. 3: Prüfkörper im eingebauten Zustand.

1.3. VERSUCHSERGEBNISSE

Bei den Prüfkörpern der VR 2 (Gewindestangen der Güte 5.8) trat ein Zugversagen der Stangen im „freien Bereich“ ein (Abbildung 4). Damit konnte nachgewiesen werden, dass mit Hilfe der thermischen Nachbehandlung die gewünschte Versagensart „Zugtragfähigkeit der Gewindestange“ auch bei 80°C erreicht wird.



Abb. 4: Prüfkörper mit Zugversagen der Gewindestange.

Bei den beiden anderen Versuchsreihen wurde die Güte der Gewindestangen (8.8) bewusst höher gewählt, weil bei diesen Versuchen ein Versagen der Klebefugen erreicht werden sollte. Dieses Ziel wurde auch erreicht: bei allen Prüfkörper trat das Versagen durch Herausziehen der Stangen ein (Versagen in der Klebefuge). In Abbildung 5 ist ein solcher Prüfkörper dargestellt.



Abb. 5: Prüfkörper mit Herausziehen der Gewindestange.

In Abbildung 6 sind die Ergebnisse der VR 1 und 3 (Stangen mit Versagen in der Klebefuge) graphisch dargestellt. In dieser Abbildung ebenfalls eingetragen ist der Verlauf der in DIN 1052:2008 angegebenen charakteristischen Klebefugenfestigkeit $f_{k1,k}$ in Abhängigkeit von der Einklebelänge.

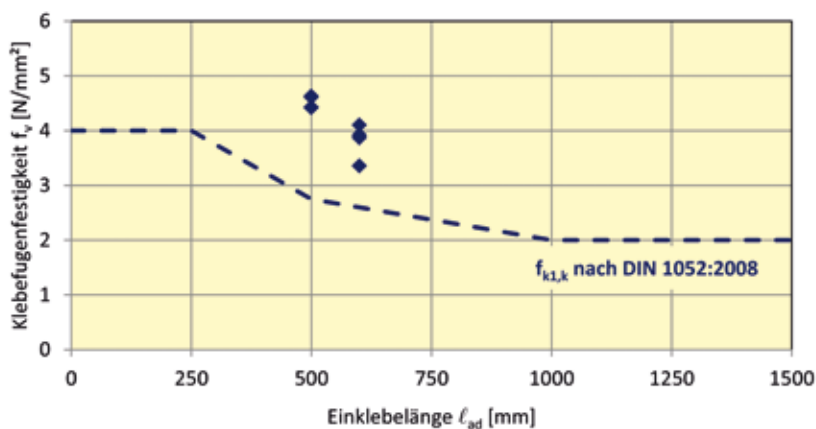


Abb. 6: Klebefugenfestigkeit f_v in Abhängigkeit von der Einklebelänge l_{ad} .

Aus dieser Gegenüberstellung ist zu erkennen, dass alle Versuchswerte z.T. deutlich über den in DIN 1052:2008 geforderten charakteristischen Klebefugenfestigkeiten $f_{k1,k}$ liegen.

Auf der Grundlage der durchgeführten Versuche kann somit davon ausgegangen werden, dass Klebeverbindungen, die entsprechend der internen Unterweisung der Fa. FFM hergestellt werden, auch bei 80°C ihre vorgeschriebenen Tragfähigkeiten besitzen.

2. TRAGFÄHIGKEIT VON ANSCHLÜSSEN

2.1. VERSUCHSREIHEN

Die bisherigen Versuche wurden mit einzelnen Gewindestangen durchgeführt. Im Rahmen der nachfolgend beschriebenen Versuche sollte die Tragfähigkeit von ganzen Anschlüssen untersucht werden.

