

Zukunft Bau

STRUKTUR / GLIEDERUNG KURZBERICHT

Titel

Langfassung Titel:

„Ultra-High-Performing Timber Walls - Einsatz von schlanken Lamellen aus ultrahochfestem Beton in Brettsperrholzelementen zur Steigerung der Tragfähigkeit“

Anlass/ Ausgangslage

kurze Beschreibung des Problems und des Lösungsansatzes

max. 450 Zeichen (mit Leerzeichen)

Bei mehrgeschossigen Hochbauten ergeben sich vor allem in den unteren Etagen hohe Vertikallasten in den tragenden Wandscheiben. Durch die Kombination von ultrahochfestem Beton mit Holz soll ein nachhaltiger und hochleistungsfähiger Verbundwerkstoff geschaffen werden, der sich neben den allgemeinen Vorzügen von Holz insbesondere durch seine hohe und an die örtliche Belastung anpassbare Tragfähigkeit auszeichnet.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Beschreibung der Arbeitsschritte und des Lösungswegs

max. 4.300 Zeichen (mit Leerzeichen)

Die Kombination von ultrahochfestem Beton (UHFB) und Holz in Wandelementen soll schlanke, hochtragfähige und an die örtliche Belastung anpassbare Wände ermöglichen. Die Wände besitzen einen Kern aus ultrahochfestem Beton der vorwiegend die auftretenden Normalkräfte aufnimmt, während der außenliegende Holzquerschnitt Zug- und Druckkräfte aufnimmt, die aus Wind und/oder Imperfektionen entstehen, und das Ausknicken des schlanken Betonkerns verhindert. Bild 1 zeigt einen beispielhaften Aufbau.

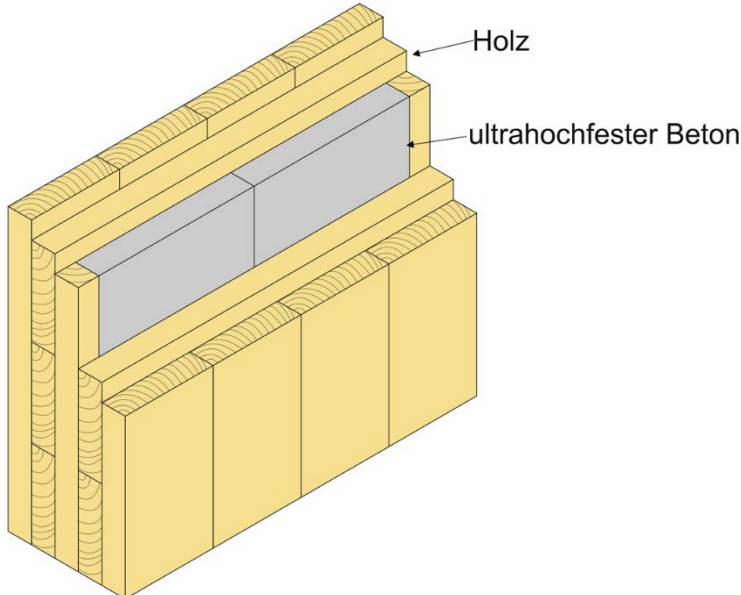


Bild 1: Wandelement mit eingeklebten Lamellen aus ultrahochfestem Beton

Im Unterschied zu bekannten Verbindungsmöglichkeiten von Holz und Beton, z.B. mechanische Verbindungsmittel oder Formschluss, werden die beiden Werkstoffe miteinander verklebt. Die industrielle Verklebung findet im Rahmen der Brettsperrholzherstellung statt. Hierfür werden im Produktionsprozess von Brettsperrholz einzelne Bretter aus Holz durch „Bretter aus Beton“ ausgetauscht. Für die Herstellung der Wandelemente mit zusammengesetztem Querschnitt sind drei maßgebende Schritte nötig. Zu Beginn produziert ein Betonfertigteilwerk die Platten oder Lamellen aus ultrahochfestem Beton und verschickt diese an einen Brettsperrholzhersteller. Dieser legt die Bauteile aus Beton im regulären Produktionsprozess an zuvor definierte Stellen in die Wandelemente ein. Nach dem Pressen der Wandelemente mit zusammengesetztem Querschnitt werden diese mit existierenden Anlagen maschinengesteuert abgebunden.

