

Hybride Holzsysteme – Stahlbeton für das 21. Jahrhundert

Nachwuchsforschergruppe am WKI entwickelt Modell für Vorhersage des Langzeitverhaltens von Holz-Hybridbauteilen

Stahlbeton ist langlebig und stabil, weist jedoch einen großen CO₂-Fußabdruck auf. Holz wiederum ist zwar nachhaltig und bindet Kohlenstoff, hat allerdings naturgegebene negative Eigenschaften. Hybride Holzsysteme hingegen vereinen Nachhaltigkeit und Festigkeit. Das Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI), entwickelt entsprechende Kleber und testet die Langzeitstabilität solcher hybriden Baustoffe.

Gebäude und andere Bauwerke bestehen heute größtenteils aus Mauerwerk, Stahl und Beton. Insbesondere Stahlbeton garantiert eine hohe Gesamtstabilität, indem er die Druckfestigkeit von Beton mit der Zugfestigkeit von Stahl verbindet. Zudem ist Stahlbeton sehr dauerhaft, auch bei wechselhafter Witterung. Nachteilig ist, dass Stahlbeton herzustellen, zu verarbeiten und wiederzuwerten große Mengen an Energie verbraucht und dabei viel CO₂ freigesetzt wird. Lange Transportwege der Rohstoffe verschlechtern den CO₂-Fußabdruck weiter. Holz dagegen wächst schnell nach, ist weitaus klimafreundlicher und lokal verfügbar. Auch ist das subjektive Wohlbefinden in Holzhäusern üblicherweise höher als in Betonbauten. Nachteilig ist, dass Holz nicht so stabil ist wie Stahlbeton, vor allem die Zug- und Druckfestigkeit senkrecht zur Faserrichtung ist vergleichsweise niedrig. Außerdem besitzt Holz stark variable Eigenschaften und Hygrokapazität.

Wird Holz mit anderen Materialien kombiniert, verbessern sich die mechanischen Eigenschaften der Gesamtkonstruktion stark. Verbunden mit Faser-verbundkunststoffen oder Beton können

selbst Holzarten und Sortierklassen eingesetzt werden, die sich bisher nicht für die Verwendung in der Bauindustrie eignen. Damit könnte sich der Spielraum für eine klima- und umweltgerechte Forstwirtschaft erweitern.

Langzeitverhalten von Holz-Hybrid-Werkstoffen

Während es zum Kurzzeitverhalten von Holz-Hybrid-Werkstoffen verschiedene aktuelle Studien gibt, ist zum Langzeitverhalten wenig bekannt. Doch gerade das ist für Baumaterialien elementar. Eine Nachwuchsforschergruppe will diese Lücke nun schließen und untersucht unter der Leitung des Fraunhofer WKI in Braunschweig das Langzeitverhalten und die Dauerhaftigkeit hybrider Holzbaustoffe. Gefördert wird das Projekt vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR).

„Unser Ziel ist es, den Anteil von Holz im Hochbau signifikant zu erhöhen.“

Der Holzbau hat einen geringen Anteil am deutschen Baumarkt, etwa 10 bis 15 %, sagt Prof. Libo Yan, Senior Scientist und Nachwuchsforscherleiter am Fraunhofer WKI. Wäre gesichert, dass die Hybridbaumaterialien Wind und Wetter lange Zeit trotzen, dürften diese Baustoffe einen Aufschwung erleben, so die Überlegung der Forscher.

Die Forscher aus aller Welt – ebenso viele Frauen wie Männer, wie Yan betont – untersuchen Kombinationen aus Holz und Beton ebenso wie Holz, das durch Carbonfasern oder Flachs in einer Polymermatrix zusätzliche Stabilität gewinnt. Was die Kombination von Schnittholz und Beton angeht, hat das Team zunächst einen neuen Weg entwickelt, die Materialien miteinander zu verbinden: Üblicherweise geschieht dies mechanisch über Stahlnägeln, Stahlplatten und Stahlnetze. „Indem wir die Materialien über Polyurethan oder Epoxidharz verbinden, können wir das Gewicht der Holz-Hybride senken und den Produktionsprozess um bis zu 15 % beschleunigen“, sagt Yan.

