

# Neueste Entwicklungen bei geklebten Holzbauteilen

Das »3. Stuttgarter Holzbau-Symposium« bot neben Forschung und Technik auch besondere Projektvorträge

Zum dritten Mal fand das Stuttgarter Holzbau-Symposium statt. Veranstaltet hat es die Materialprüfanstalt (MPA bzw. Otto-Graf-Institut) der Universität Stuttgart, Abteilung Holzkonstruktionen und Institut für Werkstoffe im Bauwesen (kurz IWB). Rund 150 Teilnehmer kamen am 8. und 9. Oktober in das Filderstädter Kongress- und Konzerthaus („Filharmonie“), die das Institut auch dieses Mal wieder als Tagungsort ausgewählt hatte. Die Inhalte des Symposiums zielten darauf ab, die in der Praxis stehenden Bauschaffenden über die neuesten Forschungs-, Entwicklungs- und Zulassungsergebnisse bei geklebten tragenden Holzprodukten sowie bei Klebstoffen und Klebstoff-Verarbeitungstechnologien zu informieren. Es richtete sich an Architekten, Tragwerksplaner, Holzbaunternehmen, die Holz-, Holzwerkstoff- und Klebstoffindustrie sowie an Behörden, die im genehmigungsrechtlichen und bauaufsichtlichen Sektor tätig sind.

Zum Auftakt des zweitägigen Symposiums begrüßte Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht, Direktor der MPA und des IWB, als Veranstalter die Teilnehmer und kündigte das Vortragspektrum mit fünf Themenblöcken an. Der erste Tag umfasste die drei Themenblöcke „Neue Wege aus dem Dauerhaftigkeitsdilemma“, „Holzbau-Leuchtturmprojekte“ und „News von der Buche und Buche-Hybrid-Aufbauten“. Am zweiten Tag folgten dann „Holz und Beton – zwei ideale Partner“ und „Innovationen“.



Dr. Harald Garrecht

Von den insgesamt 16 Referaten stammten immerhin zwei Drittel aus dem Hause der MPA. Diese gaben Einblicke in die Forschung, Entwicklung sowie die laufenden Projekte der Abteilung Holzkonstruktionen des Instituts – darunter einige, die sich mit dem Verkleben bestimmter Holzarten bzw. dem Verkleben unter besonderen Bedingungen beschäftigen. Hinzu kamen Projektpräsentationen, in die bereits viele neue Erkenntnisse eingeflossen sind.

## Holzbau ist erwünscht und wird gefördert

Grußworte an das Fachpublikum richtete außerdem Bernhard Panknin vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, der auch Vorsitzender des Landesbeirats Holz in Baden-Württemberg ist. Er begrüßte zunächst die Bemühungen am Stuttgarter Institut, Forschung für die Praxis zu betreiben und sie dann in die Unternehmen zu transferieren. Gleichzeitig gehe es aber auch darum, die Konkurrenzfähigkeit von Holz gegenüber anderen Baustoffen, deren Innovationskraft nicht weniger stark ist, sicherzustellen. Als Beispiel nannte er die jüngste Entwicklung eines Betons, der durch Zugabe kalkproduzierender Bakterien eine stabilere Be-

tonmischung ermöglicht und besonders günstig ist. „Dadurch könnte der Baustoff für den Hoch- und Brückenbau an Bedeutung gewinnen. Die Betonindustrie arbeitet mit Hochdruck daran, diese Innovation möglichst schnell auf den Markt zu bringen“, gab Panknin zu bedenken. Aber die technischen Entwicklungen im Holzbau stehen dem – auch dank der Forschungsprojekte an der Stuttgarter Hochschule und anderen Institutionen – in nichts nach.

Erstaunlich sei der Anteil an Holzbauten in Baden-Württemberg: Mit 23,7 % (Stand Mai 2015) wird aktuell fast jedes vierte Wohngebäude der Gebäudeklasse (GK) 1 und 2 in Holz gebaut – der Bundesdurchschnitt liegt nur bei 15,2 %. Das zeige, Baden-Württemberg hat seine Hausaufgaben gemacht. Eine der Grundlagen dafür sei die seit März gültige, novellierte Landesbauordnung (LBO). Man wolle den Holzbau auch künftig fördern, etwa durch das neue Holzinnovationsprogramm. Damit werde man in der Zeitspanne

