

Hightech-Holzbauten der Extraklasse

Vorstellung kunstvoller Ingenieurholzbauten im Kernforum des IHF 2013

Während des zweitägigen Kernforums des „Internationalen Holzbau-Forums 2013“ (IHF) wurden – wie jedes Jahr – am ersten Tag aktuelle Ingenieurholzbauwerke präsentiert. Unter dem Titel „Objekte mit Ausstrahlung“ bekam das Fachpublikum Einblicke in Entwurf, Planung und Bauausführung fünf herausragender Bauwerke, die aus einem großen Fundus von Gestaltungsmöglichkeiten des Holzbaus schöpfen: Die künftige „Crossrail Station“ in London, der weltweit höchste Holz-Aussichtsturm in Österreich, das neue Elefantenhaus in Zürich, die hölzernen Blütenblätter des D1-Towers in Dubai und das Swatch-Projekt im schweizerischen Biel. Allen gemein sind fließende Formen in außergewöhnlichen Dimensionen.

Dass Holz vielseitig ist, ist nicht neu. Welche Formen diese Vielseitigkeit annehmen kann, überraschte dennoch bei der Präsentation der fünf Projekte* des IHF-Kernforums. Sie spiegeln einerseits die internationale Architekturszene wider – wie es am Forum Tradition ist –, sie ließen andererseits aber auch erkennen, dass diese sich mehr und mehr dem Bauen und Gestalten mit Holz öffnet.

Clemens Huber von Wiehag aus Altheim in Österreich stellte unter dem Titel „Tollkühne Architektur in Holzbauweise“ die künftige Crossrail Station in Canary Wharf vor, dem neuen Geschäftsviertel von London. Das vom Londoner Architekt Sir Norman Foster entworfene Bahnhofgebäude steht mitten in den Wassern des West India Docks, einem Seitenarm der Themse. Umgeben von den Wolkenkratzern des Finanzen-

*An dieser Stelle sei auf das „Holzbau-Magazin“ des „Holz-Zentralblatts“ verwiesen, in dem einige der in diesem Beitrag angesprochenen Projekte ausführlich beschrieben werden. Es erscheint am 7. März.

trums Canary Wharf bildet dieser Bau einen architektonischen Höhepunkt – und wird zudem einmal ein wichtiger Verkehrsknotenpunkt werden.

Die Haltestelle ist etwa 300 m lang, hat vier Geschosse unter Wasser und zwei darüber sowie einen eindrucksvollen Landschaftspark auf dem obersten Deck. Dieser Park wird von einer Gitterkonstruktion in Holzbauweise mit Membrankissen überdacht. Die an einen Halbkreis angenäherte Dachkonstruktion überspannt den Unterbau mit rund 31 m über die gesamte Länge der Station. Sie krägt – wie eine Schirmmütze – an ihren beiden Enden jeweils 30 m weit über das Wasser aus. Die tonnen-dachförmige Netzstruktur bilden aneinandergekoppelte Dreiecke. Das alle 6 m an den Massivbau angeschlossene Holztragwerk besteht aus 1525 Stäben, davon sind 1414 aus Brettschichtholz und 111 weitere Stäbe aus Stahl.



Clemens Huber

Clemens Huber schilderte in Garmisch, wie die Tragwerksplaner die Geometrie der Stäbe und der 564 Knotenverbindungen der komplexen Dachkonstruktion entwickelten, und wie sie die statisch hochgradig unbestimmte Struktur dank verschiedener 3D-CAD-Programme nach und nach in eine baubare Lösung übersetzten. Besondere Herausforderungen waren dabei u. a.

- der Entwurf von Knoten, die außer Normal- und Querkraften auch Momente in allen Richtungen aufnehmen können,

- die Einflüsse des Schwindens des durch Dehnfugen dreigeteilten Betonunterbaus auf das daran angeschlossene Holztragwerk,
- die Berücksichtigung der Lasten aus den Membrankissen auf die hölzerne Netzstruktur und zu guter Letzt
- die statische Bemessung der 3050 Anschlusspunkte.

Tanzende Frauen inspirierten

Mit ihrem Vortrag über den (laut Referenten) höchsten Holzaussichtsturm der Welt – er steht auf dem Pyramidenkogel in Kärnten – boten Günther Meinhardt von Rubner Holzbau aus Ober-Grafendorf/Finkenstein und Markus Lackner vom Ingenieurbüro Lackner+Raml aus Villach (beides Österreich) den Teilnehmern einen weiteren Ingenieurholzbau der Extraklasse. Die skulpturale Form für den (mit Antenne) 100 m hohen Turm geht zurück auf die Idee einer geometrisch generierten Hülle, die von einem elliptischen Grundriss ausgeht. Der schraubt sich, jeweils um ein bestimmtes Maß versetzt, um sein Zentrum herum in die Höhe.