Tab. 2: Angaben zu den Versuchsreihen (VR)

VR	Anzahl Versuche	Bauteildicke	Einklebelänge	Anzahl Stangen	$a_{2,c}$ [mm]	a_2 [mm]	Gewindestange
68	5	68 mm	500 mm	1x6	34 < 35	–	M 14 (5.8)
68V	5	131 mm	500 mm	2x6	37,5 > 35	56 < 70	M 14 (5.8)
140M	5	140 mm	600 mm	2x6	39 < 40	62 < 80	M16 (5.8)

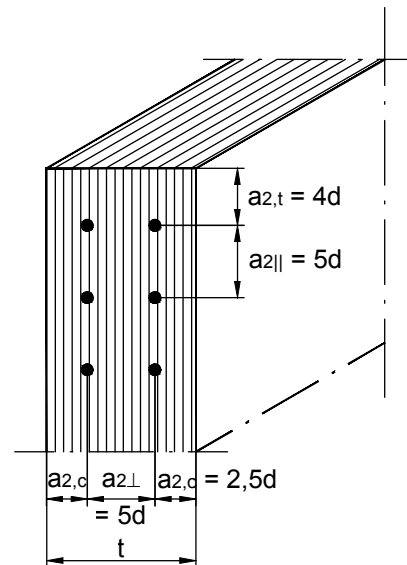


Abb. 7: Mindestabstände nach DIN 1052:2008.

Bei den geplanten Anschlüssen kam es bei einigen Anschlüssen zu (geringfügigen) Unterschreitungen der in DIN 1052:2008 angegebenen Mindestabstände $a_{2,c}$ (zum seitlichen Rand) und/oder a_2 (untereinander/nebeneinander). In Abbildung 7 sind die verschiedenen Mindestabstände nach DIN 1052:2008 dargestellt und angegeben.

Mit Hilfe von insgesamt 3 Versuchsreihen sollte untersucht werden, inwieweit die Unterschreitung dieser Mindestabstände die Tragfähigkeit der Anschlüsse beeinträchtigt. In der nachfolgenden Tabelle 2 sind Angaben zu diesen Versuchsreihen zusammengestellt. In dieser Tabelle sind die bei den Anschlüssen gegebenen Unterschreitungen der Mindestabstände nach DIN 1052:2008 grau hinterlegt.

Alle Versuche wurden mit Gewindestangen der Güte 5.8 durchgeführt, wie sie auch im Bauwerk eingesetzt werden sollten. Weiterhin wurden alle Prüfkörper auf der Grundlage der internen Unterweisung der Fa. FFM hergestellt (einschl. Wärmenachbehandlung).

2.2. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

In Abbildung 8 ist ein Prüfkörper im Versuch dargestellt. In Abbildung 9 ist ein Anschluss im Detail dargestellt.

Abb. 8: Prüfkörper der VR 140M.



Abb. 9: Anschluss (VR 140M).



Abb. 10: „Abstreifen“ der Muttern (links) und Zugversagen der Stangen (rechts).



2.3. VERSUCHSERGEBNISSE

Bei allen andern Prüfkörpern trat das Versagen „wie gewünscht“ in den Gewindestangen auf, wobei zum einen ein „Abstreifen“ der Muttern und zum andern ein Zugversagen der Stangen zu beobachten war (Abbildung 10). Bei keinem Prüfkörper war ein Versagen der Klebefuge festzustellen.

In Abbildung 11 sind die Versuchsergebnisse graphisch dargestellt und den bei der Bemessung zugrunde gelegten charakteristischen Tragfähigkeiten gegenübergestellt.

Aus dieser Abbildung ist zu erkennen, dass die Versuchswerte ausnahmslos etwa 35 % über den charakteristischen Rechenwerten der Bemessung liegen, was mit einer üblicherweise vorhandenen Überfestigkeit der Gewindestangen erklärt werden kann.

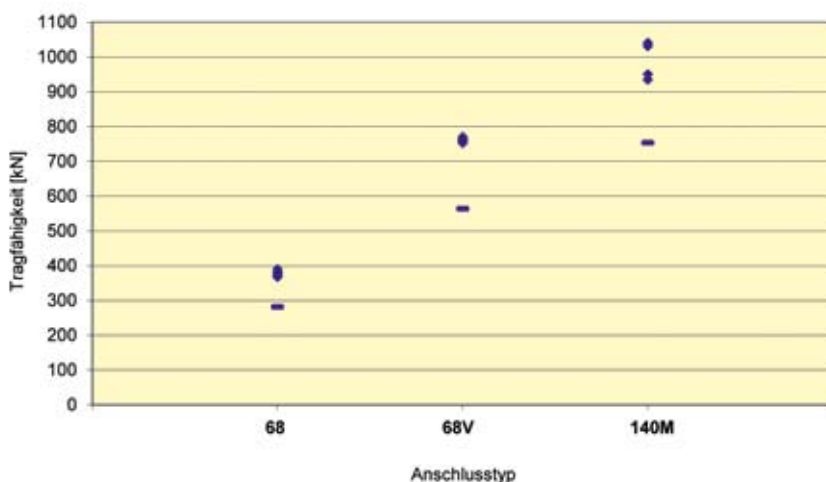


Abb. 11: Anschluss-Tragfähigkeiten (Striche = char. Tragfähigkeiten nach Bemessung).

