Kurzbericht zum Forschungsvorhaben

Zweiachsige Tragwirkung bei Holz-Beton-Verbundkonstruktionen - Entwicklung von Bemessungsverfahren und Konstruktionsdetails für zweiachsige Lastabtragung bei der Holz-Beton-Verbundbauweise

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Stefan Loebus

Lehrstuhl:

Technische Universität München

Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter

Laufzeit:

April 2014 bis März 2017

gefördert durch:

Forschungsinitiative Zukunft Bau
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Deichmanns Aue 31-37
52179 Bonn
Deutschland

Mayr-Melnhof Holz
Turmgasse 67
8700 Leoben
Österreich

Das Vorhaben wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.
(Aktenzeichen: II 3-F20-11-1-023 / SWD-10.08.18.7-12.45)
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

1 Anlass und Ausgangslage

Mit der Holz-Beton-Verbundbauweise existiert ein System mit einer guten Kombination aus Tragfähigkeit, Schallschutz und Brandschutz. Aktuell ist diese Bauweise auf einachsig lastabtragende Systeme begrenzt. Mit dem Brettsperrholz sind große flächige Holzelemente mit zweiachsigen Lastabtragpotential verfügbar. Die Vorteile beider Bauweisen werden in dem vorgestellten System kombiniert (Abbildung 1).

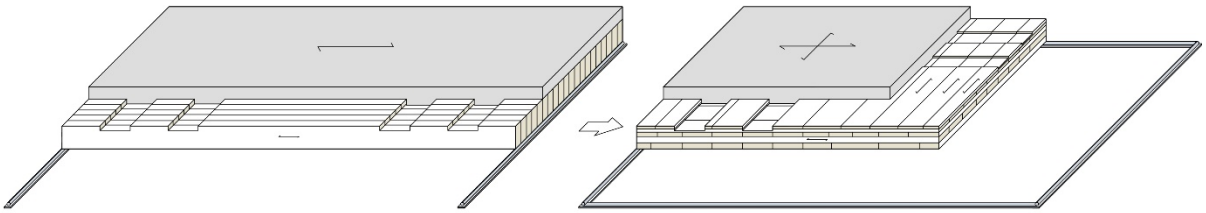

Abbildung 1: Übertragen der einachsigen in eine zweiachsig tragende Bauweise

2 Gegenstand des Forschungsvorhabens

Ziel dieses Vorhabens war die grundsätzliche Eignung und Anwendbarkeit der zweiachsigen Tragwirkung der Holz-Beton-Verbundbauweise nachzuweisen. Neben der Klärung des Tragverhaltens in experimentellen Untersuchungen und FEM-Simulationen waren Konstruktions- und Bemessungsvorschläge für diese Bauweise zu erarbeiten. Die spezifischen Ziele dieser Arbeit sowie die für deren Umsetzung erforderlichen Arbeitsschritte sind im Folgenden aufgegliedert:

2.1 Schubverbindungsmittel

Ziel war es, die in der einachsig tragenden Holz-Beton-Verbundbauweise bewährten Schubverbindungsmittel Kerve und geneigte Schraube im Spannungsfeld eines zweiachsig tragenden Plattensystems zu untersuchen. Wesentliches Merkmal, neben der Tragfähigkeit, ist der Verschiebungsmodul der Schubverbindung in Abhängigkeit der Verbindungsausrichtung und Beanspruchungsrichtung in der Plattenebene. Eine sinnvolle Anordnung der Verbindungsmittelgruppen in Plattenebene wurde untersucht und ermittelt. Es wird unterschieden zwischen einer orthogonalen und einer nach Trajektorien ausgerichteten Anordnung (Abbildung 2-4). Die Untersuchungen wurden anhand von experimentellen Kleinversuchen, FEM-Simulationen und Federmodellen durchgeführt. Aus den Untersuchungen wurden Konstruktions- und Bemessungsvorschläge abgeleitet. Die Verbindungsmittel wurden in ihrem Tragverhalten verglichen und bewertet.

Abbildung 2: Brettsperrholzplatte mit eingefrästen Kerven, die ausbetoniert als Verbundmittel dienen.

Abbildung 3: Brettsperrholzplatte mit geneigten Schrauben, die als Verbindungsmittel zum Beton dienen und den zu erwartenden Hauptschubkräften nach ausgerichtet sind.