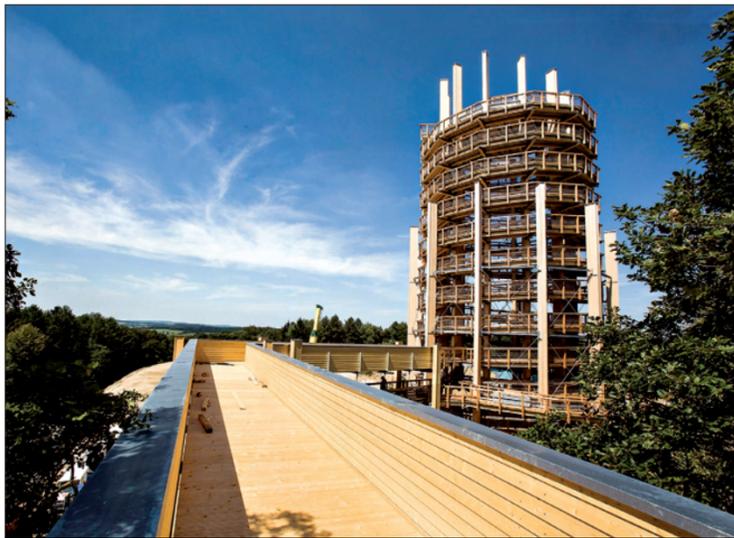


Bernhard Panknin

von 2015 bis 2020 neben weiteren Forschungsprojekten erstmals Gelder für neuartige öffentliche Holzbauten einsetzen. Ziel dieser Baukostenzuschüsse ist, der breiten Öffentlichkeit am Ende dieser Förderperiode entsprechend viele Vorbild-Projekte in Holzbauweise präsentieren zu können, um zu zeigen, was der Holzbau leisten kann, und dass er durchaus eine Hightech-Bauweise ist. „Auch das Bauen mit Laubholz gehört zu den Zukunftsthemen“, schloss Panknin.

## Holzbrücken im Rückblick – mit Ausblick

Der erste Themenblock behandelte Holzbrücken unter dem Titel „Neue Wege aus dem Dauerhaftigkeitsdilemma“. Der erste Vortrag widmete sich dem Thema Geh- und Radwegbrücken aus



Zentrales Bauwerk des neuen Baumwipfelpfades in Waldbröl ist der 40 m hohe Turm. Von ihm aus führen Brücken durch die Baumkronen zu den verschiedenen Vegetationszonen  
Foto: Schaffitzel/Fotoagentur Fox

Holz. Dr. rer. nat. Simon Aicher, Leiter der MPA-Abteilung Holzkonstruktionen, stellte die Ergebnisse aus 100 Brückengutachten vor, die im Rahmen eines Efre\*-Forschungsvorhabens untersucht wurden. Aicher erläuterte die sich daraus ergebenden Konsequenzen bzw. zwingend erforderlichen Ansätze zur Überwindung häufiger Dauerhaftigkeitsprobleme im Holzbrückenbau. Vorab machte er darauf aufmerksam, dass der Anteil an Holzbrücken an Bundesfernstraßen mit 0,06 % verschwindend klein ist. In Baden-Württemberg liege der Anteil „immerhin“ bei 0,7 %.



Dr. Simon Aicher

„Da der Holzbrückenbau bei Entscheidungsträgern in Kommunen und Regierungspräsidien oft unter dem Generalverdacht stehe, nicht ausreichend dauerhaft zu sein, gab es 2013 eine Novellierung der RI-EBW-Prüf-Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfung“, klärte Aicher über den aktuellen Stand der Unterhaltung von Brücken auf. Die Novellierung besteht darin, dass Holzbrücken im Bereich von Gewässern nun einer jährlichen Hauptprüfung unterzogen werden müssen anstelle des zuvor sechsjährigen Turnus. Darin sieht Aicher eine dem Holzbrückenbau äußerst abträgliche Baurechtsvorgabe.

Die RI-EBW-Prüf-Richtlinie stellt eine Art Handlungsanweisung zur DIN 1076 (Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Überwachung und Prüfung) dar. Darin steht beispielsweise, wie Schäden hinsichtlich Standsicherheit, Dauerhaftigkeit und Verkehrssicherheit zu bewerten sind und wie daraus Zustandsnoten abgeleitet werden. Von den untersuchten Trog-, Fachwerk-, Deck- und Balkenbrücken bzw. Sonderformen von Balkenbrücken und Faltwerkbrücken schnitten die (balken- und blockverklebten) Deckbrücken mit einer Note von 2,1 am besten ab. Für die 16 abstrahierten Schadenstypen, die aus den Untersuchungen hervorgegangen sind, wurden konstruktive Lösungsansätze zur künftigen Schadensvermeidung entwickelt. Man hat sie u. a. in der im Bau befindlichen Stuttgarter Holzbrücke berücksichtigt. Grundsätzlich gelte es, die planerischen und konstruktiven Maßnahmen so zu gestalten, dass jeglicher direkter Zutritt von Wasser in die Konstruktion ausgeschlossen wird.