Die Tatsache, dass bei allen Versuchen das Versagen immer in den Gewindestangen auftrat, zeigt weiterhin, dass die (geringfügige) Unterschreitung der in DIN 1052:2008 geforderten Mindestabstände keine negativen Auswirkungen auf die Tragfähigkeit der Anschlüsse hatte.

3. FAZIT

Auf der Grundlage der durchgeführten Versuche konnte folgendes festgestellt werden:

- Bei Herstellung der Klebefugen entsprechend der festgelegten Nachtemperatur sind Klebefugenfestigkeiten zu erwarten, die auch bei einer Temperatur von etwa 80°C die in DIN 1052:2008 geforderten Tragfähigkeiten erreichen.

- Die Tatsache, dass bei keinem der Versuche mit Gewindestangen-Paketen ein Versagen im Holz festgestellt wurde, zeigt, dass die (geringfügige) Unterschreitung der in DIN 1052:2008 angegebenen Mindestabstände keine negativen Auswirkungen auf die Tragfähigkeit hat.

Daher bestanden gegen die geplante Ausführung der Anschlüsse keine Bedenken hinsichtlich der Standisicherheit.

Verschiedene Aktivitäten aus dem Bereich Holzbau

Prof. Dr.-Ing. François Colling, Hochschule Augsburg, Fakultät für Architektur und Bauwesen



Prof. Dr.-Ing.
François Colling

Hochschule Augsburg

Fakultät für
Architektur und Bauwesen
An der Hochschule 1
86161 Augsburg
Telefon +49 (0)821 5586-3109
Telefax +49 (0)821 5586-3136
colling@hs-augsburg.de
www.hs-augsburg.de

Fachgebiete

- Konstruktiver Ingenieurbau
- Holzbau
- Baustatik

Mitgliedschaft

Sachverständigen-Ausschuss
„Holzbau“ des Deutschen Insti-
tuts für Bautechnik (DIBt)

Die Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Holzbau („PÜZ“-Stelle) führte im Rahmen ihrer bauaufsichtlich akkreditierten Aufgaben u.a. folgende Arbeiten durch:

- Überwachung von mehr als 20 Holzbaubetrieben (Holzhausbau) im Hinblick auf die Erteilung des Übereinstimmungsnachweises (Ü-Zeichen) und von RAL-Gütezeichen („Holzhausbau – Herstellung“ und „Holzhausbau – Montage“),
- Überwachung zweier Holzbaubetriebe im Hinblick auf die Erteilung des RAL-Gütezeichens „Ingenieurholzbau/Errichtung“.
- Untersuchung an Sperrholzplatten und Schrauben im Auftrag von der Fa. MAN Diesel&Turbo, Augsburg. Ziel ist es, das Tragverhalten von Holzboxen für Gießformen zu berechnen.
- Versuche zur Einstufung von Sondernägeln der Fa. Schürmann&Hilleke hinsichtlich der Ausziehtragfähigkeit.
- Die Untersuchungen im Zusammenhang mit der Überdachung des historischen Marktplatzes von Sevilla/Spainien sind im Forschungsbericht 2012 ausführlich beschrieben.



Abb. 1: Versuchsvorrichtung zur Ermittlung des Fließmomentes von stiftförmigen Verbindungsmitteln.



Abb. 2:
Biegeversuch
an einer
Sperr-
holzplatte
(Furnierplatte).



Abb. 3:
Versuch auf
Herausziehen
einer
Schraube.

