

Holzmischbauweise für das verdichtete Bauen im urbanen Raum

Ausführliche Projektbeschreibung

a) Forschungsziele

Der gemeinsame Einsatz von Holz und Stahl im Bauwesen hat eine lange Tradition. Stahl wird im modernen Holzbau hauptsächlich als Verbindungselement eingesetzt. Der Kostenanteil dieser Verbindungstechnik ist durchaus beachtlich.

In Japan gibt es Bestrebungen, beide Baustoffe als Hybridelemente einzusetzen. Jedoch sind die zwei Baumaterialien nicht gleichberechtigte Partner, sondern Holz übernimmt lediglich die Aufgabe des Brandschutzes für den tragenden Stahlbau.

So selbstverständlich heutzutage der gemeinsame Einsatz von Stahl und Beton, eben „Stahlbeton“ im selben Tragelement wie Stütze oder Träger gesehen wird, so selbstverständlich sollte auch in Zukunft der gemeinsame Einsatz von Holz und Stahl im selben Tragelement gesehen werden.

Die Vorteile dieser Bauweise wie die trockene, schnelle Montage und Demontage sollten nicht ungenutzt bleiben. Die Möglichkeit der schnellen vorgefertigten Bauweise mit großen Spannweiten, geringen Bauhöhen und flexibler Raumaufteilung durch den Einsatz von Holz-Stahl-Hybridelementen bietet wirtschaftliche Lösungen für das verdichtete Bauen im urbanen Raum an. Dabei gilt das Interesse nicht ausschließlich dem Neubau, sondern ebenfalls dem speziell in Österreich (Wien) umfassendem Thema der Sanierung und Erweiterung. Seit der Umstellung auf den Eurocode ist gerade der Dachausbau aufgrund der Erdbebennorm für den Leichtbau prädestiniert. Die Vorteile von vorgefertigter Leichtbauweise liegen in der Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Bauweisen.

Die Entwicklung in Richtung nachhaltiges Bauen, Einschränkung der Verwendung von fossilen Rohstoffen und Reduzierung von CO₂-Emissionen sollen Anlass dafür sein, ein Grundkonzept mit allen erforderlichen Tools für Bauunternehmer im Bereich mehrgeschossiger Holzmischbau auch im urbanen Raum zur Verfügung stellen zu können.

Das Motto soll lauten „light, fast, clean and secure“.

Durch einen effizienteren Einsatz beider Baustoffe kann eine Leistungssteigerung des modernen Holzbaus erreicht werden. Die Synergien der beiden Werkstoffe bezüglich Konstruktionsmethodik (Trockenbauweise, Skelettbau) lassen die Entwicklung von Hybrid- und/oder Verbundkonstruktionen realistisch und wirtschaftlich erscheinen.

Folgende Arbeitsschritte wurden deshalb als Ziele formuliert:

- Entwicklung und Optimierung von Holz-Stahl-Hybrid-Trägern nach statischen und herstellungstechnischen Aspekten.
Anhand vorangegangener Versuchsergebnisse (wird in Punkt b erläutert) sollen weitere Trägertypen entwickelt, und geprüft werden. Dabei spielen ökologische und wirtschaftliche Überlegungen zur Herstellung, Montage und Demontage eine Rolle. In einer Art „Ausschluss- und Optimierungsverfahren“ und mehreren Versuchsreihen soll der „optimale“ Trägertyp bestimmt werden. Dieser wird in einem zweiten Arbeitsschritt genauer untersucht.
- Untersuchung und Modellierung des Tragverhaltens von Holz-Stahl-Hybrid-Trägern unter Kurz- und Langzeitbelastung.
Die aus dem ersten Arbeitsschritt ermittelte optimale Trägerkonfiguration wird in einem zweiten Arbeitsschritt auf das Tragverhalten untersucht. Dabei werden mehrere Prüfkörper derselben Konfiguration Kurz- und Langzeitbelastungen ausgesetzt. Die Phänomene der Lastumlagerung von Holz auf Stahl und eventuelle Langzeiteffekte von Holz in Kombination mit Stahl sollen dabei erforscht werden. Die Versuche sollen statistisch ausgewertet werden und das Tragverhalten für zukünftige Berechnungsverfahren modelliert werden.
- Entwicklung, Untersuchung und Modellierung von biegesteifen Anschlüssen
In einem dritten Arbeitsschritt wird eine biegesteife Verbindung dieser Hybridelemente entwickelt, geprüft und modelliert. Es geht darum, die Vorteile von Stahl-Stahl-Verbindungen zur Kraftübertragung zu nutzen. Die Federsteifigkeit der Verbindung soll ermittelt und für zukünftige Berechnungsverfahren eingesetzt werden.

b) Stand des Wissens

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie (Dez. 2011) wurden erste Holz-Stahl-Hybridträger in der Camillo-Sitte Versuchs- und Lehranstalt geprüft.

