

# Rohstoffe sparen mit Robotik und komplexen Formen

Perspektiven zum Bauen mit Holz einer Architektin aus Dänemark und eines Holzbauunternehmers aus Baden-Württemberg

Zum „Hamburger Holzbauforum“ am 23. Oktober waren Gäste aus Nord und Süd in die Hansestadt geladen: Caroline Nagel vom Architekturbüro Cobe in Kopenhagen, Dänemark, und Reinhold Müller von Müllerblastein Holzbauwerke aus Blaustein bei Ulm berichteten über Trends und Perspektiven beim Bauen mit Holz. Die Veranstaltung wurde von der Zebau GmbH, Hamburg, dem Holzbauzentrum Nord (HBZ) und dem Tragwerksplaner Henning Klattenhoff ausgerichtet.

Auch im neunten Jahr des „Hamburger Holzbauforums“ bleibe es spannend, so Moderator Klattenhoff: Erst im September wurde auf der Bauministerkonferenz die Förderung des Holzbaus beschlossen, insbesondere durch den Einsatz von Holz auch in höheren Gebäudeklassen. Vor diesem Hintergrund forderte Klattenhoff alle Beteiligten aus der Branche und den Institutionen auf, jetzt keine Verzögerungen mehr zuzulassen: „Die Politik ist vorgeprescht, nun müssen auch die technischen Baubestimmungen angepasst werden.“ Dies betrifft insbesondere die Neuaufgabe der Brandschutznorm DIN 4102 und der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hoch feuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFHHLZ).

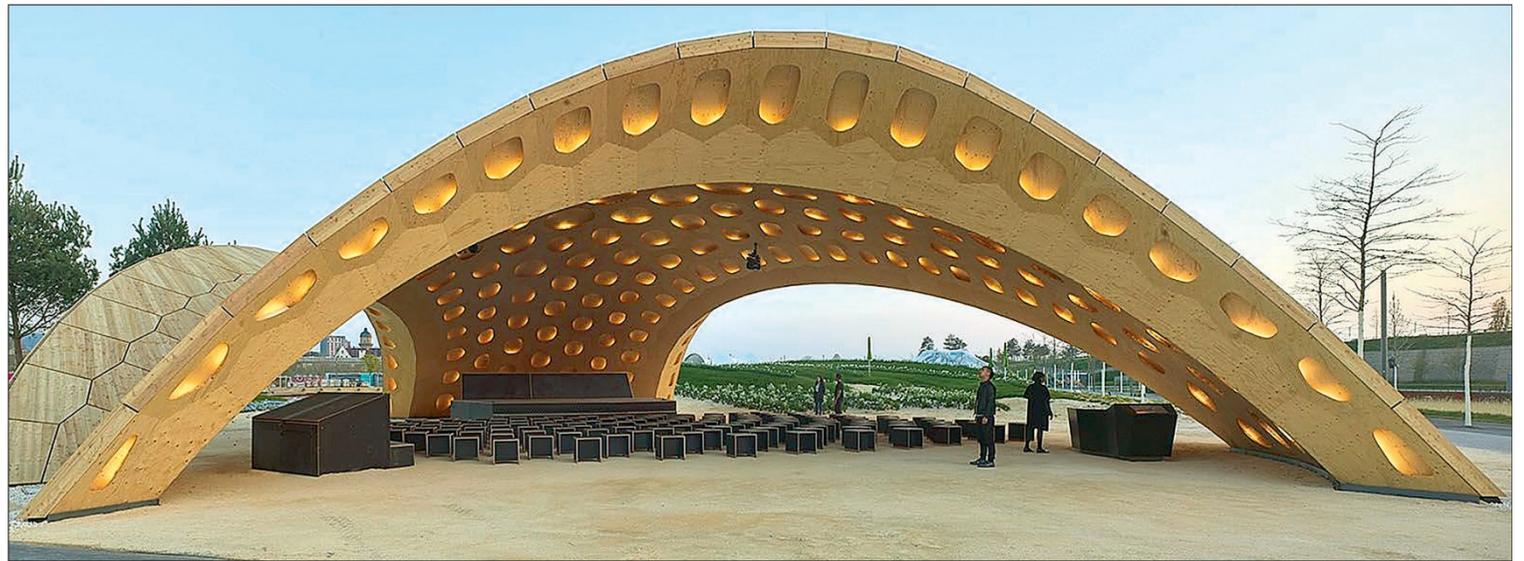
Skandinavien steht gemeinhin dafür, dem Bauen mit Holz sehr gute Möglichkeiten zu bieten. Eine Ausnahme bildet allerdings Dänemark, wie Caroline Nagel vom dänischen Architekturbüro Cobe berichtet. Nagel ist Architektin und Projektleiterin bei Cobe und seit der Gründung vor zwölf Jahren in der Agentur tätig. Das Unternehmen ist in Kopenhagen ansässig und umfasst mittlerweile 140 Mitarbeiter. Gearbeitet wird in multidisziplinären Teams, wobei das Tätigkeitsfeld auch Stadt- und Landschaftsplanung umfasst.