Um diesen Produktionsprozess zu ermöglichen, sind Holz und Beton mit in der Brettsperrholzherstellung üblichen Klebstoffen zu verkleben.

Zu Beginn des Forschungsvorhabens wurde an kleinformatischen Druckscherversuchen die Herstellung tragender Klebeverbindungen unterschiedlicher Betone, Betonoberflächenbehandlungen und Klebstoffe untersucht. Den dazugehörigen Versuchsaufbau zeigt Bild 2. Unabhängig des verwendeten Betons zeigte eine geschliffene Betonoberfläche verklebt mit einem Ein-Komponenten-Polyurethanklebstoff vielversprechende Ergebnisse.



Bild 2: Versuchsaufbau der kleinformatischen Scherversuche

Aufbauend auf den kleinformatischen Scherversuchen wurden Tastversuche zur Dauerhaftigkeit mit vielversprechenden Kombinationen aus Beton, Betonoberflächenbehandlungen und Klebstoff durchgeführt. Hierfür wurden etablierte Verfahren aus der Prüfung von Klebstoffen für die Herstellung tragender Holzbauteile adaptiert. Vielversprechende Ergebnisse konnten mit einer geschliffenen Betonoberfläche, die mit einem Ein-Komponenten-Polyurethanklebstoff verklebt war, erzielt werden. Mit dieser Kombination wurden geeignete Druckscherversuche mit Verklebungslängen von bis zu 45 cm durchgeführt. Bei diesen Versuchen trat das Versagen weitestgehend im Holz bei sehr geringen Relativverschiebungen auf, weshalb von einer starren Verbindung der beiden Fügepartner ausgegangen wird.

Zum Abschluss wurden Bauteilversuche im Maßstab 1:1 durchgeführt. Die 50 cm langen und 2.84 m hohen, fünfplagig aufgebauten Wände mit 15 cm bzw. 16,5 cm Wanddicke, mit Holzlagendicke von 30 mm und Betonkerndicken von 30 mm bzw. 45 mm, wiesen entweder einen durchgängigen Betonkern auf oder besaßen einen aus Holz und Beton alternierend aufgebauten Wandkern. Die unterschiedlichen Querschnitte sind in Bild 3 dargestellt. Die zentrischen und exzentrischen Versuche wurden weggeregelt in einer Standardprüfmaschine durchgeführt. Bild 4 zeigt links den schematischen Versuchsaufbau eines zentrischen Versuchs und rechts den tatsächlichen Versuchsaufbau eines exzentrischen Versuchs.