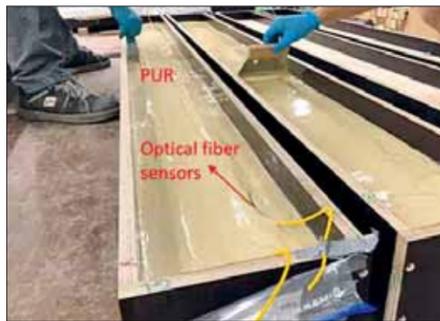
Am Anfang der Untersuchungen stehen Kurzzeitversuche. Denn Langzeitversuche über 20 Jahre sind zu teuer und langwierig, schließlich soll der Weg für die neuen Baumaterialien möglichst schnell bereitet werden. Für die Kurzzeitversuche über Stunden oder Tage verbinden die Forscher die Materialien, wie z. B. Beton und Holz. Anschließend spannen sie die äußeren Holzteile ein und bringen auf den Beton eine definierte Kraft auf, um zu bestimmen, wie viel Kraft nötig ist, um die Klebeschicht zu zerstören und den Materialverbund auseinanderzureißen.

Aus solchen und anderen Messungen entwickelt das Forscherteam ein theoretisches Modell. Dazu untersuchen sie unter dem Mikroskop auch die Mikrostruktur der Klebestelle. „Wir wollen eine Korrelation zwischen dem makroskopischen Verhalten und der Mikrostruktur herstellen“, erklärt Yan. „Dabei gehen wir auch auf die chemische Ebene, um zu sehen, wie sich beispielsweise die chemischen Komponenten an der Schnittstelle verändern. Auf diese Wei-

se können wir die Eigenschaften der Hybridmaterialien gezielt verbessern.“

Langzeittests im Freien

Um das erstellte Modell zu validieren und sich der Realität weiter anzunähern, schließen die Forscher an die Kurzzeitversuche längerfristige Untersuchungen an. In diesen setzten sie 5 bis 6 m lange Hybrid-Paneele im Freiland für zwei Jahre Wind, Regen und Sonne aus. Zu prüfen ist, wie sehr sie durch die Exposition in Mitleidenschaft gezogen werden, und ob das Modell dies stimmig voraussagt. „Über die Ergebnisse können wir das Modell weiter optimieren“, so Yan. Hat das Modell diesen Praxisvergleich hinter sich, werden die Forscher es für die Vorhersage des Langzeitverhaltens nutzen und berechnen, wie sich die Holz-Hybrid-Materialien über einen Zeitraum von 50 Jahren verhalten. Auf diese Weise kann das Forscherteam die Grundlage dafür schaffen, die Materialien künftig stärker in der Bauindustrie einzusetzen.



Herstellung eines Verbundbauteils aus Brettschichtholz GL24h (links) und Beton (Mitte), die mit PUR bzw. mit Epoxidharz verklebt werden. Die Klebeschicht beeinflusst wegen ihrer geringen Dicke die Festigkeit kaum, das Versagen tritt im Beton bzw. im Holz auf (rechts).
Fotos: WKI

Standortbestimmung zum Brandschutz im Holzbau

Fortsetzung von Seite 93

wähnte Erreichbarkeit spiele dabei eine große Rolle, weil sie ausschlaggebend sei für die Effizienz der Löscharbeiten. In Hamburg ist eine gute Erreichbarkeit häufig nur über Rettungsgeräte wie Leitern oder Hubrettungsfahrzeuge gegeben. Er fordere zwar keine allseitige Zugänglichkeit von Gebäuden, so der Referent, hoffe aber, dass die entsprechenden Regelungen des BPD Massivholzbau auch nach Einführung der neuen Muster-Holzbaurichtlinie erhalten blieben. Ein Beispiel: Bei nicht öffentlich zugänglichen Fassaden wie z. B. einer hölzernen Innenhoffassade ist ein Zu- oder Durchgang nach § 5 HBauO auszubilden, um rückwärtige Löscharbeiten zu ermöglichen.