Das Thema Holz stand bei den Architekten von Cobe nicht von Anfang an auf der Agenda, ist aber seit einigen Jahren zentral. Angesichts der enormen CO<sub>2</sub>-Emissionen, die auf das Konto der Baubranche gehen, sei man in der Pflicht, den Fokus auf nachhaltige Strukturen zu legen, so Nagel. Dazu gehörte grundsätzlich eine umfassende Planung, die eine langfristige und flexible Nutzung der Objekte ermöglicht.

## Zapfsäule fürs Auto, Erholung für den Menschen

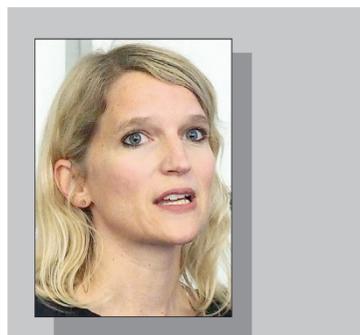
Als ein Projektbeispiel stellte Nagel das Konzept für eine Elektrotankstelle vor. Im bewussten Gegensatz zur konventionellen Tankstelle stand hier die Idee, einen elegant gestalteten Ort zu schaffen. Die ruhige, saubere und ästhetisch ansprechende Umgebung soll den Fahrer zur Erholung einladen, während das Fahrzeug in rund 15 Minuten aufgeladen wird. Dazu wurde ein baumartiges Element aus Holz entworfen, dessen Krone Auto und Fahrer vor der Witterung schützt. Im Stamminnen befinden sich die Leitungen zur Versorgung mit Elektrizität.

Das Konzept ist modular und skalierbar, das heißt, mehrere der Elemente



Minimierter Materialeinsatz: Der Holzpavillon auf der Bundesgartenschau in Heilbronn, realisiert von Müllerblastein, der Universität Stuttgart und weiteren Partnern  
Foto: Müllerblastein

können zu einem „Wald“ zusammengefügt werden und bilden dann einen Baldachin. Das einzelne Bauelement wird als Bausatz geliefert und kann bei Bedarf demontiert und erneut aufgebaut werden. Ein für Cobe typisches Motiv ist die Einbeziehung der Natur in das Bauwerk. Dies geschieht hier durch Unterbrechungen im Dach, die den Einfall von Sonnenlicht ermöglichen, eine Bepflanzung des Dachs und teilweise der Bodenfläche, die nicht vollständig versiegelt wird. Im dänischen Fredericia steht die erste Tankstelle dieser Art, weitere sollen folgen.