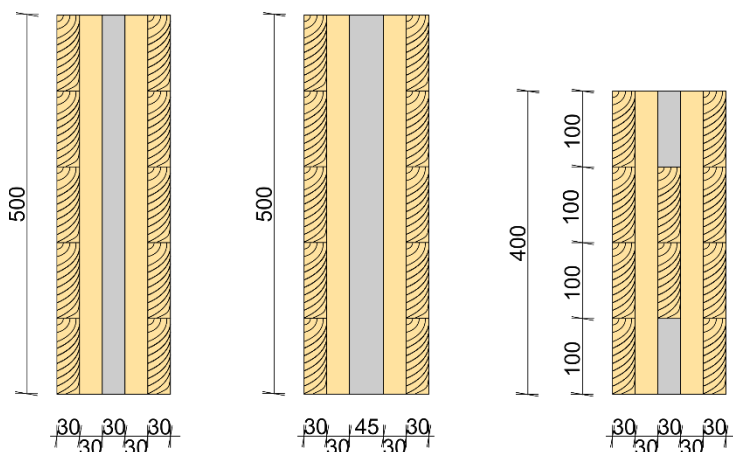


Bild 3: Untersuchte Wandaufbauten

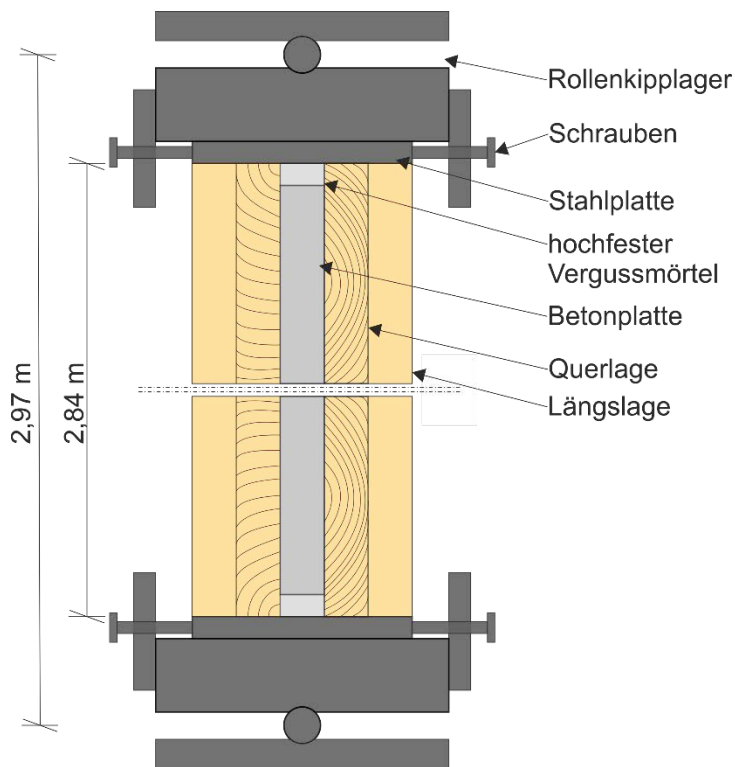


Bild 4: Schematische Darstellung eines zentrischen Bauteilversuchs (links), tatsächliche Darstellung eines exzentrischen Bauteilversuchs (rechts)

Die zentrisch belasteten Wände versagten schlagartig und wiesen keine augenscheinliche Materialschädigung auf. Die Vielzahl der exzentrisch belasteten Wände besaß ein duktileres Tragverhalten, hier war deutlich ein Druckversagen in Form von Druckfalten in den äußersten Holzlamellen auf der gestauchten Bauteilseite zu erkennen. Bei drei exzentrisch belasteten Wänden versagte die Klebefuge und es kam zu einem schlagartigem Bauteilversagen. Die Modellierung der Versuche mit dem Schubanalogieverfahren unter Berücksichtigung der geänderten Steifigkeitswerte für den Beton zeigte eine gute Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen. Bild 5 zeigt hierzu die im Versuch gemessene und die für verschiedene Holzfestigkeitsklassen berechnete horizontale Verformung in Wandmitte für einen Versuch mit 10 mm Lastexzentrizität.