Eine gesellschaftliche Fragestellung besteht laut Wellisch darin, welche Resilienz eine Stadt gegenüber Bränden haben soll. Das gegenwärtige Kriterium der Nichtbrennbarkeit wurde vom Bombenkrieg und noch weiter zurückliegenden Brandereignissen geprägt. Daher ist es grundsätzlich sinnvoll zu hinterfragen, wie bestimmte baurechtliche Regelungen entstanden sind und zu prüfen, ob sie für die heutige Stadtgesellschaft und moderne Bauweisen noch angemessen sind bzw. dem Stand der Forschung entsprechen. Ob und wie daraus resultierende mögliche Änderungen beispielsweise Eingang in die Musterbauordnung (MBO) finden könnten, sei jedoch fraglich.

Welche Regelwerke werden in naher Zukunft maßgeblich?

Christiane Hahn, Geschäftsführerin und Inhaberin von Hahn Consult, Ingenieurgesellschaft für Tragwerksplanung und Baulichen Brandschutz mbH in Hamburg und Braunschweig, erläuterte, dass die MHolzbauRL bereits überarbeitet werde und in Zukunft auch den Holztafelbau in GK 5 regeln solle. Die dafür zuständige Projektgruppe Holzba, der Hahn angehört, bezieht dazu viele neue Forschungsergebnisse ein.

Als Obfrau des Arbeitsausschusses der DIN 4102-4/A1, Fassung 2022, machte Hahn kein Versprechen auf ei-

ne zeitnahe Veröffentlichung des neuen Entwurfs. Von der neuen DIN 4102-4 erhoffen sich Holzbaupraktiker Lösungen bzw. technische Baubestimmungen, mit denen der Holztafelbau umfassender als bisher eingesetzt werden kann, auch in GK 5. Hahn bestätigte, es werde viele Tabellen geben, die F90-B-Konstruktionen definieren (F90-B: Feu-



Foto: Hahn Consult GmbH

» Bauüberwachung im Brandschutz wäre wünschenswert. «

Christiane Hahn

erwiderstandsklasse nach DIN 4201-2, d. h. Funktionserhalt des Bauteils, das aus brennbaren Stoffen besteht, über 90 Minuten). In diesem Kontext wurde darauf hingewiesen, dass es zurzeit Diskussionen gibt, ob F90-B noch als „feuerbeständig“ gilt bzw. dass dies in den Bundesländern unterschiedlich definiert wird. Die Verwendung der Holztafelbauweise für GK5 ist insbesondere für Aufstockungen relevant, da massive Konstruktionen in aller Regel zu schwer für die Bestandsgebäude sind.

Eine Komplikation bei Bauanträgen in Hamburg sieht Hahn in der Forderung, dass bereits bei der Genehmigungsplanung die Ausführungsplanung vorliegen soll. Dies ist im Holzbau in der Regel nicht machbar, da zu diesem Zeitpunkt die ausführende Holzbaufir-

ma oft noch nicht feststeht, von dieser jedoch die tatsächliche Ausführung der brandschutzrelevanten Details abhängt.

Wie geht es weiter mit der Muster-Holzbaurichtlinie?

„Die neue Muster-Holzbaurichtlinie kann nur ein Zwischenschritt sein“, betonte auch Heike Hohmann, Referatsleiterin Fachliche Steuerung, Amt für Bauordnung und Hochbau in der Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen, Hamburg. Aufgrund von Verzögerungen durch die Corona-Pandemie konnten die Ergebnisse wichtiger Forschungsvorhaben, vor allem der Großbrandversuche im Rahmen des „Timpuls“-Projekts, nicht mit einbezogen werden, gleichzeitig gab es Druck von der Politik, neue Regelungen für den Holzbau umzusetzen.

Hohmann war an der Erstellung der MHolzbauRL beteiligt, ebenso an der Novellierung der HBauO und der Erstellung des BPD Massivholzbau, den sie als eine Art Vorreiter der neuen Muster-Holzbaurichtlinie bezeichnete. Die MHolzbauRL soll kurzfristig als Technische Baubestimmung in Hamburg eingeführt werden, gegebenenfalls mit Anpassungen, um Besonderheiten der Hansestadt zu berücksichtigen. Nach Einführung wird der BPD Massivholzbau zurückgenommen.