» Wir als Baubranche gehören zu den schlimmsten CO<sub>2</sub>-Emitenten, daher müssen wir den Fokus auf nachhaltige Strukturen legen. «

Caroline Nagel

## Ehrlichkeit und Natürlichkeit

„Dänemark hat eine lange Tradition im Einsatz von natürlichen und ehrlichen Materialien wie Holz oder Leder“ sagte Nagel, was sich beispielsweise im

typischen Möbeldesign erkennen lasse. Bauen mit Holz sei aber auch in Dänemark aus Brandschutzgründen nur für Gebäude mit bis zu drei Geschossen möglich, erläuterte sie; die Vorreiter in Skandinavien seien hier ganz klar Schweden und Norwegen.

Ein aktuelles Projekt von Cobe ist das „Science Center“. Dabei handelt es sich um ein Naturkundemuseum, das neben Ausstellungsräumen auch ein Restaurant, Büros, Werkstätten und einen Vortragssaal umfasst. Geplant ist das Gebäude als Holzhybridkonstruktion – gebaut werden soll es bezeichnenderweise in der schwedischen Stadt Lund.

In Deutschland werden die Hindernisse für das Bauen mit Holz zwar langsam, aber seit einigen Jahren immerhin stetig aus dem Weg geräumt. Reinhold Müller gab Einblick in die aktuellen Tätigkeiten seines Holzbauunternehmens, dessen Bauten laufend mit Preisen ausgezeichnet werden, und einen Ausblick, wie in Zukunft Entwurf und Fertigung in der Branche aussehen können. Müller ist Zimmerermeister sowie Inhaber und Geschäftsführer der Müllerblastein Holzbauwerke.

## Gesamte Kompetenz in einem Unternehmen

Organisiert in drei Sparten mit insgesamt 80 Mitarbeitern deckt Müllerblastein sowohl die Bereiche klassische Zimmererarbeiten und Holzingenieurbau als auch Projektmanagement und Tragwerksplanung ab, außerdem agiert das Unternehmen als Bauträger, Generalunternehmer und -übernehmer. „Die gesamte Kompetenz im eigenen Haus zu haben ist wichtig“, sagte Müller, „das schließt aber die Zusammenarbeit mit externen Architekten und Ingenieuren keineswegs aus.“

Mit Blick auf das aktuelle Portfolio erläuterte Müller, dass gewerbliche Bauten einen großen Stellenwert einnehmen. Oft seien dies Gebäude, denen man die Holzkonstruktion nicht ansieht. Mit dem Beispiel einer Industrie-

halle von 10000 m<sup>2</sup> und 72m Spannweite widersprach Müller zudem dem Klischee vom teuren Holzbau: „Hier konnten wir uns im Wettbewerb gegen Stahl- und Stahlbetonkonstruktionen klar durchsetzen“. Ebenfalls ein großes Thema ist der Geschosswohnungsbau,



» Es geht darum, dass sich Roboter und Mensch ergänzen. «

Reinhold Müller

wie beispielsweise in der ökologischen Mustersiedlung „Prinz-Eugen-Park“ in München, zurzeit die größte zusammenhängende Holzbausiedlung Deutschlands. Hier erstellt das Unternehmen vier Holzhybridgebäude mit fünf bis sieben Geschossen und insgesamt 60 Wohnungen.

Neben dem Gewerbe- und Wohnbau ist Müllerblastein auch im Bereich Sonderbauten aktiv. Referenzobjekte sind Aussichtstürme, Brückenbauten, darunter eine Schwerlastbrücke mit 42m Länge über die Donau, und sogar ein Boot. In die Kategorie Sonderbauten, von Müller als „Königsdisziplin“ bezeichnet, fallen auch zwei Pavillons, die digital geplant und robotisch gefertigt wurden und an deren Beispiel er die Vorteile dieses Vorgehens schilderte.