Mehrere Holz-Stahl-Hybridträgertypen wurden für eine Machbarkeitsstudie einem Vierpunktbiegeversuch auf Elastizität und Bruchverhalten unterzogen. Im Folgenden werden der Herstellungsprozess und die Testergebnisse für einen Trägertypen beschrieben.

Die Idee besteht darin zwei gekantete C-Profile aus Stahl und einen Brettschichtholzträger zu einem Gesamtprofil zusammenzunageln, siehe Abb. 1.

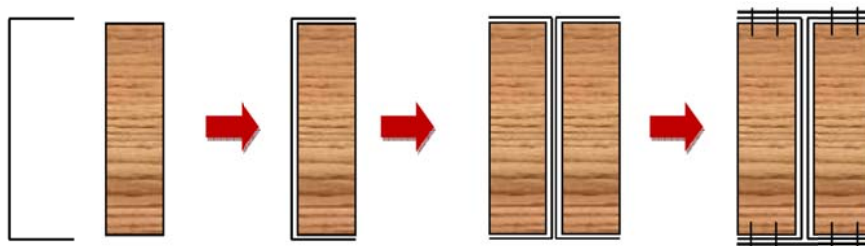


Abbildung 1: Herstellungsprinzip des Hybridträgers



Die C-Profile waren einen Millimeter dick, 40,7 cm hoch, 6,1 cm breit und 640 cm lang. In diese Profile wurden jeweils vier Löcher mit einem Durchmesser von 35mm gebohrt, um später mit Bolzen den provisorischen Zusammenhalt zwischen Stahl und Holz für den Montagezustand sicher zu stellen (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Hybridträger im Montagezustand

Der Brettschichtholzträger war im Originalzustand 40 cm hoch, 20 cm breit und 640 cm lang. Anschließend wurde der Träger in drei Teile zu $2 \cdot 6/40$ cm und $1 \cdot 8/40$ cm gesägt (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Angelieferte Holzteile

Der mittlere Teil ($8/40$) wurde als Vergleichsträger bei einem Vierpunktbiegeversuch bis zum Bruch belastet (siehe Abbildung 4).



Abbildung 4: Vierpunktbiegeversuch des Holzprobekörpers

Durch die Messungen konnten der E- und G-Modul des reinen Holzträgers ermittelt werden. Diese Werte wurden zur Berechnung und Nachmodellierung des Hybridträgers verwendet.

Zur Verstärkung der Gurte des Hybridträgers wurden Stahllaschen mit einer Stärke von 2 mm im Druck- und Zugbereich mittels Hilti-Schussnägeln befestigt (siehe Abbildungen 5 und 6).



Abbildungen 5 und 6: Befestigen der Verstärkungsplatten mittels Hilti-Schussnägeln

Die Montage und die Tests wurden von mehreren Schulklassen aufmerksam beobachtet. Einige SchülerInnen konnten auch punktuell mitwirken.

Die Versuchsergebnisse für diese Trägerkonfiguration sind in Abbildung 7 dargestellt.

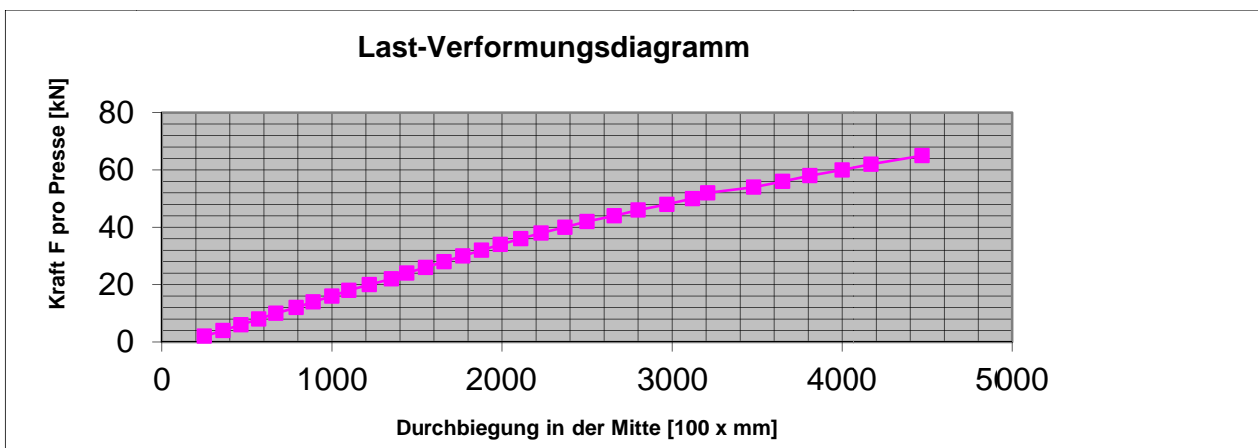


Abbildung 7: Last-Verformungsdiagramm eines Hybridträgers



**c) Form der Zusammenarbeit und deren Nutzwert für beide Seiten
(Wissenschaftler der TU-Wien-Lehrer/innen und Schüler/innen der Camillo Sitte Lehranstalt)**

Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftler/innen, Lehrer/innen und Schüler/innen soll in folgender Form gefördert werden:

- Abhaltung von Workshops zur Vermittlung der Forschungsansätze
- Abhaltung von Workshops zur Besprechung der Montage- und Versuchsabläufe
- Montage in Kleingruppen im Labor unter Anleitung der Wissenschaftler
- Versuchsaufbau und Messeinrichtung in Kleingruppen im Labor unter Anleitung der Wissenschaftler
- Versuchsdurchführung in Kleingruppen im Labor unter Anleitung der Wissenschaftler
- Modellierung mit einfachen Programmen in der Schule unter Anleitung der Wissenschaftler
- Versuchsauswertung in Kleingruppen an der TU Wien unter Anleitung der Wissenschaftler
- Schüler präsentieren in regelmäßigen Abständen die Messergebnisse der Langzeitversuche
- Monatliche Meetings der Wissenschaftler/innen und Lehrer/innen

Der Mehrwert, der durch die Zusammenarbeit mit Schüler/innen für die Wissenschaftler/innen entsteht, kann so zusammengefasst werden:

- Handwerklicher Erfahrungsaustausch
- Zeit- und Kostenersparnis durch Mithilfe von ausgebildeten und in Ausbildung befindlichen Handwerkern
- Qualitätskontrolle durch die Notwendigkeit der simplen Erklärung von Methodik und Modellierung
- Abnahme von einfacheren Aufgaben wie Tabellen- und Diagrammerstellung
- Abnahme der Dokumentation

Der Mehrwert, der durch die Zusammenarbeit mit Wissenschaftler/innen für die Schüler/innen entsteht, kann so zusammengefasst werden:

- Praxisnahe Diplomarbeiten verfassen, fließender Übergang von Theorie zur Praxis
- Innovatives Denken schulen
- Ökologisches Bewusstsein fördern
- Wissenschaft schnuppern
- Zusammenhänge erkennen (Festigkeit-Querschnitt-Material...)
- Umgang mit Normen kennenlernen

d) Geplante längerfristige Kooperationen:

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens sind Langzeitversuche geplant. Die Versuchsobjekte werden auch nach Auslauf des Forschungsvorhabens im Rahmen von Sparkling Science von Schülern beobachtet werden. Die Messergebnisse werden weiterhin dokumentiert und die Modellierung stetig angepasst.

Desweiteren ist eine weiterführende Kooperation im Rahmen eines Nachfolgeprojektes angedacht. Innerhalb dieses Nachfolgeprojektes werden weitere Hybridbauteile, wie Stützen und Decken, entwickelt und untersucht.



e) Beabsichtigte Verbreitung der wissenschaftlichen Ergebnisse (Publikationen und Tagungen)

- Tagungen:
Internationales Holzbauforum Garmisch (IHF), World Conference on Timber Engineering (WCTE),
Internationales Holzbauforum Beaune
- Publikationen:
Zeitschrift Bauingenieur, Stahlbau Nachrichten
- Präsentationen:
Zwischenpräsentation, Endpräsentation vor ausgewähltem Publikum

f) Literaturliste

- EN 408, Holzbauwerke. Bauholz für tragende Zwecke und Brettschichtholz. Bestimmung einiger physikalischer und mechanischer Eigenschaften, 2010-12-01
- Flitch Plate-and Steel I-Beams, NAHB BEAM SERIES, National Association of Home Builders, 1981; <http://www.toolbase.org/PDF/DesignGuides/flitchplate.pdf>
- Kamyar Tavoussi; et al.: Steel reinforced timber structures for multi storey buildings; paper nr. 820: Vienna University of Technology; Proceeding of WCTE 2010.
- Winter, W.; Pixner, T.; Tavoussi, K.; Jaksch, S.; Krabbe P.: „20 Geschosse in Holz - die Machbarkeit“, 14. Internationales Holzbau-Forum Garmisch, 2008
- BRI – Building Research Institute: Annual Report 2003: Development of Wood-based Hybrid Structure Technology, Tsukuba, Japan: Building Research Institute, Fire Protection Group, 2004
- EN 1998-1: Eurocode 8 – Design of Structures for Earthquake Resistance, - Part 1: General Rules, seismic Action and Rules for Buildings, CEN, European Committee for Standardization, Brussels
- Tavoussi, K.; Winter, W.; Pixner, T. 2008. Development of earthquake bracing systems for multi-storey timber buildings using slender shear wall elements out of cross-laminated panels, in WCTE 2008 - 10th World conference on Timber Engineering - Miyazaki, Japan, 2008. 263 p.
- EN 1990: Eurocode – Basis of structural design, CEN, European Committee for Standardization, Brussels
- EN 338: Structural timber–strength classes, CEN, European Committee for Standardization, Brussels
- ISO 16670:2003 International Standard, Timber Structures – Joints made with Mechanical Fasteners – Quasi-static Reversed-cyclic Test Method, First Edition 2003-12-15.