

Zukunft Bau

KURZBERICHT

Titel

Untersuchungen von Schubnocken aus hochfestem Beton zur Schubverbindung in Holzverbundträgern

Anlass/ Ausgangslage

In diesem Forschungsvorhaben sollte das Trag- und Verformungsverhalten von Schubnocken aus hochfestem Beton als Schubverbindung für Holzverbundträger untersucht werden. Bei diesem Verbundmittel wird der Verbund zwischen Holzbalken und dem Betongurt durch in den Holzbalken einbetonierte „Schubnocken“ aus hochfestem Beton sichergestellt.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Um erste Richtwerte zur Festlegung einer Grundkonstellation für die Push-out-Versuche zu erhalten, wurden drei Vorversuche durchgeführt. Als Ergebnis der Vorversuche ist festzuhalten, dass die Scherfestigkeit des Holzes die Traglast begrenzt hat. Für die weiterführenden Push-out-Versuche wurden die Schubnocken so ausgelegt, dass möglichst ein Schubversagen des Betons eintreten sollte. Insgesamt wurden drei Serien (V1 bis V3) mit 10 unterschiedlichen Versuchskonstellationen durchgeführt. Es wurden jeweils drei oder vier Versuchskörper (bei der Serie V3) für jede Parameterkonstellation hergestellt und geprüft. Dabei wurden die Anordnung, die Abstände, die Geometrie und die Bewehrungsart der Schubnocken variiert. Um zu verhindern, dass sich der Betongurt in Dickenrichtung vom Balken löst, wurden die Einfräsungen im Holzbalken entweder konisch oder in Querrichtung mit einer leichten Schrägneigung ausgeführt. Um die Vorholzlängen zu vergrößern, wurde auch jeweils eine Serie (V2) mit seitlich versetzten Einfräsungen ausgeführt. Bei der Serie V3 wurden vier unterschiedliche Bewehrungsarten hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Tragfähigkeit und die Duktilität der Schubnocken untersucht. Aus den Ergebnissen der Serien V1 und V2 lässt sich schließen, dass sowohl ein größerer Durchmesser (60 mm) als auch eine geneigte Einbettung der Nocken im Holz die Tragfähigkeit der Schubnocken steigert. Bei der Serie V3 wurde festgestellt, dass die Nockenbewehrung nicht nur die Duktilität sondern auch die Traglast der Nocken beeinflusst. Die Bewehrungsvariante mit den Doppelkopfkankern erwies sich als eine einfache und praktikable Möglichkeit zum Bewehren der Nocken.

Das Verbundmittel soll Teil eines Deckensystems sein. Dieses Deckensystem besteht aus einer PI-Platte, die als Halbfertigteil auf der Baustelle verlegt wird und anschließend mit einer Ortbetonschicht ergänzt wird. Deshalb wurden im Rahmen dieses Forschungsprojekts insgesamt fünf großmaßstäbliche 3-Punkt Biegeversuche im Maßstab 1 zu 1 hergestellt und durchgeführt. Darunter ein Vorversuch und vier Versuche mit jeweils einem veränderten Parameter wie z.B. Betongurtdicke oder Anzahl und Abstand der Schubnocken, um zu ergründen, welchen Einfluss der jeweilige Parameter auf das Trag- und Verformungsverhalten der Träger hat. Als Verbundmittel wurden Schubnocken mit einer Bewehrung aus Doppelkopfkankern ausgewählt. Bei allen Versuchen wurde die Traglast durch ein Biegezugversagen des Holzbalkens begrenzt. Die Schubnocken erwiesen sich dabei als äußerst tragfähig. Aus den Versuchen war abzulesen, wie sich die Änderungen der jeweiligen Parameter auf das Verformungsverhalten (Durchbiegung und die gegenseitige Verschiebung der Teilquerschnitte) und die Beanspruchung der Nockenbewehrung auswirkten.

Um das Tragverhalten der Träger und insbesondere das des entwickelten Verbundsystems im Detail untersuchen zu können und weiter optimieren zu können, wurden in weiteren Schritten

numerische Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurden die Push-Out-Versuche mit jeweils einer einzelnen Nocke und der Vorversuch der großmaßstäblichen Versuche simuliert. Die qualitativen Spannungsverteilungen und Verformungen aus den FE-Berechnungen waren plausibel und nachvollziehbar. Die Verformungen konnten weitgehend auch so in den Laborversuchen beobachtet werden.

Fazit

Die untersuchten neuartigen Verbundmittel für Holz-Beton-Verbundträger können auf unterschiedliche Art und Weise bewehrt werden. Dadurch entsteht ein leistungsfähiges Verbundmittel, mit dem z.B. Halbfertigteile hergestellt werden können, die auf der Baustelle mit Ortbeton zu Deckenplatten ergänzt werden können. In einem ersten Schritt wurden die Tragfähigkeit und das Verformungsverhalten der unterschiedlich bewehrten Schubnocken mit Push-out-Versuche untersucht. Danach folgten großmaßstäbliche Versuche an Verbundträgern sowie numerische Untersuchungen. Im Anschluss wurde ein Ansatz für ein Ingenieurmodell entwickelt, welches zur Bemessung solcher Verbundträger herangezogen werden kann.