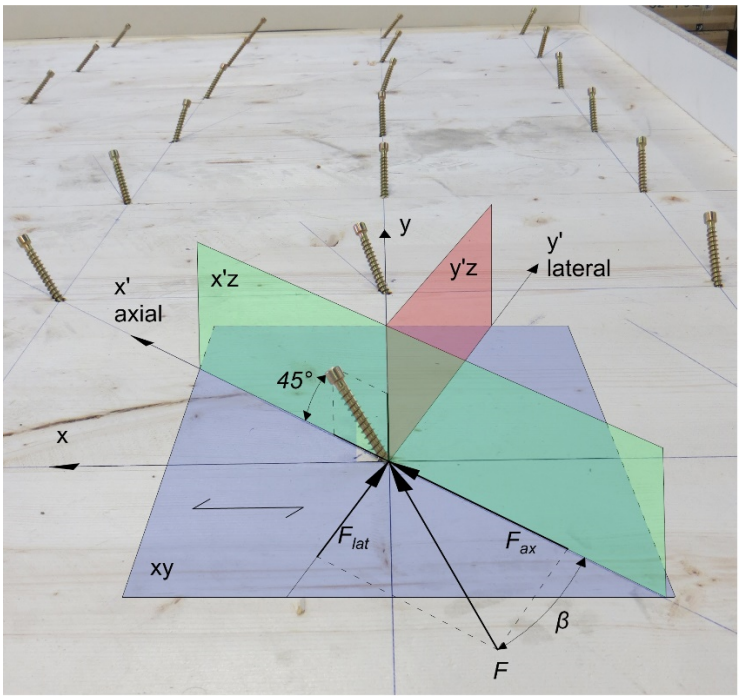

Abbildung 4: Darstellung der Hauptschubkraft F in Bezug auf die Schraubenverbindung.

2.2 Drilltragverhalten

Neben der Biegung ist das Drillen ein wesentlicher Mechanismus des Lastabtrags innerhalb einer Platte. Das Drilltragverhalten der Verbundplatte wurde experimentell untersucht. In den Versuchen wurden die Tragfähigkeit und die Drillsteifigkeit für verschiedene Aufbauten ermittelt. Ferner wurde geklärt, in wie weit eine Berücksichtigung des Drillens in Bezug auf das Gesamttragverhalten notwendig ist und wie groß der Anteil des Drillens an der Gesamttragwirkung ausfällt. Eine Untersuchung mittels einer FEM-Simulation der gesamten Verbundplatte ergab darüber weiter Aufschluss.

2.3 Gesamttragwirkung

In der Untersuchung zur Gesamttragwirkung wurden die Erkenntnisse aus den Untersuchungen zu den Schubverbindungsmitteln und dem Drillen zusammengeführt. In einem großen Bauteilversuch wurde die zweiachsige Holz-Beton-Verbundplatte als Gesamtsystem untersucht (Abbildung 6). Neben den einzelnen Versagensmechanismen und der Grenztragfähigkeit wurde die Duktilität und Gesamtsteifigkeit der Platte ermittelt. Begleitend wurde die Plattenkonstruktion in einem FEM-Modell simuliert. Mit diesem Modell wurde der Einfluss einzelner Parameter, wie die Verbundsteifigkeit, das Drillen oder der Brettsperrholzlagenaufbau untersucht. Aus der Studie konnten konstruktive Prinzipien abgeleitet werden. Es wurde geklärt, in welchem Umfang die zweiachsige Tragwirkung in der Holz-Beton-Verbundplatte aktiviert wird und wie groß das Kräfteverhältnis zwischen Haupt- und Nebentragrichtung ist.