STUDENTISCHE PROJEKTE

Folgende studentische Projektarbeiten wurden betreut:

- Erprobung einer neuen Prüfmaschine zur Ermittlung des Fließmomentes von stiftförmigen Verbindungsmitteln und des Einschraubdrehmomentes von Schrauben (Abb. 1).
- Ermittlung von Materialeigenschaften von Sperrhölzern und Schrauben als Vorbereitung für die systematischen Untersuchungen für die Fa. MAN (Abb. 2 + 3).
- Erarbeitung von einfachen Bemessungstabellen für die Bemessung von Holzbauteilen nach Eurocode 5. In Abb. 4 ist das Plakat des Projektteams für die Projektpräsentation dargestellt.



Abb. 4: Plakat für die
Projektpräsentation.

BRÜCKENBAU-WETTBEWERBE

Wettbewerb der HSA

Bereits zum 16. Mal wurde der bereits zum Kult gewordene Brückenbau-Wettbewerb durchgeführt. Als Material wurde in diesem Jahr OSB-Platten der Fa. EGGER ausgegeben. Die Siegerbrücke des „Bauherrn“ Julian

Abb. 5: Julian Lange
mit seiner Siegerbrücke
(nach dem Versuch).



Lange (Abb. 5) trug dabei mehr als 5,3 Tonnen (!).
Weitere Infos: siehe www.brueckenbau-wettbewerb.de

WETTBEWERB DES CCEV

In Zusammenarbeit mit dem Carbon Composite e.V. (CCeV) wurde an der HSA zum zweiten Mal ein Brückenbau-Wettbewerb durchgeführt, der bundesweit ausgeschrieben wurde. Material war hier Kohlefaser, die die Teilnehmer selbst verarbeiten mussten. Die „beste“ Brücke baute dabei ein Azubi-Team von Eurocopter (Abb. 6).

MITARBEIT IN FORSCHUNG UND NORMUNG

Prof. Dr. F. Colling ist Mitglied in verschiedenen Forschungs- und Normungsgremien. Nachfolgend sind die wichtigsten aufgeführt:

Sachverständigenausschüsse „Holzbau und Holzwerkstoffe“ des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt):



Abb. 6: Das Azubi-Team von Eurocopter mit ihrer Siegerbrücke aus Kohlefaser (nach dem Versuch). Von links: Tobias Gagelmann, Marcel Brunold und Moritz Schädler.

In diesen Ausschüssen werden nationale und europäische Zulassungen für Bauprodukte aus dem Bereich des Holzbaus beraten und verabschiedet. Prof. Dr. Colling ist als bundesweit einziger Vertreter einer Fachhochschule in diesem Gremium vertreten.

Spiegelausschuss Holzbau des DIN:

In diesem Gremium werden europäische Normentwürfe „gespiegelt“, d.h. mit Regelungen aus bisherigen nationalen DIN-Normen verglichen. Im vergangenen Jahr standen Arbeiten im Zusammenhang mit der Einführung des Eurocode 5 im Mittelpunkt.

VERÖFFENTLICHUNGEN

- Autor des Buches „Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart“. Ingenieurbüro für Holzbau, www.ib-holzbau.de.
- Bearbeitung des Teiles „Holzbau nach Eurocode 5“ in den Schneider-Bautabellen für die 20. Auflage. Die Schneider-Bautabellen stellen ein Standard-Nachschlagewerk dar, das in keinem Ingenieurbüro fehlt und auch von vielen Studenten genutzt wird.
- Beitrag „Gebäudeaussteifung im Holzbau“ in der Fachzeitschrift „Der Bausachverständige“.
- Arbeiten am Lehrbuch „Holzbau“ für den Vieweg-Teubner-Verlag.

VORTRÄGE, SEMINARE

- Vortrag über die europäische Normung im Holzbau beim Jahrestreffen der österreichischen Zimmerer in Alpbach, Österreich.
- Vortrag über mehrgeschossigen Wohnungsbau im Holzbau in der Reihe „Holzbau kompakt“ vom Netzwerk Holzbau Augsburg (Regio Augsburg).
- Vortrag über die europäische Normung im Holzbau am Labor für Holztechnik an der FH Hildesheim.
- Ganztages-Seminar für angehende Sachverständige zum Thema „Schäden im Holzbau“ für die Architektenkammer Hessen (Wiesbaden).
- Mehrere zweitägige Seminare zum Thema „Neue DIN 1052“ in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro für Holzbau, Karlsruhe.
- Mehrere Seminare zum Thema „Gebäudeaussteifung im Holzbau“ in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro für Holzbau, Karlsruhe.