Eckdaten

Kurztitel:

Holzverbund mit hochfestem Beton

Forscher / Projektleitung:

Dr.-Ing. Christian Kohlmeyer; Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schnell

Gesamtkosten:

127.877,13€

Anteil Bundeszuschuss:

73.640,77€

Projektlaufzeit:

30 Monate (ursprünglich 18 Monate, kostenneutrale Laufzeitverlängerung um 12 Monate)

BILDER/ ABBILDUNGEN:

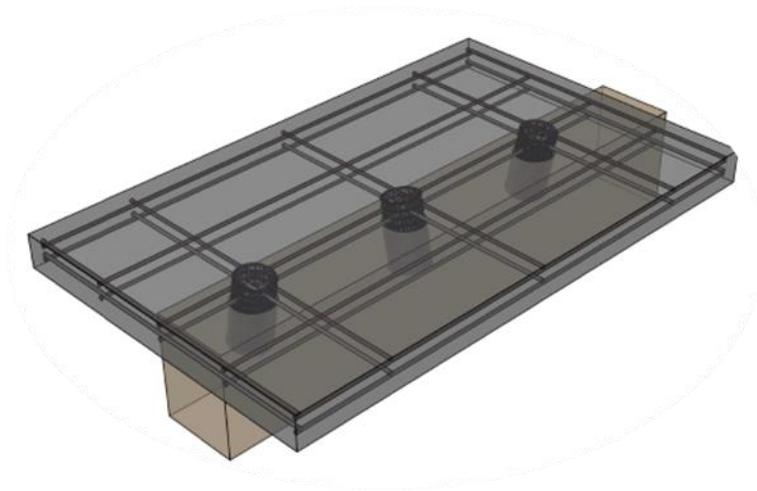


Bild 1: Visualisierung der Schubnocken

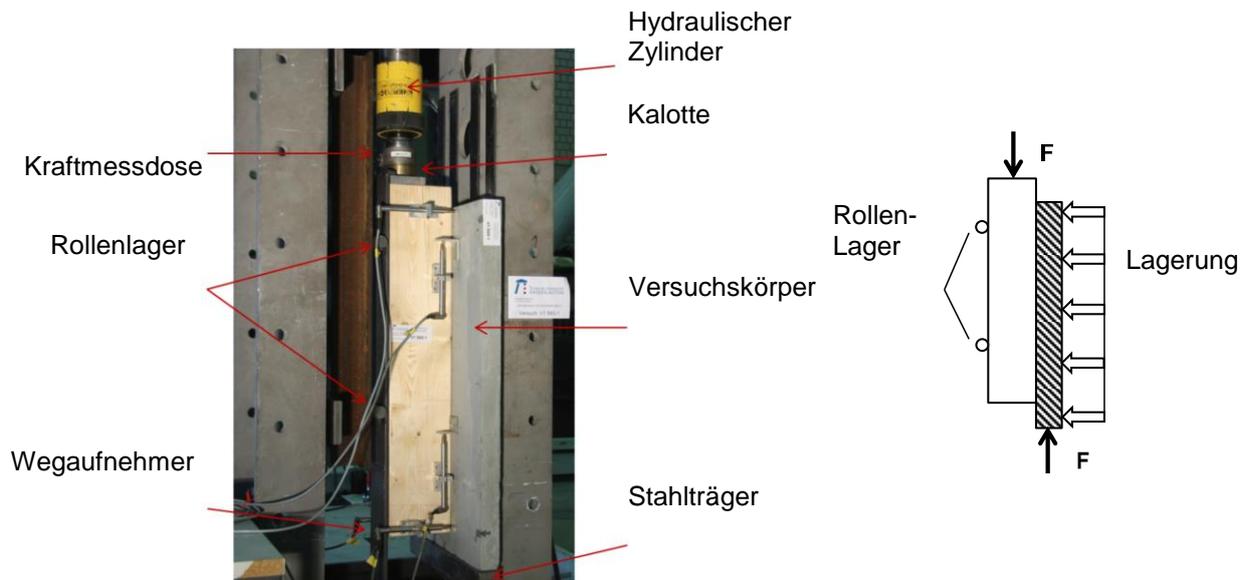


Bild 2: Versuchsaufbau für die Push-out Versuche (links) und statisches System (rechts)