## Materialeffizienz durch komplexe Formgebung

Zum Einstieg gab es einige grundlegende Betrachtungen: Im 20. Jahrhundert entwickelte sich das industrialisierte Bauen, gekennzeichnet unter anderem durch eine rationelle Fertigung dank Multiplikation gleicher Bauteile. Aufgrund der Notwendigkeit zur Ressourcenschonung tritt im 21. Jahrhundert ein anderes Prinzip in den Vordergrund, nämlich eine Differenzierung der Bauteile. Vorbild ist die Natur, denn hier ist „Material teuer und Form billig, in der Technik war bisher das Gegenteil der Fall“ wie Müller den Bioniker Julian Vincent zitierte. Eine robotische Fertigung, für die komplizierte Formen kein Problem sind, in Verbindung mit neuen digitalen Entwurfswerkzeugen, macht das Vorgehen auch wirtschaftlich interessant.

In zwei Forschungsprojekten wurde dieser Ansatz für den Holzbau umgesetzt. Als Ergebnis entstand zunächst ein Pavillon für die „Landesgartenschau“ Schwäbisch Gmünd 2014 und später ein deutlich größeres „Nachfolgemodell“ für die „Bundesgartenschau“ in Heilbronn in diesem Jahr. Neben Müllerblastein waren die Universität Stuttgart, unter anderem mit dem Institut für computerbasiertes Entwerfen (ICD), die Robotikunternehmen Kuka Roboter GmbH und BEC GmbH sowie verschiedene Landesinstitutionen und weitere Partner an den Projekten beteiligt. Zwischen den Partnern aus Gewerbe und Forschung, die alle aus der gleichen Region stammen, gab es vor dem Projekt keine Kontakte. „Wir haben uns gesucht und gefunden“, beschrieb Müller die Situation, da die Universität Stuttgart bzw. die Robotikunternehmen Ausschau nach einem passenden Holzbauer hielten, während man bei Müllerblastein nach einer fachkundigen Begleitung suchte, um die robotische Fertigung anzuwenden.

## Digitale Planung und robotische Fertigung

Die Idee war, den Pavillon für die Landesgartenschau Schwäbisch Gmünd 2014 als selbsttragendes Schalenbauwerk mit positiven und negativen Krümmungen umzusetzen. Als Vorbild diente die Schale einer Seeigelart. Sie besteht aus einzelnen polygonalen Platten, die durch fingerzinkenartige Strukturen miteinander verbunden sind, wobei jede dieser Platten eine unterschiedliche Größe und Form aufweist. Mit der eigens entwickelten Entwurfssoftware wurde das Konstruktionsprinzip des Seeigels auf den Pavillon übertragen. Dabei erfolgte durch Simulation die Ermittlung der optimalen Form und Größe der einzelnen Elemente, die den Pavillon bilden sollten. Das Ergebnis waren knapp 250 unterschied-



Die Schnell-Ladestation für Elektroautos in Fredericia (Dänemark) soll mit ihrem an Bäume und Wald erinnernden Entwurf und einer ruhigen, sauberen und ästhetisch ansprechenden Umgebung auch für Entspannung der Nutzer sorgen.



Die Unterbrechungen im Dach ermöglichen den Einfall von Sonnenlicht. Durch eine Bepflanzung des Dachs und teilweise der Bodenfläche wird die Natur in das Bauwerk einbezogen.  
Fotos: Cobe/Rasmus Hjortshøj (2)

# Fertighausbranche sorgt mit für starke Wirtschaft

Altbundeskanzler Gerhard Schröder und Ex-Nationaltorhüter Oliver Kahn sorgen für Rekordteilnahme beim BDF-Branchentreff

**Bundeskanzler a. D. Gerhard Schröder und Torwartlegende Oliver Kahn waren die Stargäste beim 23. „Forum Intelligentes Bauen“ des Bundesverbandes Deutscher Fertigbau (BDF) in Brixen (Italien). Mit rund 250 Teilnehmern war der wichtigste Branchentreff der Fertighausindustrie so gut besucht wie noch nie. Auch Zukunftsforscher Prof. Dr. Ulrich Reinhardt sowie der Lokalmatador und Architekt Dr. Albert Ortner ernteten viel Beifall für ihre Vorträge.**