verschieden gewählt: Die Eindeckungen bestehen einerseits aus Betonfertigteilen, andererseits aus einem Holzbohlenbelag. Damit sind die Fahrbahnaufbauten begutachtbar und ermöglichen ein kontinuierliches Monitoring des Bauwerks. Unter der Brücke wird später ein Teich angelegt, um speziell der in der RI-EBW-Prüf 2013 formulierten Einschränkungen bei Holzbrücken über Gewässer entgegenzuwirken. „Die stringent ausgeführten Details bei den Brückenbelägen in Verbindung mit einer zweiten Abdichtungsebene garantieren eine dauerhafte und robuste Holzbrücke“, ist Jürgen Hetzel sicher. Die Monitoring-Ergebnisse zur Feuchte werden Aufschluss über die Feuchteverteilung in Blockträgerquerschnitten, wie sie bei der Stuttgarter Brücke eingesetzt werden, liefern. Die Brücke ist nach Fertigstellung öffentlich zugänglich.

## Stuttgarter Holzbrücke

Quasi als Fortführung des Vortrags von Dr. Aicher referierte Jürgen Hezel von der MPA über den Entwurf und den im Bau befindlichen Prototypen des Forschungsvorhabens „Stuttgarter Holzbrücke“. Dabei handelt es sich um einen im Grundriss gebogenen, blockverklebten Verbundträger von knapp 19 m Länge, 1,2 m Breite und 40 cm Höhe, der als Fuß- und Radwegbrücke auf dem Campus der Universität Stuttgart unter Berücksichtigung dauerhaftigkeitsrelevanter Aspekte entworfen wurde. Dabei haben die Planer eben jene Holzbrückenkonstruktionen ausgeschlossen, aus denen die oben genannten 16 Schadenstypen hervorgegangen sind. Oberstes Gebot: Es darf kein Wasser über den Geh-/Fahrbahnbelag in die Blockträger darunter oder in den Widerlagerbereich eindringen. Um jedweden Schaden auszuschließen, hat man sich zum Beispiel auf der einen Seite beim Widerlager-Hauptträger-Übergang für einen sogenannten integralen, das heißt fugenlosen, voll eingespannten Widerlagerstoß entschieden und auf der anderen Seite für ein „entzertes“ Brückenwiderlager; d. h. der Verbundträger kragt aus und hat zur Widerlager-Rückwand genügend Abstand. Zudem werden die Hirnholzflächen geschützt. Die Geh- bzw. Fahrbahnbeläge sind über je eine Hälfte der Brückenlänge



Jürgen Hezel

keine Brandschutzanforderungen gibt, haben die Planer der Konstruktion eine 30-minütige Feuerwiderstandsdauer (F30) zugrunde gelegt. Über den von der EU und dem Land Baden-Württemberg geförderten Forstpavillon in Schwäbisch Gmünd, der am Computer entworfen und dessen Bauteile von Robotern gefertigt wurden, sprach unter dem Titel „Von Seeigeln inspirierte Segmentschalen aus Holz“ Oliver David Krieg vom Institut für Computerbasiertes Entwerfen (ICD). Er vertrat Prof. Jan Knippers (ITKE – Insti-

Der Vortrag von Gordian Stapf, ebenfalls von der MPA, ergänzte die Referate der Vorredner nochmals. Er stellte neue Bauwerks-Monitoringskonzepte und

deren Realisierungen vor und gab allgemeine und holzbausepezifische Hinweise zur Planung von Monitoringaufgaben im Bauwesen. In diesem Zusammenhang erläuterte er auch das Monitoring-Konzept der Stuttgarter Brücke. Hier erwarte man umfangreiche Erkenntnisgewinne, insbesondere bei den Dehnungsmessungen, die an dem neuartigen integralen Auflagerstoß vorgenommen werden. Stapf zeigte zudem auf, wie durch ein einfaches Früherkennungssystem von Undichtigkeiten die Lebenszeit der Brücke effektiv verlängert werden kann.

## Leuchtturm-Projekte mal drei

Jürgen Schaffitzel von der Schaffitzel Holzindustrie aus Schwäbisch Hall stellte im Themenblock „Leuchtturmprojekte“ den Baumwipfelpfad im Naturerlebnispark Panarbor in Waldbröl



Gordian Stapf

(40 km östlich von Köln) vor, der im September 2015 offiziell eröffnet wurde. Teil des Pfades ist ein 40 m hoher Turm mit Zugangsbauwerk aus drei doppelstöckigen Brückenelementen in Trogbauweise. Von dort führt eine 360 m lange, teilweise doppelstöckige Brücke aus Deckbrückensegmenten auf einem Rundweg durch die Baumkronen zu den verschiedenen Vegetationszonen. Den 40 m hohen Aussichtsturm tragen 24 gestaffelt angeordnete Brett-



Jürgen Schaffitzel

schichtholzstützen. Darin windet sich eine Gehbahn über mehr als 700 m bis hoch zur Aussichtsplattform mit einem Durchmesser von 12 m. Der Turm verjüngt sich von unten (18 m Durchmesser) nach oben (auf 12 m).

