



Themenvorschlag für eine Master Thesis

Versuche zur Beschreibung des Brandverhaltens geklebter Verbundwände aus ultrahochfestem Beton und Fichtenholz

Betreuer

Klara Winter
Zimmer: N1605
Tel.: 089/289-23009
E-Mail: klara.winter@tum.de

Michael Fleischhauer
Zimmer: N3604
Tel.: 089/289-23019
E-Mail: michael.fleischhauer@tum.de

Allgemeines

Die immer weiter wachsende Weltbevölkerung und die stetig voranschreitende Urbanisierung (World Urbanization Prospects 2018 2018) erfordern die Bereitstellung zusätzlichen Wohnraumes in städtischen Gebieten. Um möglichst wenig der endlichen Ressource „Fläche“ zu versiegeln eignet sich hier vor allem das vertikale Bauen in Form von Hochhäusern. Solche werden meist in Stahlbetonbauweise errichtet, aber auch der Holzbau findet vermehrt Anwendung. Dieser gilt, im Vergleich zu anderen Bauweisen, als ressourcenschonend und nachhaltig (Hermann Kaufmann et al. 2017). Bauteile in den unteren Geschossen von Hochbauten sind hohen Lasten ausgesetzt. Im Bereich des Holzbaus führt dies zu großen Bauteilquerschnitten und somit zu einem hohen Material- und Flächenbedarf.

Durch das Kombinieren von Holz und ultrahochfesten Beton (UHFB) soll eine hochtragfähige, ressourcenschonende, flächenschonende und somit nachhaltige Bauweise in Form von Wandbauteilen für den Hochbau geschaffen werden. Dazu sind im Rahmen der industriellen Brettsperrholzherstellung einzelne Holzlamellen durch UHFB-Fertigteile-Lamellen ausgetauscht (Abbildung 1). Der schlanke UHFB-Kern, welcher außenseitig durch das Holz geschützt ist, nimmt dabei vorwiegend auftretende Druckkräfte auf, während das außenliegende Holz, die aus Biegemomenten entstehenden Druck- und Zugkräfte aufnimmt. Hierzu wird aktuell ein Forschungsprojekt bearbeitet.

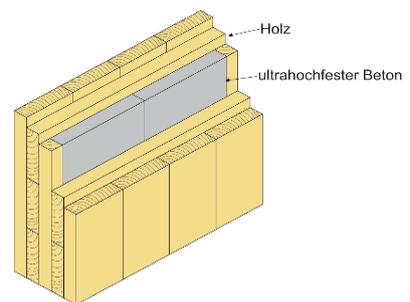


Abbildung 1: Hybrides Wandelement (Oberndorfer et al. 2021)

Ziel und Aufbau der Arbeit

Während das Brandverhalten von Brettsperrholz weitestgehend bekannt ist, liegen zu den zuvor beschriebenen neuartigen Verbundwänden, sowie der verwendeten UHFB-Rezeptur noch keine genaueren Untersuchungen zum Brandverhalten vor. Ziel dieser Arbeit ist es daher das Brandverhalten der beschriebenen UHFB-Holz-Verbundwände näher zu untersuchen und, im Hinblick auf einen vereinfachten Brand-Bemessungsansatz, zu beschreiben.

— Zu Beginn soll hierzu das Tragverhalten und das Brandverhalten der Grundbestandteile der Verbundkonstruktion (Holz und UHFB) sowie mögliche Ansätze zur Brandbemessung von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen zusammengestellt und verglichen werden.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen ist mithilfe numerischer Methoden (Ansys, Matlab PDE-Toolbox oder Anderen) und/ oder tabellarischer Ansätze das Durchwärmungs- bzw. Abbrandverhalten verschiedener Verbundwanddurchbildungen (5-lagiger oder 7-lagiger Aufbau) im Brandfall zu untersuchen. Anhand der Ergebnisse ist anschließend ein, für die Brandbemessung charakteristischer Satz an thermischen Einwirkungen in Abhängigkeit des Wandaufbaus zu definieren.