„Ein starker Mittelstand macht eine starke Wirtschaft aus und er macht die deutsche Wirtschaft krisensicherer“, unterstrich Gerhard Schröder und führte weiter aus: „Wir müssen den Industriestandort Deutschland dringend er-

halten, denn er ist das Rückgrat unserer Gesellschaft.“ Der Alt-Bundeskanzler brach in seinem Vortrag mehrere Lanzen für den Mittelstand und erntete dafür viel Zustimmung seiner Zuhörer. Die Fertighausindustrie sei seit jeher und bis heute vor allem durch mittelständische Familienunternehmen geprägt, die heimatnah und umweltbewusst produzierten und viele Arbeitsplätze gerade in ländlichen Gebieten schafften.

„Wie wir erfolgreich bleiben“ hieß der Vortrag von Welttorhüter Oliver Kahn. Darin zeigte der „Titan“ Parallelen zwischen Sport und Unternehmertum im Umgang mit Erfolg und Misserfolg auf – nicht ohne bedeutsame Momente seiner Sportlerkarriere unterhaltsam Revue passieren zu lassen. Eine seiner Thesen:



BDF-Präsident Hans Volker Noller (rechts) begrüßte (von rechts) Gerhard Schröder, Prof. Dr. Ulrich Reinhardt, Oliver Kahn und Dr. Albert Ortner als Referenten beim 23. „Forum Intelligentes Bauen“.



Alt-Bundeskanzler Gerhard Schröder lobte den Mittelstand.



Der Saal im Forum Brixen war gut gefüllt.

Fotos: BDF

Um festzustellen, wo man sich weiterentwickeln und noch besser werden könne, sei etwa ein Perspektivwechsel eine effektive Herangehensweise.

Prof. Dr. Ulrich Reinhardt, wissenschaftlicher Leiter der Stiftung für Zukunftsfragen in Hamburg, zeigte zu erwartende gesellschaftliche Entwicklungen in den Bereichen Wohnen, Arbeiten und Leben auf. Beim Wohnen sei bei vielen Menschen schon jetzt ein starker Bezug zur Natur vorherrschend – von einem naturnahen Grundstück mit Haus und Garten bis hin zu natürlichen Werkstoffen. Mit Blick auf Deutschland sagte er: „Wir brauchen

wieder eine Generation ‚V‘, die Verlässlichkeit, Vertrauen und Verantwortung in den Vordergrund rückt.“ Positiv stimme ihn, dass sich immer mehr Menschen Themen wie dem gesellschaftlichen Zusammenhalt widmen oder die Familie als Aufgabe ansehen, für die es sich zu leben lohnt.

Der Architekt Dr. Albert Ortner führte in seinem Vortrag die anwesenden Fertighaushersteller und Zulieferunternehmen in das regionale Bauwesen Südtirols ein. Er stellte die Bedeutung des Bau- und Werkstoffs Holz früher und heute dar und zeigte preisgekrönte Holzbauten der Region.

„Das ‚Forum Intelligentes Bauen‘ bot in diesem Jahr wieder die perfekte Bühne für Fachgespräche und Networking sowie für den essenziell wichtigen Blick sowohl nach innen, als auch über den Tellerrand unserer Branche hinaus“, resümierte der neue BDF-Präsident Hans Volker Noller und kündete als Veranstaltungsort für den Branchentreff 2020 die Stadt Augsburg an.

## Rohstoffe sparen mit Robotik und komplexen Formen

Fortsetzung von Seite 989

liche Platten. Im Entwurfsprozess fanden sowohl die Anforderungen des Materials Holz Berücksichtigung als auch die Parameter der Roboterfertigung, wie beispielsweise Arbeitsradien und Roboterkontur.