Den hohen Vorfertigungsgrad und die Präzision beim Abbund der passgenauen Einzelteile in den firmeneigenen Spezialhallen sieht Schaffitzel als wichtigen Teil des Projekterfolgs. Den langfristigen Erfolg sichere der konstruktive Holzschutz, der aus Abdeckungen, Bekleidungen und der Wahl entsprechender Verbindungsmittel besteht, so Schaffitzel. Obwohl es für das Bauwerk



Oliver David Krieg

keine Brandschutzanforderungen gibt, haben die Planer der Konstruktion eine 30-minütige Feuerwiderstandsdauer (F30) zugrunde gelegt.

Über den von der EU und dem Land Baden-Württemberg geförderten Forstpavillon in Schwäbisch Gmünd, der am Computer entworfen und dessen Bauteile von Robotern gefertigt wurden, sprach unter dem Titel „Von Seeigeln inspirierte Segmentschalen aus Holz“ Oliver David Krieg vom Institut für Computerbasiertes Entwerfen (ICD). Er vertrat Prof. Jan Knippers (ITKE – Insti-



Etwa 150 Teilnehmer konnten viel neues Spezialwissen vom „3. Stuttgarter Holzbau-Symposium“ mit nach Hause nehmen  
Fotos (8): Susanne Jacob-Freitag

\* Efre = Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

## Neueste Entwicklungen bei geklebten Holzbauteilen

Fortsetzung von Seite 1191

tut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen), der kurzfristig abgesagt hatte. Krieg erläuterte den bionischen\*\* Hintergrund auf dem der computerbasierte Entwurf des Pavillons beruht.

Ziel des Forschungsprojekts ist, neue Wege aufzuzeigen, wie durch die Verknüpfung computerbasierter Entwurfs-, Simulations- und Fertigungsverfahren innovative und zugleich besonders leistungsfähige und ressourcenschonende Konstruktionen aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz möglich werden. Der Demonstrationsbau ist die erste robotisch gefertigte Schalenkonstruktion aus Buchenholzplatten. Sie sind Tragwerk und Hülle in einem. Die Kräfte, die an den Plattenrändern auftreten, können durch die Zinkenverbindungen besonders effizient aufgenommen werden, was eine Plattendicke von nur 50 mm ermöglicht. Der Pavillon hat eine Schalenfläche von 245 m<sup>2</sup> und äußere Abmessungen von etwa 17 x 11 x 6 m (LxBxH). Er zeigt, dass solche Bauwerke auch eine ausdrucksstarke Architektur bieten können.

Unter der Überschrift „Gipfeltreffen in London – Stahl trifft Massivholz“ prä-



Alexander Schröter

sentierte Alexander Schröter von der Binderholz Deutschland GmbH aus Kösching eine Vielzahl außergewöhnlicher Projekte aus Brettsperholz (BSP) bzw. BSP und Stahl in Großbritannien. Darunter das dreigeschossige Bildungszentrum „Furness Academy“ in Cumbria, das sechsgeschossige Bürogebäude „Curtain Place“ in London und der zehngeschossige Wohnungsbau an der „Wenlock Road“ in Hackney (im Osten von London). Letzteres erläuterte Schröter ausführlich: Es handelt sich um einen Hybridbau aus Stahlskelett und Holzplatten bzw. -scheiben (Holzanteil: 90%). Das Objekt hat 4650 m<sup>2</sup> Wohnfläche in 50 Wohneinheiten und 1190 m<sup>2</sup> Gewerbefläche. Mit der außergewöhnlichen Architektur, bei der die Geschossebenen um den zentralen Erschließungskern gegeneinander verdreht sind, entsteht ein einzigartiges Licht- und Terrassenkonzept. Aufgrund der Verdrehungen hatten die Tragwerksplaner jedoch eine enorme strukturelle Herausforderung zu meistern, denn es steht kein Bauteil über dem anderen. Eine weitere Herausforderung ergab sich durch die verschiedenen Baumaterialien. Hier galt es, alle Bauteile aus Holz, Beton und Stahl aufeinander abzustimmen.