— Für jede, der im Rahmen dieser Arbeit festgelegten charakteristischen thermischen Einwirkungen, zu welchen aus der Literatur keine temperaturabhängigen Festigkeitskennwerten entnommen werden können, sollen Kleinversuche helfen diese näher zu beschreiben. Dazu werden die einzelnen Bestandteile der Verbundkonstruktion (Holz und UHFB) im Rahmen kleinformatiger experimenteller Untersuchungen zunächst getrennt voneinander hinsichtlich des Tragverhaltens nach einer charakteristischen Temperatureinwirkung getestet. Da das Brandverhalten von Holzbauteilen aus Brettsperrholz weitestgehend erforscht ist, wird der Schwerpunkt dieser Zielsetzung hauptsächlich auf dem Brandverhalten des verwendeten ultrahochfesten Betons liegen. Wegen der vielen möglichen Zusammensetzungen, der hohen Tragfähigkeit und der geringen Permeabilität reagiert UHFB sehr unterschiedlich auf verschiedene Temperatureinwirkungen. Gerade mögliches explosives Abplatzen aber auch Festigkeits- und Steifigkeitsveränderungen sind bereits bei niedrigen Temperaturen denkbar und sollten im Verbundelement unbedingt vermieden werden. Im Rahmen der Arbeit können daher auch kleinere Rezepturanpassungen notwendig werden z.B. durch die Zugabe von Polypropylen-Fasern. Durch Rezepturanpassungen soll hauptsächlich die Prüffähigkeit der UHFB-Proben erzielt werden.

Abschließend ist das Brandverhalten des Verbundbauteils anhand eines kleinformatigen Verbundprüfkörpers experimentell zu ermitteln und die gewonnen Erkenntnisse in Hinblick auf einen Brandbemessungsansatz/ Konstruktionsleitlinien zu überführen.

Erster Literaturüberblick

- **Klingsch, W.; Ander, S.; Saravanja, M. (2011):** Bestimmung des Hochtemperaturverhaltens von UHPC unter Verwendung von Nanordurcompound. Bergische Universität Wuppertal, *Bergische Universität Wuppertal*
- **Östman, B. A.-L.; Schmid, J.; Klippel, M.; Just, A.; Werther, N. (2018):** Fire design of CLT in Europe. Vol. 50, No. Special. Society of Wood Science and Technology p. 68-82
- **Fleischhauer, M.; Fischer, O. (2018):** Materialverhalten von hochfestem (HPC) und ultrahochfestem (UHPC) Beton unter hohen Temperatureinwirkungen (Lastfall Brand). Beiträge zur 6. FAFStb-Jahrestagung mit 59. Forschungskolloquium. Technische Universität München
- **Pöschi, B. (2018):** Sensitivität instationärer Temperaturfelder im Zweiphasensystem im Hinblick auf die Bemessung nach DIN EN 1992-1-2. Bachelor's Thesis. Technische Universität München.
- **Klippel, M.; Frangi, A. (2016):** Brandverhalten von Brettsper Holz. Vol. 93, No. 8. Wiley p. 567-573
- **Fröse, J. (2018):** Optimierung der stofflichen Zusammensetzung von ultrahochfesten Betonrezepturen zur Steigerung deren thermischer Beanspruchbarkeit. Master's Thesis. Technische Universität München
- **Schlegel, R.; Adriani, P. (2007):** Simulation von Brandversuchen an Mauerwerkswänden. ANSYS Conference & 25th CADFEM Users' Meeting
- **Way, R.; Wille, K.:** Material Characterization of an Ultra High-Performance-Fibre Reinforced Concrete under Elevated Temperatures. University of Connecticut.

Textquellen

- **World Urbanization Prospects 2018:** Highlights (2018). Department of Economic and Social Affairs.
- **Hermann Kaufmann, Stefan Krötsch & Stefan Winter. (2017).** Atlas Mehrgeschossiger Holzbau. In H. Kaufmann, S. Krötsch & S. Winter (Hrsg.), DETAIL Atlas. Atlas Mehrgeschossiger Holzbau (1. Aufl.). Edition Detail. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.11129/9783955533540/html>
- **Oberndorfer, T., Hunger, F. & Fischer, O. (2021).** Ultra High Performing Timber Walls - Einsatz von schlanken Lamellen aus ultrahochfestem Beton in Brettsper Holz-Elementen zur Steigerung der Tragfähigkeit

Vorkenntnisse

- Motivation und Interesse am Thema
- Vertiefte Kenntnisse im Massivbau und im Holzbau
- Grundlegende Kenntnisse im Brandschutz