Zur Fertigung wurde bei Müllerblaustein ein Acht-Achs-Roboter aus der Automobilindustrie eingesetzt. Als Material wurde 50 mm starkes Furniersperrholz aus Buche verwendet, der Rohplattenzuschnitt erfolgte auf einer CNC-Anlage. Um die Zinkenverbindungen auch auf Biegung belasten zu können, wurde eine kreuzweise Verschraubung vorgesehen, wobei die notwendigen Bohrungen im Entwurf festgelegt und vom Roboter ausgeführt wurden.

### Spannende Momente auf der Baustelle

Das Zusammenfügen der vorgefertigten Platten auf der Baustelle war ein besonderes Ereignis, denn „es musste alles passen, weil nicht nachgearbeitet werden konnte“, so Müller. Sicherheitshalber war ein komplettes Leagerüst installiert worden, das sich aber als unnötig erwies. Durch die genaue Passung dank der präzisen Fertigung wurde die Form von selbst gehalten. Nach dem Aufbau wurde die Struktur mit einer Isolierung und einer Dachhaut versehen. Als Deckschale kamen Platten aus Douglasie zum Einsatz, die der polygonalen Form der Buchensperrholzplatten entsprachen.

Auch alle Elemente der Außenhaut wurden digital geplant und vom Roboter erstellt. Die Fertigung der knapp 250 Buchensperrholzplatten dauerte drei Wochen, die Errichtung auf der Baustelle bis zum kompletten Pavillon vier Wochen. Mit einer Spannweite von maximal 10 m und einer maximalen Höhe von 6 m wurde ein Volumen von gut 600 m<sup>3</sup> geschaffen, unter Einsatz von nur 12 m<sup>3</sup> Buchenholz.

### Dreifache Spannweite bei gleichem Flächengewicht

Mit dem gleichem Projektteam wurde ein neuer Pavillon für die „Bundesgartenschau“ in diesem Jahr in Heilbronn entworfen und gebaut. Das Konstrukt-

ionsprinzip folgte auch hier dem Seeigel, aber mit gesteigerten Anforderungen – die alle erfüllt wurden: Der Holzeinsatz lag mit rund 40 kg pro m<sup>2</sup> bei einem Wert vergleichbar dem des Pavillons von 2014, während die Spannweite auf 30 m verdreifacht wurde. Mit geschwungenen Kehlen konnten planungs- und fertigungstechnisch noch anspruchsvollere Formen umgesetzt werden; und schließlich ist das Bauwerk komplett demontierbar bzw. wiederaufbaubar.

Eine massive Ausführung wie beim Vorgängerprojekt kam nicht mehr infrage, daher wurden die beiden polygonalen Platten durch polygonale Kassetten ersetzt. Eine Kasette wird durch eine obere und eine untere Platte gebildet, der seitliche Abschluss erfolgt durch Rippen, die zwischen die beiden Platten geklebt sind. Die Dicke einer Kasette beträgt 5,4 cm. Die Ausführung der Kasette wurde ebenfalls digital entwickelt, um den material- und fertigungstechnischen Anforderungen am besten gerecht zu werden und gleichzeitig den Materialeinsatz zu minimieren.

Auch hier ist ein Verbund zwischen den Kassetten nötig, der aufgrund der geforderten Demontierbarkeit des Pavillons als einfach lösbare Bolzenverbindung ausgeführt wurde. Um die Bolzen erreichen zu können, ist die untere



Robotische Fertigung der Kassetten für den Buga-Pavillon im Werk von Müllerblaustein

Platte der Kasette mit einem großen Loch versehen. Als Material kam Furnierschichtholz aus Fichte und Kiefer zum Einsatz.