Wie zuvor auch Hahn machte sie deutlich, dass die eigens von der Bauministerkonferenz eingesetzte Projektgruppe Holzba, die mit der Fortschreibung der MHolzbauRL betraut ist, neben den Erkenntnissen von „Timpuls“ die Forschungsergebnisse weiterer Projekte berücksichtigen will. In dieser Runde beschäftigt man sich auch mit der Studie zur Rauchdichtheit „HolzbauRLBW“ aus Baden-Württemberg. Deren Ergebnisse werden von einigen Bauaufsichten, darunter auch der Hamburgischen, bislang nicht akzeptiert. Hier wird laut Hohmann die Diskussion darüber in der Projektgruppe Holzba abgewartet.

Schulung und Überwachung

Als eine der nächsten Aufgaben in Hamburg sieht Hahn die Schulung sowohl von Fachplanern als auch Bau-

prüfern. Sie erläuterte, dass sich der Holzbau in seiner Struktur und Qualität stark gewandelt habe. Durch die industrielle Vorfertigung seien sehr passgenaue Konstruktionen mittlerweile die Regel, allerdings sei dies nicht durchgängig der Fall, weil manche Praktiker gerade in Norddeutschland noch nicht auf dem neuesten Stand seien und es daher zu falschen Ausführungen komme.



Foto: Hohmann, privat

» Hamburg hat an der neuen MHolzbauRL mitgewirkt. Sie stellt ein Zwischenergebnis dar, das unter Einbeziehung aktueller Forschungsergebnisse fortzuentwickeln ist. «

Heike Hohmann

Moderator Klattenhoff stellte das bislang unvollständige Regelwerk zum Brandschutz dem Anliegen gegenüber, den urbanen Holzbau zu fördern. Um bis zum Vorliegen umfassenderer Technischer Baubestimmungen Abhilfe zu schaffen, schlug er die Bildung einer Kompetenzstelle vor, um damit Bauherren, Planern und Investoren Sicherheit zu geben. Hohmann entgegnete, dass Hamburg den Weg verfolge, die Bauprüfer in angemessener Zeit zu schulen. Außerdem stehen das Amt für Bauordnung und Hochbau als Oberste Bauaufsicht und die Feuerwehr für Beratungen

zur Verfügung, was vor allem für Bauprojekte in GK 5 relevant und nachgefragt ist. Sie unterstrich, dass der Brandschutz nicht, wie in anderen Bundesländern, an Private vergeben werde, sondern innerhalb der Bauaufsicht bleiben solle, da man damit gute Erfahrungen gemacht habe.

Während formal der Bauherr in der Verantwortung dafür ist, dass alle Brandschutzbestimmungen korrekt umgesetzt werden, wurde in der Diskussion deutlich, dass das in der Hansestadt nicht zwingend von allen Bauherren so wahrgenommen wird, sei es aus Unkenntnis oder um Kosten zu sparen. Daraus resultiert beim Verkauf einer Immobilie häufig eine lange Liste von Brandschutzmängeln. Hinzu kommt, dass Gebäude immer komplexer werden, z. B. erfordert die Technische Gebäudeausrüstung viele Brandschutzmaßnahmen. Dabei sieht jeder der involvierten Planer seinen abgegrenzten Bereich, zum Teil fehlt jedoch der Blick auf das Ganze. Hahn regte deswegen an, für Sonderbauten das Vorgehen anderer Bundesländer zu übernehmen: Hier wird mit der Baugenehmigung festgelegt, dass derjenige, der das Konzept erstellt, auch die Bauüberwachung durchführt. Hohmann machte dazu deutlich, dass die Politik in Hamburg weiter auf Deregulierung setze. Daher werde es kein Mehr an behördlicher Kontrolle, also keine vorgeschriebene Bauüberwachung geben. Vielmehr sieht man in Hamburg die Bauherren in der Pflicht, eigenverantwortlich einen kompetenten Fachplaner zur Überwachung hinzuzuziehen.

Zusammenarbeiten und Kompetenzen aufbauen

Die Vortragenden waren sich einig, dass die Punkte Kompetenzstärkung, Brandschutzforschung und Zusammenarbeit von Baupraxis, Baubehörden, Feuerwehr und Forschung wichtig sind, um das Bauen mit Holz in die Breite zu bringen. In diesem Sinn äußerte Klattenhoff abschließend den Wunsch, gemeinschaftlich das Thema zügige Holzbauentwicklung weiter zu verfolgen, und festzustellen, wo Hemmnisse sind und was dagegen getan werden kann.

Vera Steckel, Hannover