Das Projektmanagement erfolgte mit Hilfe von BIM (Building Information Modeling). „Wir haben die Möglichkeiten von BIM voll ausgeschöpft und sind

\*\* Bionik – eine Wortkombination aus Biologie und Technik, beschäftigt sich mit der Übertragung von Phänomenen der Natur auf die Technik.

als Unternehmen auch BIM-zertifiziert. Eine Kettensäge auf der Baustelle ist in Großbritannien ein absolutes „no-go“. Der Anspruch an den Holzbau ist inzwischen der, wie er auch an den Stahlbau angelegt wird: Millimetergenauigkeit ist gefragt. Alles in allem lässt sich ein solcher Bau nur mit einer integralen Planung, also mit BIM realisieren“, so Schröter.

Als weitere Projekte nannte der Referent den zehngeschossigen Gebäudekomplex „Dalston Lane“ in London, gefolgt von dem achtgeschossigen Apartmenthaus „Macarthur Gardens“ in Sydney, das Binderholz 2016 in Australien bauen wird. Hier will man über ein Joint Venture in den Markt reinkommen, erklärte Schröter.

### Buchenholz als Hochleistungswerkstoff

Der dritte Themenblock stellte zukunftsweisende Entwicklungen bei Bauteilen aus Buchenholz, Baubuche-Furnierschichtholz und Buche-Hybrid-aufbauten vor. Dr. Gerhard Dill-Langer von der MPA berichtete gleich über zwei Forschungsprojekte: „Hybrid-Brettschichtholz aus Fichte und Baubuche“ und „Baubuche im XXL-Format“. Einleitend erwähnte er, dass das Interesse an Furnierschichtholz (FSH) wieder zugenommen hat, seit es Furnierschichtholz aus Buche bzw. Brettschichtholz aus Buchen-FSH mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (Z-9.1-837) gibt (seit 2013). So entstand die Idee, die Vorteile von Brettschichtholz und die von Buchen-FSH in Hybrid-Brettschichtholz-Trägern zu verbinden, und die Möglichkeiten experimentell und rechnerische auszuloten. Dill-Langer präsentierte erste Untersuchungsergebnisse an einseitig in der Zugzone mit Buchen-Furnierschicht-holzlamellen verstärkten Brettschicht-holz-Trägern aus Nadelholz.



Dr. Gerhard Dill-Langer

Neben der Ermittlung der Tragfähigkeitserhöhung stehen vor allem die verschiedenen Schadens- und Versagensmechanismen für unterschiedliche Verstärkungsgrade im Mittelpunkt der Studie. Dill-Langer stellte Ansätze für eine geeignete Modellierung vor, die für die sichere Bemessung beliebiger Verstärkungsanordnungen notwendig sind. Endgültige Antworten auf Fragen wie die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf große Trägerhöhen oder die richtige Ausführung von Lamellenlängsstößen bei entsprechend langen Trägern bzw. wie man die Klebfugenbeständigkeit prüfen oder nachweisen kann, stehen noch aus.

Bei dem Forschungsprojekt „Baubuche im XXL-Format“ geht es darum, den Anwendungsbereich von Brettschichtholz aus Buchen-FSH zu erweitern. Denn bislang sind die bestehenden



Die Geschossebenen des zehnstöckigen Wohnhauses an der Wenlock Road in London-Hackney sind um den zentralen Kern gegeneinander verdreht. Statisch meisterten die Planer den Bau mit einem Stahlskelett und Brettsperholz-Scheiben und -Platten  
Foto: Hawkins-Brown Architects

deutschen (abZ) und europäischen (ETA) Zulassungen auf kleine bis mittlere Bauteilgrößen beschränkt, erläuterte Dill-Langer die Idee. Um das Festigkeitspotenzial (GL70) auch für größere Trägerhöhen ausschöpfen zu können, musste im Rahmen der Erweiterung der ETA experimentell gezeigt werden, wie sich eine größere Bauteilhöhe auf die Festigkeitseigenschaften auswirkt. Der Referent stellte die Ergebnisse der Versuche an entsprechend großen Bauteilen vor. Sie sollen nun zur Ableitung von Rechenwerten für einen deutlich



Maren Hirsch

erweiterten Anwendungsbereich von Baubuche mit Trägerhöhen von bis zu 2,5 m genutzt werden. Die Forschungsarbeiten sind noch nicht abgeschlossen, aber die Ergebnisse seien vielversprechend, freute sich Dill-Langer.

Der Vortrag von Maren Hirsch von der MPA befasste sich mit dem Einsatz von Buchenholzlamellen als Querlagen in Brettsperholz. „Die zentralen mechanischen Kennwerte wie Rollschubmodul und -festigkeit wurden in Rollschub-Scherversuchen an einzelnen Buchenbrettern ermittelt“, so die Ingenieurin. Für die Bauteilprüfungen wurden dann Rollschub-Biegeversuche an einer Serie von homogenen Buchen-Brettsperholz-Querschnitten sowie hybriden Buche-Fichten-Brettsperholz-Querschnitten durchgeführt, und die Messergebnisse mithilfe des Schubanalogieverfahrens ausgewertet. Die Untersuchungen lassen auf ein hohes Leistungspotenzial von Buchenholz für Brettsperholz schließen, resümierte Maren Hirsch den Stand ihres Projekts.

