Energie
Nationale Forschungsprogramme 70 und 71

Projekt

Hybride Tragkonstruktionen

Wunderholz Buche: Wie Beton auch ohne Stahl stabil wird

Wunderholz Buche: Wie Beton auch ohne Stahl stabil wird

Deckenkonstruktionen könnten künftig statt aus Stahl-Beton aus Holz-Beton bestehen. Dadurch würde der Bau umweltfreundlicher und nachhaltiger.

Die Buche ist ein bisher zu wenig genutzter Baustoff. *Quelle:* iStock

Auf einen Blick

- Im Betonbau braucht es Bewehrungen aus Stahl. Buchenholz könnte diese ersetzen.
- Eine neue Vorbeschichtung macht Buchenholz nun in Kombination mit bestehenden Industrieklebern besser einsetzbar.
- Durch ein neues Verbindungssystem der Holzplatten werden die Holzkonstruktionen zudem zweidimensional belastbar – bisherige Systeme waren nur uniaxial tragend.

Gebäude sind derzeit verantwortlich für 40 Prozent des weltweiten Energieverbrauchs. Im Moment ist das Teure dabei vor allem der Betrieb der Gebäude. Dieser Energieverbrauch wird sich aber durch energieeffiziente Bauweisen, welche die Energiestrategie 2050 anstrebt, beträchtlich senken lassen. Und damit rückt mehr die sogenannte «graue Energie», die für die Herstellung der Materialien und für den Bau gebraucht wird, in den Fokus. Dabei sind Baustrukturen ohne Stahl eine Möglichkeit, die graue Energie zu senken, denn die Stahlproduktion ist sehr energieaufwändig. Eine Alternative zu Stahl ist Holz. Es ist auch ein CO2-Speicher und könnte so zur Reduzierung des CO2-Ausstossesin die Luft beitragen.

Das Wunderkind unter den Hölzern ist die Buche, denn sie verfügt über eine hohe Festigkeit und ist ein breit verfügbarer Rohstoff in der Schweiz. Bisher wird Buche aber vorwiegend als Energieholz genutzt, im Holzbau dominieren Nadelhölzer. Buche hat also ein ungenutztes Potential.

Forscher der ETH haben in diesem Unterprojekt untersucht, wie Buche in Kombination mit Beton besser genutzt werden und so Stahl ersetzen könnte. Dies in Deckenkonstruktionen. In diesen Holz-Beton-Verbunddecken übernehmen Buchenplatten sowohl die Funktion der Schalung als auch der Bewehrung und erlauben eine signifikante Reduktion von Beton und Stahlbewehrung im Vergleich zu Stahlbetonflachdecken.

So genannte Holz-Beton-Verbunddecken bestehen aus Holzelementen, welche mit einer Betonplatte schubfest verbunden sind. Im Vergleich zu reinen Holzdecken erhöht der Beton die Steifigkeit und Masse der Decken. Die wiederum verbessert das Schwingungsverhalten, den Schallschutz und den Brandschutz – macht das Bauelement also gebrauchstauglicher.

Allerdings haben solche Hybrid-Konstruktionen auch einige Nachteile: Sie sind meist nur einachsig belastbar, was unterstützende Elemente wie Balken und Wände nötig macht. Dies schränkt die architektonische Gestaltungsfreiheit ein. Zudem braucht es grosse Mengen von Verbindungsmitteln, um den Beton und das Holz zusammenzuhalten. Auch führen solche Verbindungen zu hohen lokalen Beanspruchungen des Materials und können unter Korrosion leiden.

Deshalb haben die Forscher untersucht, wie Holz-Beton günstiger, belastbarer und nachhaltiger werden könnte.

Holz, das besser mit Beton verbunden werden kann

Zur Entwicklung verwendeten die Forschenden Platten aus Furnierschichtholz. In dem ersten Teil des Forschungsprojektes haben sie eine Beschichtung entwickelt, welche Holz besser auf den flüssigen Kleber vorbereitet. Er soll gut an der Holzoberfläche haften, damit der flüssige Beton, der danach darüber gegossen wird, mit dem Holz eine optimale Verbindung eingeht. Hierfür verwendeten die Forscher eine sogenannte Sol-Gel-Oberflächenmodifikation, die in Form eines Sprays einfach aufzutragen ist. Diese Beschichtung hat gleich drei Wirkungen: Erstens macht sie die Oberfläche des Holzes wasserabweisender. Zweitens verhindert die Schicht, dass der Klebstoff zu stark durch das Holz aufgesogen wird. Drittens ermöglicht die Beschichtung eine bessere Anbindung des Klebstoffs. Tests mit beschichtetem und unbeschichtetem Holz haben gezeigt, dass sich durch die Behandlung die mechanischen Eigenschaften des Holz-Beton-Verbunds verbessern lassen. Allerdings bedarf es noch Optimierungen im Beschichtungsprozess und das Langzeitverhalten der so verklebten Holz-Beton-Strukturen war noch nicht Teil des Projektes und muss in weiteren Projekten untersucht werden.

Holz, das zweidimensional belastbar ist

Im zweiten Teil des Forschungsprojektes untersuchten die Forschenden Wege, die Buchenholzplatten zweidimensional belastbar zu machen. Hier sind vor allem die Verbindungen zwischen den Furnierholzplatten zentral. Es wurden fünf verschiedene Verbindungstypen analysiert. Zum Beispiel wurde versucht, mittels Beton die Zugkraft auf Bewehrungen aus Stahl zu lenken. Eine andere Variante funktioniert über Holz-zu-Holz-Verbindungen. Eine dritte bestand darin, die Verbindungen über eingeklebte Gewindestangen auszubilden. Die Tests ergaben, dass diese dritte Variante die effektivste ist.

Günstiger und schneller

Die in diesem Projekt entwickelten Methoden machen Holz-Beton-Konstruktionen biaxial belastbar also stabiler und somit tauglich für den breiten Einsatz. Holz-Beton wird zudem günstiger und energieeffizienter. Denn sowohl die neue Klebemethode als auch die Plattenverbindungen mithilfe von eingeklebten Gewindestangen reduzieren den Einsatz von Stahl. Auch ist der Konstruktionsbau mit solch Holz-Beton schneller als jener mit Stahlbeton. So wird das hybride Baumaterial zu einer konkurrenzfähigen Alternative zu Stahlbeton.

Produkte aus diesem Projekt

- Beech wood concrete hybrid structures
  Publikationsdatum: 15.11.19
- Enhancing the performance of beech-timber concrete hybrids by a wood surface pre-treatment using sol-gel chemistry
  Publikationsdatum: 06.09.18
- Timber-mortar composites: The effect of sol-gel surface modification on the wood-adhesive interface
  Publikationsdatum: 01.10.18
- A straightforward thiol–ene click reaction to modify lignocellulosic scaffolds in water
  Publikationsdatum: 15.11.19
- Verbundprojekt "Energiearmer Beton"
  Publikationsdatum: 20.12.16

Team & Kontakt

Prof. Dr. Andrea Frangi
Inst. f. Baustatik u. Konstruktion
HIL E 45.1
Stefano-Franscini-Platz 5
8093 Zürich

+41 44 633 26 40
frangi@ibk.baug.ethz.ch

Andrea Frangi

Ingo Burgert

Alle Aussagen diesen Seiten bilden den Stand des Wissens per 17.12.2018 ab.