Bild 3: Beide Bruchflächen einer abgescherten, mikrobewehrten Betonnocke

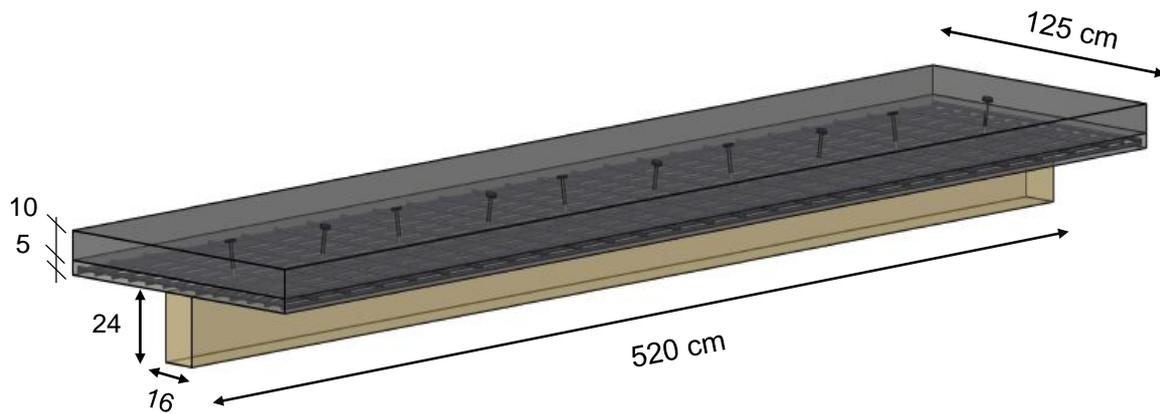


Bild 4: Visualisierung des Plattenbalkens für den Vorversuch (3-Punkt Biegeversuch)

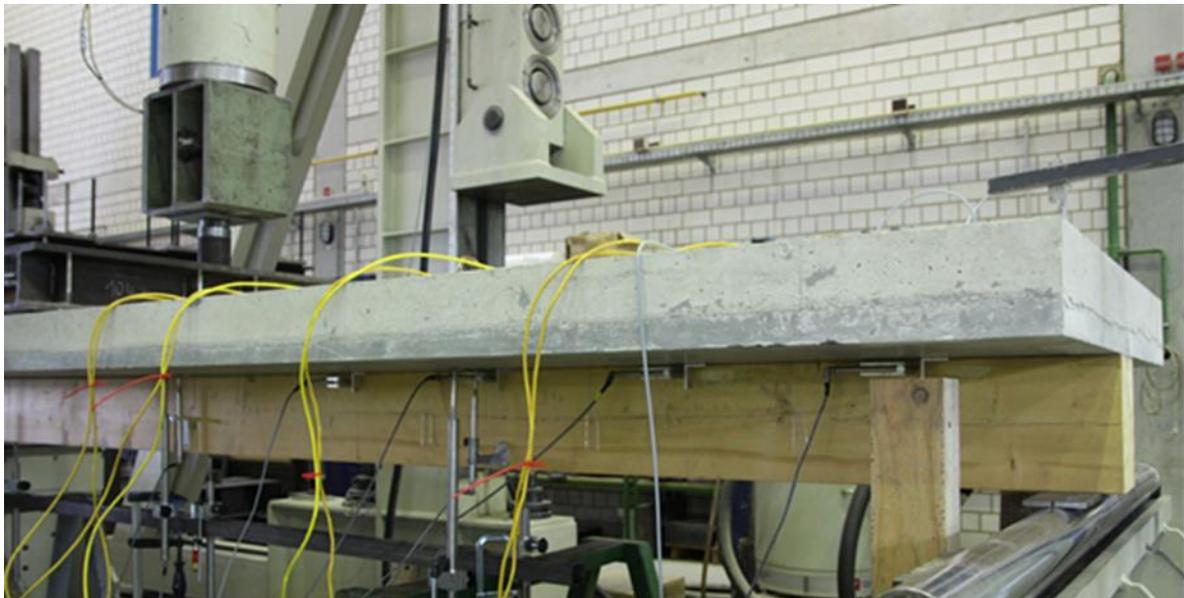


Bild 5: Versuchsaufbau und Messtechnik des 3-Punkt-Biegeversuchs



Bild 6: Biegezugversagen des Holzbalkens im großmaßstäblichen Versuch Nr.1

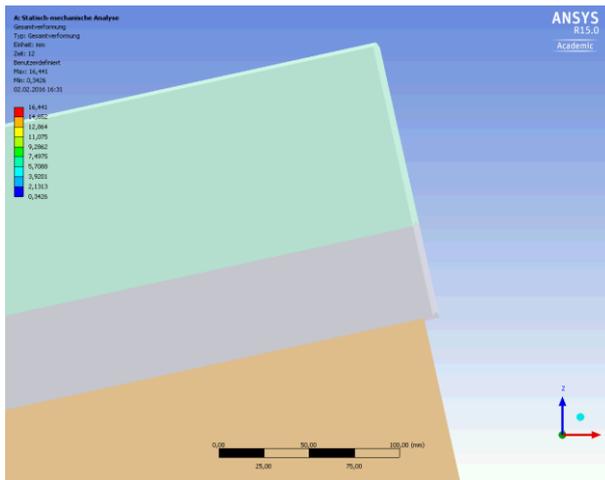


Bild 7: Gegenseitige Verschiebung der Teilquerschnitt am Trägerende in der Simulation (links) und im Versuch (rechts)

Bildnachweis jeweils:

Alle Bilder, FG Massivbau und Baukonstruktion TU Kaiserslautern