### Integrale Brücken und solche für Schwerlastverkehr

Die drei Referate des Vortragsblocks „Holz und Beton – zwei ideale Partner“ am zweiten Tag des Symposiums gaben Einblicke in die Möglichkeiten des ak-



Dominik Niewerth

tuellen Holz-Beton-Verbund-Baus bei Brücken sowie in die Entwicklung des sogenannten „gefügedichten Holzleichtbetons“.

Über zwei neue Holz-Beton-Verbund (HBV)-Brücken in Lohmar sprach Dominik Niewerth, Projektmanager des Ingenieurbüros Miebach in Lohmar. Er schickte seinem Vortrag die Information voraus, dass die meisten Brücken für den Schwerlastverkehr konzipiert sind, der Anteil von Holzbrücken darunter indes nur 0,04 % betrage. Dass Hybrid-Holzbrücken ebenfalls alle Anforderungen an Schwerlastbrücken erfüllen, machte er bei seinen Ausführungen deutlich.



Thorsten Helbig

Die beiden vorgestellten HBV-Brücken ersetzen zwei alte Bauwerke und sind jeweils für den Schwerlastverkehr von 12 t konzipiert. Besonders interessant ist die neue, 40 m lange und 4,75 m breite und dreifeldrig ausgeführte Holz-Beton-Verbund-Brücke in Lohmar, deren Mittelfeld eine Spannweite von 28 m hat. Die Balkenbrücke mit Rückverankerung hat über die Länge eine variable Querschnittshöhe. Damit haben die Planer die Trägerform der statischen Belastung angepasst. Im Bereich der Stützpunkte wurden die Holzträger mit 1,5 m bemessen, in Feldmitte dagegen mit nur 85 cm. Zu den Endauflagern hin verjüngen sich die Träger auf 90 cm. Die Fahrbahn bildet eine Betonplatte, die vor Ort betoniert und über Verbundbleche mit den BS-Holz-Trä-

gern gekoppelt ist. Die Brücke ist nicht nur schwerlasttauglich, sondern fügt sich fast skulptural in die Landschaft ein.

Thorsten Helbig vom Stuttgarter Ingenieurbüro Knippers Helbig referierte über den „Integralen, geklebten Holz-Beton-Widerlagerstoß“. Dabei handelt es sich um ein Pilotprojekt zur Entwicklung einer neuen Holzbrückengeneration im Rahmen eines Forschungsprojekts der Clusterinitiative Forst und Holz, das Knippers Helbig in Zusammenarbeit mit der MPA Stuttgart, der Schaffitzel Miebach Faszination Brücken GmbH und Cheret Bozic Architekten bearbeitet hat. Mit „integraler Brücke“ wird ein Brückenbauwerk beschrieben, das keine Lager und Dehnfugen hat, sondern bei dem Überbau und Stützen bzw. Widerlager direkt, also fügenlos, (biegesteif oder gelenkig) miteinander verbunden sind. Denn Fahrbahnübergänge und Brückenlager stellen Schwachstellen dar.

„Das vorgestellte Brückendetail ist eines der zentralen innovativen Konstruktionselemente des zur Zeit auf dem Campus der Uni Stuttgart entstehenden Prototyps einer semi-integralen Holzbrücke, die eine Reihe innovativer Ansätze zur Überwindung holzbrückenspezifischer Defizite enthält“, erklärte Helbig. Er berichtete von den Voruntersuchungen, die zeigen, dass eine Vollspannung eines großformatigen Brettschichtholz-Verbundbauteilquerschnitts mithilfe eingeklebter Betonstabstähle möglich ist, zu sehr hohen Tragfähigkeiten führt und nach bisherigen Erkenntnissen auch bei weitestgehender Dehnungsbehinderung durch den angeschlossenen Stahlbeton zu keinen auffälligen Rissbildungen führt. Schließlich stellte der Ingenieur noch den Anschluss vor wie er bei der Stuttgarter Brücke derzeit realisiert wird.

Das Tragwerk der „Stuttgarter Holzbrücke“ bildet eine blockverklebte Brettschichtholz-Konstruktion mit variabler Querschnittshöhe und -form, gebildet aus stehenden Holzlagen. Ein entsprechender Geh- bzw. Fahrbahnaufbau sorgt für den Witterungsschutz. Mit der Nutzung unterschiedlicher Holzarten im (immer trockenen) Querschnittskern bzw. den oberflächennahen Bereichen wird dem konstruktiven Holzschutz Rechnung getragen.