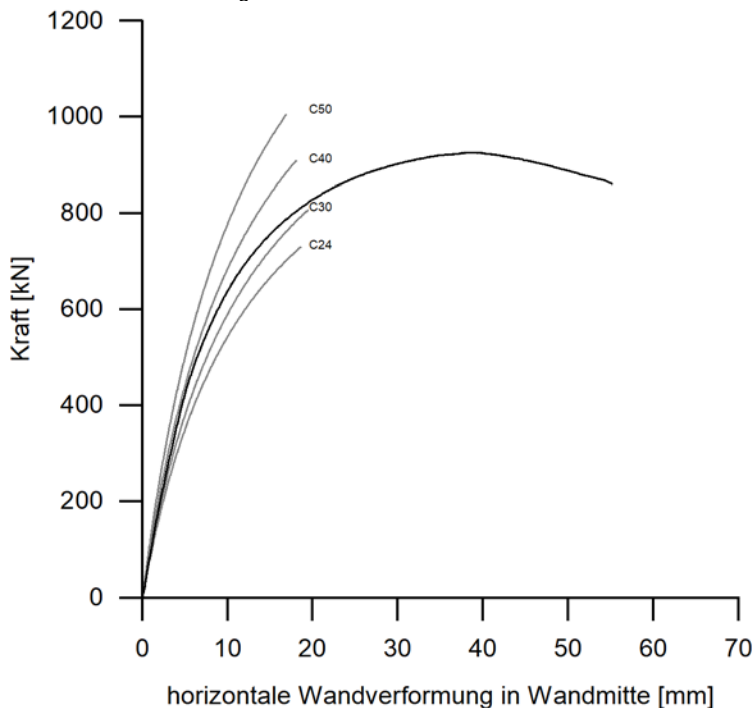


Bild 5: Vergleich der im Versuch bestimmten horizontalen Wandverformung in Wandmitte mit der für unterschiedliche Holzfestigkeitsklassen berechneten für einen Versuch mit 10 mm Exzentrizität.

Fazit

Beschreibung der geplanten Ziele und der erreichten Ergebnisse
max. 700 Zeichen (mit Leerzeichen)

Anhand des durchgeführten Forschungsvorhabens konnte gezeigt werden, dass eine tragfähige Verklebung von ultrahochfestem bzw. hochfestem Beton und Holz mit zugelassenen Klebstoffen, die in der Brettsperrholzproduktion üblich sind, hinsichtlich des Kurzzeittragverhaltens herstellbar sind. Durch die gute Übereinstimmung der auf der Schubanalogie basierenden Nachrechnung von Bauteilversuchen mit den dazugehörigen Versuchen, wird vorgeschlagen die in diesem Forschungsvorhaben untersuchten Wände mit dem Schubanalogieverfahren zu berechnen. Eine pauschale Aussage zur Steigerung der Tragfähigkeit ist nicht möglich, da diese vom jeweiligen Wandaufbau, der Schlankheit sowie der anzusetzenden Lastexzentrizität abhängt.

Eckdaten

Kurztitel: Ultra-High-Performing Timber Walls

Forscher / Projektleitung: Lehrstuhl für Massivbau
Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt
Technische Universität München
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Oliver Fischer

Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt
Technische Universität München
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter

Gesamtkosten: 238.587,20 € €

Anteil Bundeszuschuss: 163.016,00 €

Projektlaufzeit: 24 Monate

BILDER/ ABBILDUNGEN:

5 - 7 Druckbare Bilddaten als **eigene Datei** (*.tif, *.bmp, ...) mit der Auflösung von mind. 300 dpi in der Abbildungsgröße (z.B. Breite 10 - 20cm). Bilder frei von Rechten Dritter.

Bildnachweis jeweils:

Bild 1: Beispielhafter_Wandaufbau.jpg

Bildunterschrift: Wandelement mit eingeklebten Lamellen aus ultrahochfestem Beton

Bild 2: 03_Versuchsaufbau_Scherversuche.png

Bildunterschrift: Versuchsaufbau der kleinformatischen Scherversuche

Bild 3 06_Wandaufbau.png

Bildunterschrift: Untersuchte Wandaufbauten

Bild 4: 06_Bauteilversuche.png

Bildunterschrift: Schematische Darstellung eines zentrischen Bauteilversuchs (links), tatsächliche Darstellung eines exzentrischen Bauteilversuchs (rechts)

Bild 5: V_D_30_10_Berechnung_Versuch.gif

Bildunterschrift: Vergleich der im Versuch bestimmten horizontalen Wandverformung in Wandmitte mit der für unterschiedliche Holzfestigkeitsklassen berechneten für einen Versuch mit 10 mm Exzentrizität.