

Holz: Innovation und Nachhaltigkeit

Trotz des geringen Eigengewichts übertrifft die Tragkraft von Holz diejenige von Beton. Bauwerke aus Holz sind leichter - und haben vor allem eine bessere Umweltbilanz.

Angefangen hat die Geschichte von Stahlbeton angeblich mit Blumenkübeln. Der Pariser Gartenbaumeister Joseph Monier experimentierte Mitte des 19. Jahrhunderts mit Drahtgeflechten, die er mit einer Zementmischung umhüllte, um Blumenkübel und Wasserbecken kunstvoll zu formen.

Beton dominiert das Bauen nun seit mindestens 50 Jahren. Dies, obwohl die Haltbarkeit nicht vergleichbar ist mit beispielsweise Naturstein. Brücken sind bereits nach wenigen Jahrzehnten sanierungsbedürftig, in Küstenstädten macht dem Beton die feuchte Salzlufte zu schaffen und bei Bränden schmilzt der Armierungsstahl.

Der grösste Nachteil von Beton ist neben dem Verbrauch nicht nachwachsender Rohstoffe die Klimaschädlichkeit der Zementherstellung. Acht Prozent der weltweiten Kohlendioxid-Emissionen werden durch Zementproduktion verursacht, die sich seit 1990 vervierfacht hat. Zurzeit wird gemäss dem Naturschutzbund Deutschland jährlich eine halbe Tonne Zement pro Erdenbürger produziert.

Diversifizierung des Holzbaus?

Mit dem Klimawandel gewinnt Holz als nachwachsender Rohstoff und als Speicher für Kohlenstoff an Bedeutung. In Holzprodukten bleibt der Kohlenstoff gespeichert, solange sie existieren. Nachhaltiger ist nur der Baum selbst. Holz als Baumaterial für Wohnhäuser war lange die Normalität. Bauen mit Holz hat viele Vorteile. Als Leichtgewicht eignet sich Holz besonders für Aufstockungen. Trotz des geringen Eigengewichts übertrifft seine Tragkraft die von Beton. Seine Eigenschaften werden durch Verarbeitung zu Holzwerkstoffen optimiert. Mit Holz werden zurzeit sogar Hochhäuser gebaut, ein Trend, der langsam im Wachsen ist und von der Forschung unterstützt wird.

Seit einigen Jahren erfolgt in der Schweiz eine ökologisch gewünschte, verstärkte Durchmischung des Walds mit Laubholz. Als Folge steigt der Anteil



Das geplante Hochhaus in Zug.

an Laubholz in Schweizer Wäldern kontinuierlich. Diese Zunahme des Laubholzes ist auch eine Folge der besonders guten Anpassung der Buche an die hiesigen Klima- und Bodenbedingungen. In innovativen neuen Holzprodukten aus Laubholz steckt somit ein Potenzial zur Steigerung der Wertschöpfung des Schweizer Walds und der Wettbewerbsfähigkeit von Holz. Forscherinnen und Forscher fordern die Diversifizierung des Holzbaus. Derzeit ist das Bauwesen und Beteiligte auf Fichte und Kiefer fokussiert. Sägereien verarbeiten noch zu rund 90 Prozent Nadelholz. Laubholz wird zu 70 Prozent verbrannt.

Alltagsbezug

Um das Fach in der heutigen Bildungslandschaft aufzuwerten, wurde im Lehrplan 21 im Technischen Gestalten mit dem Kompetenzbereich «Kontexte und Orientierung» ein Alltagsbezug verlangt. Schülerinnen und Schüler leben in einer

Welt, in der sowohl Beton als auch Holz eine dominante Rolle im Bau- und Wohnbereich einnehmen. Gleichzeitig ist forschendes Lernen angesagt, um den Ansprüchen der zukünftigen Gesellschaft zu genügen. Das spannende «Projekt Pi» erfüllt diese Anforderungen und zeigt, was Forschung für die Zukunft bedeuten kann. Praktische Umsetzungen des Themas können beispielsweise Pausenplatzprojekte sein.