Dr. Harald Garrecht sprach über „Gefügedichten Holzleichtbeton“, über dessen Leistungspotenzial, die Chancen und Herausforderungen. „Angeregt hat diese Idee bereits 1990 Julius Natteger“, mit diesen Worten führte Garrecht in sein Thema ein und berichtete über laufende Forschungsvorhaben, bei denen mineralisch ummantelte Holzspäne als Betonzuschlag eingesetzt werden. Dabei habe man festgestellt, dass sich bei Verwendung eben dieser Späne fast alle negativen Eigenschaften eines organischen Leichtzuschlags umgehen lassen und die annähernd gleiche Verarbeitbarkeit erreicht wird, wie mit mineralischen Gesteinskörnungen. Das ermöglicht eine zielsichere Herstellung von gefügedichtem Holzleichtbeton mit definierten Festboneigenschaften, so Garrecht. Bei dem Projekt werden Mischungsentwürfe optimiert, um den Holzleichtbeton in bewehrten Leichtbetonbauteilen einsetzen zu können. Grundsätzlich soll der Spezialbeton aber auch für die Herstellung bewehrter und biegebeanspruchter Platten und Balken geeignet sein.

### Weitere Innovationen krönen den Schluss

Mit „Innovationen“ war der letzte Vortragsblock betitelt. Er umfasste das „Nass- und kalt-Verkleben“, Mehrfach-Durchbrüche in Brettschichtholz, die Präsentation von Freiformprojekten sowie einen neuartigen Holzturm für Windenergieanlagen.

Dr. Simon Aicher referierte über Holzverklebungen bei erhöhten Holzfeuchten und niedrigen Temperaturen – Bedingungen, die von den üblichen normativen Anforderungen beim Verkleben abweichen. Das Efre-Forschungsprojekt ergibt sich aus dem Jahrzehnte alten Wunsch, Holz auch nass und kalt verkleben zu können, um die energieintensive Holz Trocknung



Der am Computer entworfene Forstpavillon besteht aus 5 cm dicken Buchenholzplatten. Er hat äußere Abmessungen von etwa 17 x 11 x 6 m (LxBxH) und eine Schalenfläche von 245 m<sup>2</sup>  
Foto: Universität Stuttgart



Die neue Holz-Beton-Verbundbrücke in Lohmar ist dreifeldrig ausgeführt, ihr Mittelfeld überspannt 28 m. Die blockverklebten Träger haben eine variable Höhe und abgestufte Unterseiten  
Foto: Schaffitzel+Miebach

## Neueste Entwicklungen bei geklebten Holzbauteilen

Fortsetzung von Seite 1192

und die Beheizung der Verarbeitungs- und Aushärteräumlichkeiten zu vermeiden. Aicher berichtete über die Untersuchungen an keilgezinkten Bauteilproben aus Fichten- und Tannenholz, die durchweg mit einem Einkomponenten-Polyurethan-Klebstoff (1-K Pur) verklebt sind und an denen Längszugscherprüfungen und Biegeprüfungen durchgeführt wurden. Das Ergebnis: Es zeigte sich, dass es möglich ist, sehr nass und in gewissem Umfang auch kalt zu verkleben. Die Technologie könnte für spezielle Anwendungsbereiche hochinteressant und ressourcenschonend sein, fasste Aicher den vorläufigen Stand zusammen.

Cristóbal Tapia Camú, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der MPA, sprach über Mehrfach-Durchbrüche in BS-Holz. Der Lichte Mindestabstand zwischen Durchbrüchen in Brettschichtholzträgern ist im EC 5 bei bewehrten und unbewehrten Durchbrüchen auf das ein- bzw. 1,5-fache der Trägerhöhe festgelegt. Doch in der Praxis werden



Cristóbal Tapia Camú

manchmal auch kleinere Abstände benötigt. Dieser Sachverhalt führte zu den von Tapia vorgestellten Untersuchungen, die mithilfe von Finite Elemente (FE) Berechnungen und Simulationen sowie anhand von Experimenten durchführte. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Mindestabstand zumindest für gewisse Lochgrößen reduziert werden kann und, dass sehr eng bei einander liegende, kleine Löcher zutreffend durch ein fiktiv umschriebenes Loch behandelt werden können.