Abbildung 5: Herstellung der Betonlage

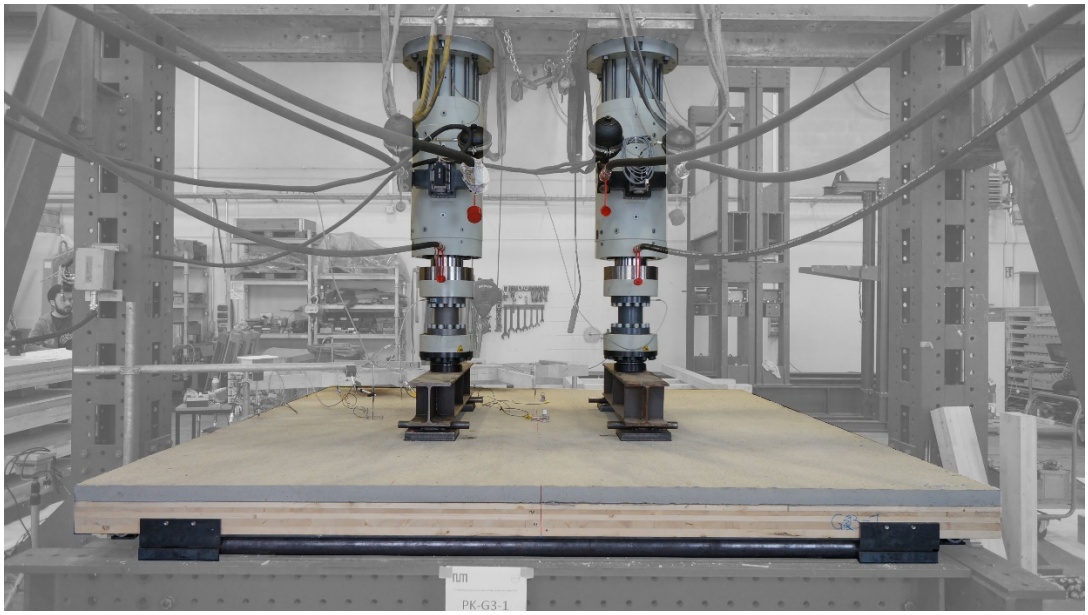

Abbildung 6: Kraft-Verformungsversuch an einer allseitig gelenkig gelagerten Holz-Beton-Verbundplatte

2.4 Entwicklung eines kraftschlüssigen Elementstoßes

Bedingt durch die Grenzabmessungen des vorgefertigen Brettsperrholzes kann die Platte nicht in einem Stück auf der Baustelle gefertigt werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit eines kraftschlüssigen Elementstoßes. Vorrangige Anforderung an den Stoß ist der Erhalt der Steifigkeit der gestoßenen Tragachse. In einer Studie wurden bekannte Verbindungsmöglichkeiten auf die Holz-Beton-Verbundkonstruktion angewendet und hinsichtlich ihrer Steifigkeit untersucht und bewertet. Der vielversprechendste Verbindungstyp wurde dann in einer experimentellen Untersuchung geprüft und in Relation zu einem ungestoßenen Abschnitt gesetzt (Abbildung 7). Aus den Untersuchungsergebnissen wurden Konstruktions- und Bemessungsregeln für den Stoß abgeleitet.

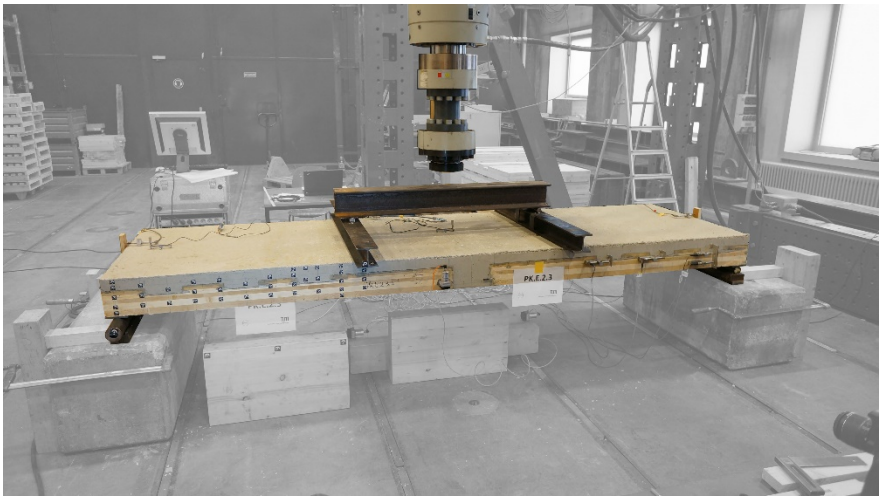

Abbildung 7: Kraft-Verformungsversuch an einem Holz-Beton-Verbundplattenstreifen, der in Feldmitte kraftschlüssig gestoßenen ist.

2.5 Vergleich zur einachsig tragenden Bauweise

Um die Potentiale der erforschten zweiachsig tragenden Verbundplatte zu quantifizieren, wurde ein Vergleich mit einachsig tragenden Verbundplatten auf Basis des Durchbiegeverhaltens durchgeführt.

3 Fazit

Die grundsätzliche Eignung und Anwendbarkeit der Holz-Beton-Verbundbauweise mit zweiachsiger Tragwirkung konnte nachgewiesen werden. Für die dazu notwendige Anordnung der Schubverbindungsmittel und Plattenlagen konnten Konstruktionslösungen gefunden werden. Der Anteil des Drillens an der Gesamttragwirkung und der Einfluss einzelner Materialparameter auf das Gesamttragverhalten wurden bestimmt. Mit eingeklebten Bewehrungsstäben konnte eine kraftschlüssige Plattenstoßkonstruktion entwickelt werden, die die Anforderung an einen geringen Steifigkeitsverlust in der Stoßfuge erfüllt. Im Vergleich mit einachsig tragenden Holz-Betonverbundplatten konnten eindeutige Einsparungspotentiale nachgewiesen werden.

4 Eckdaten

Kurztitel: Zweiachsige Tragwirkung bei Holz-Beton-Verbundkonstruktionen
Forscher: Dipl.-Ing. Stefan Loebus
Projektleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter
Gesamtkosten: 228.457,89€
Anteil Bundeszuschuss: 159.282,89€
Projektlaufzeit: 35 Monate