### Abweichungen im Millimeterbereich statt Maurerdaumen

„Ziel war es, die Kassetten ohne Zimmermann zu fertigen, also vollautomatisch mit Robotern“, erläuterte Müller. Dies konnte realisiert werden durch eine eigens entwickelte Plattform, auf der mit zwei Robotern eine 14-achsige Bearbeitung möglich war. Die Teilezuführung erfolgte über ein Schubladensystem. Nach Aufbringen des Leims und Zusammensetzen der Teile wurden die-



Fotos: ICD-ITKE (2)

se mit Holznägeln fixiert, um die Kasette sicher in die Presse einbringen zu können. Im Anschluss erfolgte das Fräsen der Fingerzinken. Es wurden knapp 380 Kassetten gefertigt, wobei nicht nur deren Größe und Form variierte, sondern auch die Stärke der Rippen und die Ausformung der Zinken. Absolut bemerkenswert ist die extrem hohe Genauigkeit: Für die Zinken gab Müller eine Toleranz von 0,3 mm an. Die maximal erlaubte Verformung der Pavillonhülle betrug 13 mm, dieser Wert wurde problemlos eingehalten.

Für den Aufbau wurden die Kassetten im Werk zu 15 m langen, bogenförmigen Segmenten vormontiert. Statt eines Leagerüsts wurden die Segmente auf der Baustelle mit Stützen unterjocht und danach verbunden. Anschließend erfolgte das Aufbringen der Dachhaut und einer Konterlattung, auf die die Deckplatten montiert wurden. Nach zehn Arbeitstagen war der Aufbau abgeschlossen. Insgesamt betrug die Dauer vom Projektstart bis zur Fertigstellung weniger als anderthalb Jahre. Derzeit ist der Pavillon eingelagert und soll zur Bundesgartenschau in Mannheim 2023 wieder errichtet werden.

### Bis 40 % Materialeinsparung

„Wir sind eine kleine Branche, wir müssen uns bewegen, sonst kommt nichts zustande“, betonte Müller und erinnerte daran, dass jetzt endlich der seit Jahrzehnten geforderte Schub von der Politik da sei – Stichwort Holzbauffensive, die vom Land Baden-Württemberg mit 20 Mio. Euro gefördert wird. „Der Holzbau geht nun los wie ei-

ne Rakete“, so Müller, darauf müsse die Branche vorbereitet sein.

Er erläuterte, dass die Pavillons zwar plakative Beispiele seien, man an ihnen aber viel lernen könne. „Mit diesem Ansatz können wir im Holzbau bis zu 40 % Material einsparen“, betonte Müller. Als eine alltäglichere Anwendung nannte er Holzbalkendecken. Werden diese mittels digitalem Entwurf auf Basis eines Vorbilds aus der Natur geplant und robotisch gefertigt, verlaufen die Balken geschwungen und weisen unterschiedliche Dimensionen auf, sind aber trotzdem schnell und rationell zu erstellen.

Seiner Ansicht nach werden Roboter mittel- oder sogar kurzfristig im Holzbau zum Einsatz kommen. Hindernisse sind noch der Preis, aber auch die konventionelle Art zu konstruieren: Die Kosten für ein Bearbeitungszentrum betragen rund 300 000 bis 400 000 Euro. Würde man solche Anlagen für einen herkömmlichen Abbund eins-zu-eins durch Roboter ersetzen, wären zehn Roboter zu je 60 000 bis 80 000 Euro nötig. Als bedeutenden Aspekt sieht Müller zudem die Zusammenarbeit von Robotern und Menschen, z. B. bei der Bearbeitung von großen Wandbauteilen im Werk, aber auch auf der Baustelle. „Die kleinen Schritte sind die richtigen, es muss wachsen“, resümierte er. Dazu gehört der Maschinenpark genauso wie die IT, aber auch die Akzeptanz der Beschäftigten. Es gehe nicht darum, Menschen durch Roboter zu ersetzen, sondern vielmehr um eine gegenseitige Ergänzung, betonte Müller, denn: „Ein Roboter wird nie so gut sein wie ein echter Zimmerer.“

Vera Steckel, Hannover



Mit 160 Teilnehmern war das Hamburger Holzbauforum etwas weniger gut besucht als üblich, was vermutlich am parallel stattfindenden internationalen Holzbaukongress in Köln lag. Der Diskussionsfreudigkeit des Publikums tat dies jedoch keinen Abbruch.

Fotos: V. Steckel (3)