Mathias Hofmann von Hess Timber aus Kleinheubach präsentierte eine



„Hess Hybrid“-Brettschichtholz-Träger zeichnen sich aus durch einen Kernquerschnitt aus Fichte oder Tanne und einer etwa 1 cm starken Umhüllungsschicht aus hochwertigem Hartholz oder einer kostbaren, dauerhaften Holzart. Der Trägerquerschnitt zeigt das charakteristische Erscheinungsbild aus Stäbchenlamellen. Foto: Hess Timber

Werkschau von Freiformprojekten aus Brettschichtholz-Bauteilen, die mit einer konsequenten „3D“-Stäbchen-Verklebung“ hergestellt wurden. Die Stäbchen entstehen durch das Verkleben von Brettschichtholz-Lamellen zu einem Querschnitt, der dann senkrecht zu den Klebefugen nochmals aufgetrennt und wieder verklebt wird. Das ergibt das charakteristische Erscheinungsbild der Trägerquerschnitte. Dieser firmenspezifische Herstellprozess bietet hohe Dimensions- und Formstabilität und ermöglicht ungewöhnlich geformte Spezialbauteile in Möbelqualität, wie u. a. auch die vorgestellten Projekte zeigten: Peek & Cloppenburg in Köln, die blütenblattähnlichen Vordächer des D1-Towers in Dubai und das Museum der Stiftung Louis Vuitton in Paris, Frankreich. Mit dem 2012/13 entwickelten Hess-Hybrid-Träger, dessen Kernquerschnitt in der Regel aus Fichtenholz besteht und der mit einer 1 cm dicken Schicht eines hochwertigen Hartholzes wie Eiche oder Buche umhüllt und mit dem Kernquerschnitt verklebt ist, hat Hofmann inzwischen ebenfalls Projekte ausgeführt: Das „King Abdulaziz Center“ in Dhahran (Saudi Arabien) von 2013, die Gewölbenschalung eines Omega-Gebäudes innerhalb des Swatch-Projekts in Biel (Schweiz), oder aktuell das Konzerthaus Cité musicale in Paris, beide von Shigeru Ban. „Dank neuester Kleb- und Fertigungstechnik sowie erweiterter CNC-Abbundportale können wir solche Ausnahmeprojekte leisten“, freut sich Hofmann und ergänzt: „Gerade die Beileimtechnik ist entscheidend, denn es ist ja nicht der Standardfall, dass Querschnitte rundum beileimt werden, also statt oben und unten auch seitlich.“

Nach dem ersten Holzturm für Windenergieanlagen namens Timber-Tower gibt es nun ein weiteres Modell, den Züblin-Tower. Stephan Brand von der Ed. Züblin AG in Stuttgart stellte den „Holzturm für Windenergieanlagen mit großer Nabenhöhe“ vor. Bei der Entwicklung des Turmes lag der Fokus vor allem auf der großen Nabenhöhe von 120 bis 160 m. Denn in diesem Bereich



Das neue Konzerthaus Cité musicale, das derzeit in Paris entsteht, erhält eine netzartige Kuppel aus doppelt gekrümmten Brettschichtholz-Trägern  
Visualisierung: Shigeru-Ban-Architects



Stephan Brand

sieht Züblin die großen Vorteile von Holz.

Der Züblin-Tower besteht aus wandartigen Furnierschichtholz-Elementen, die sich zu einem achteckigen Ring schließen. Die wasserfest verklebten Bauteile werden im Werk per CNC-Bearbeitung vorgefertigt und die notwendigen Stahlteile soweit erforderlich integriert. Außenseitig erhält die Konstruktion eine wasserdichte und gleichzeitig dampfdurchlässige Beschichtung, um sie vor Witterung zu schützen und eine dauerhafte Konstruktion zu gewährleisten. Das aktuelle Turm-Design besteht aus einem etwa 129 m hohen

Holzturm, der auf einem 5 m hohen vorgespannten Stahlbetonsockel verankert ist. Den oberen Abschluss an der Turbine bildet ein knapp 4 m hohes Adapterstahlteil. Der achteckige Holzturm ist aus bis zu 30 cm dicken und bis zu 17 m langen Brettsperrholz-Bauteilen aus Furnierschichtholz konzipiert.

Die umfangreichen, numerischen Untersuchungen und Materialversuche an der MPA Stuttgart zeigten, dass sich der Werkstoff Holz für den Bau von hohen Türmen im Bereich der Windenergie sehr gut eignet und eine Alternative zu den gängigen Stahl- und Stahlhybridtürmen darstellt, so das aktuelle Fazit.

### Fortsetzung folgt ...

Wer zwei Tage Zeit für das „3. Holzbau-Symposium“ investiert hat, dürfte die Fachtagung mit einem erheblichen Wissenszuwachs verlassen haben. Eine Fortsetzung soll es auf jeden Fall geben. Ob in zwei oder in drei Jahren ist noch offen.

Susanne Jacob-Freitag, Karlsruhe