Forschungsprojekte

Mit dem «Projekt Pi» wird in Zug ein innovatives Wohnhochhaus

realisiert. Es soll das erste Holzhochhaus von 80 Metern Höhe in der Schweiz werden und preisgünstiges Wohnen in Zug schaffen. Ein Pionierprojekt, wofür in der Bauhalle der ETH Zürich Grundlagenforschung betrieben wird. «Etwas zu testen,

«Projekt Pi»

Konstruiert ist das Hochhaus des Projekt-Pi mit einem Rahmentragwerk aus Buchenholz. Die neu entwickelten Holz-Beton-Verbunddecken haben die gleiche Konstruktionsstärke wie herkömmliche Betondecken, sind aber wesentlich leichter und erzeugen in der Herstellung geringere Treibhausgasemissionen. Mit Photovoltaikmodulen in der Fassade deckt das Gebäude einen Teil seines Strombedarfs selbst. Erneuerbare Wärme und Kälte aus dem Boden sowie dem Zugersee versorgen es zusätzlich energetisch.

bedeutet bei uns meist, es so lange zu belasten, bis es zerstört ist», sagt Dominik Werne, Werkstattleiter des Instituts für Baustatik und Konstruktion (IBK) an der ETH Zürich. Er unterstützt mit seinem Team die Professuren bei ihren Experimenten. Der Betonboden der riesigen Testhalle ist ein Meter dick, zigfach mit Stahl versetzt, so dass dieser gesamthaft mehrere tausend Tonnen Gewicht tragen kann. Wie bei einem Meccano-System können Versuchsstände aus teils tonnenschweren verschiedenen Elementen frei zusammengebaut werden. Die Planung und der Bau eines Versuchsstandes dauern oft Monate, deutlich länger als die Experimente danach.

Optimierte Tragfähigkeit

Eine Forschungsgruppe führt hier Versuche für das Bundesamt für Strassen (ASTRA) durch, um zu testen, ob Brücken saniert werden müssen. Ein zweites Team analysiert das Verhalten von Beton und Stahl unter Erdbebenbedingungen. Ein drittes Team unter der Leitung von Holzbau-Professor Andrea Frangi simuliert das Verhalten eines 80 Meter hohen Hochhauses aus Holz bei starkem Wind. Das Kreuz im Versuchsstand ist ein kritisches Element vom «Projekt Pi», das ab 2022 in Zug realisiert werden soll. Es wird zu den grössten Holzhochhäusern überhaupt gehören. Ein Pionierprojekt, da die Statikexperten vollkommen auf einen Kern aus Stahlbeton verzichten, was bisher üblich war. Beim «Projekt Pi» wird dieser durch ein massives Holzrahmentragwerk aus 40 Zentimeter breitem Buchenfurnierschichtholz ersetzt.

«Laubhölzer sind zwar schwieriger zu verarbeiten, haben aber wesentlich bessere mechanische Eigenschaften als Nadelhölzer», erklärt Frangi. «Deshalb sind sie für die hohen Lasten im Hochhausbau gut geeignet.» Durch Schälen von Buchenstämmen und anschliessendes Verkleben der zwei bis drei Millimeter dicken Holzfurniere entstehen Bauteile mit optimierter Tragfähigkeit bei kleineren Querschnitten. Die Folge sind leichtere Bauwerke im Vergleich zu herkömmlichen Hochhäusern aus Beton. Und eine bessere Umweltbilanz: Pro Kubikmeter verbautem Holz wird rund eine Tonne CO₂ im Material gespeichert. Hinzu kommt der reduzierte Einsatz von Beton, dessen Zementproduktion circa acht Prozent der globalen CO₂-Emissionen verursacht. Auch die Holz-Beton-Hybriddecke, die im «Projekt Pi» verbaut wird, ist ein innovatives Ergebnis. Sie ist 30

Prozent leichter als herkömmliche Beton-Stahl-Decken, bei gleichbleibender Tragfähigkeit, wie Belastungstests in der Bauhalle gezeigt haben.

Thomas Stuber
thomas-stuber@bluewin.ch

Literatur

- Frangi, A. (2016). Nachhaltiges Bauen. In: T. Stuber u.a., Grundlagen, Lehrmittelreihe Technik und Design.
- D-EDK (2015). Lehrplan 21 TTG.
- Ludwig-Sidow, P. und Kriese, U (2020). Klimaschutz durch Holz – als Baustoff, nicht als Brennstoff, Naturschutzbund Deutschland (NABU, 2021).
- Schläfli, S. (2021). In der Werkstatt des Riesen. Magazin Globe (ETH Zürich)
- Tröster, C. Diese Hochhäuser sind aus Holz – und bringen die Betonindustrie in Bedrängnis (www.welt.de, Zugriff am 22.10.2021).



Unter extremer Belastung weitet sich ein Riss auf mehrere Zentimeter. Die Zugbeanspruchung betrug zuletzt 51 Tonnen, was der doppelten Kraft entspricht, der das Gebäude gesetzlich standhalten muss.



Pausenplatzprojekte aus der Lehrmittelreihe Technik und Design.