Man glaubt es kaum, aber das komplexe Tragwerk bestimmen lediglich vier Zahlen: Die beiden Durchmesser der Ellipse ($R1 = 10\text{ m}$, $R2 = 17,30\text{ m}$), dann ihr vertikaler Abstand ($e = 6,40\text{ m}$) und die Anzahl der Stützen ($n = 16$). Damit ist der Drehwinkel der Stützen vorgegeben, deren Achsen zum Mittelpunkt zeigen ($360^\circ/16 = 22,5^\circ$). Daraus ließ sich das Drahtgittermodell konstruieren. „Der Effekt ist verblüffend: Dreht man das 3D-Modell auf dem Bildschirm, sieht es aus wie eine tanzende Frau“, beschrieb Lackner den Eindruck. „Das hat durchaus den Entwurfsgedanken getroffen, denn die Architekten Markus Klaura, Dietmar Kaden und Erich Laure haben sich unter anderem von Frauen inspirieren lassen“, bekannte der Ingenieur mit einem Schmunzeln.

Die aus dieser Grundidee hervorgegangene Turmkonstruktion besteht aus 16 einachslich geschwungenen Stützen aus Lärchen-Brettschicht (BS)-Holz, aus zehn elliptischen Stahlringen, die sich alle 6,40 Höhenmeter um $22,5^\circ$ im Uhrzeigersinn drehen sowie aus 80 Diagonaltreibern. Zusammen bilden sie eine Art räumliches Fachwerk.



Markus Lackner

Zur Berechnung der maßgebenden Beanspruchungen für die Bemessung der Stützenquerschnitte waren Windkanalversuche erforderlich, denn das Bauwerk war nach EN 1991-1-4 (EC 1: Einwirkungen auf Tragwerke/Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten) nicht klassifizierbar. Mit Blick auf Wiederholbarkeit von Querschnitten wurden alle Stützen auf das Maß $32\text{ cm} \times 144\text{ cm}$ dimensioniert, aber, je nach statischen Erfordernissen, in den unterschiedlichen Festigkeitsklassen GL 28c, GL 28h und GL 32h** ausgeführt.

Interessant ist außerdem das reißverschlusartige Montagekonzept: „Alle Stützen wurden in drei Teile geteilt – die Teile waren entweder 13 oder 26 m lang. Beim ersten Montageschritt wechselten sich lange und kurze Stützenteile ab, um dann beim stufenweisen Vorarbeiten nach oben die jeweils überste-

** GL steht für glued laminated (kurz glulam), d. h. BS-Holz, der Buchstabe „c“ für kombinierten Aufbau aus Lamellen unterschiedlicher Festigkeitsklassen und das „h“ für BS-Holz mit homogenem Aufbau.



Wie ein Tonnen-dach überspannt die Netzstruktur aus BS-Holz-Stäben den Unterbau mit rund 31 m und erstreckt sich 300 m über die gesamte Länge der Station. An den Enden krägt sie wie eine Schirmmütze jeweils 30 m weit über das Wasser aus.

Grafik: Foster + Partners



Die geplante neue Londoner U-Bahn-Haltestelle Crossrail im Querschnitt. Grafik: Foster + Partners

henden Stützenbereiche als Montagehilfe zu nutzen“, erklärte Günther Meinhardt die Idee. Nach einer Gesamtbauteilzeit von nur acht Monaten gab die Gemeinde Keutschach den Turm am 20. Juni 2013 für Besucher frei. Seitdem ist der Ansturm auf das Bauwerk unerwartet groß.

Holzschale wie Blätterdach

Über das noch im Bau befindliche Elefantenhaus für den Kaeng-Kranchan-Elefantenpark in Zürich sprach Wolfram Kübler vom Ingenieurbüro Walt + Galmarini aus Zürich (Schweiz). Das charakteristische Element bildet die im-

posante Dachstruktur: Netzartig überspannt die 6800 m^2 große, frei geformte Dachschale aus Holz das Innengehege mit einem Durchmesser von rund 80 m . 271 in die Holzschale eingeschnittene Oberlichter – sie machen 35% der Dachfläche aus – sollen wie ein Blätterdach wirken. Sie sind mit Luftkissen gefüllt und lassen in die bis zu 18 m hohe Halle viel Tageslicht hinein.

Kübler erläuterte die tragwerksplanerische Umsetzung: „Das Dach ist als freitragende flache Kuppel mit dynamisch geschwungenem Dachrand konzipiert. Statisch funktioniert die Konstruktion als ein zu Strahlen aufgelöstes Schalentragwerk, das von einem Stahlbeton-Ringbalken eingefasst und per Vorspannkraft der eingeleiteten Stahlkabel zusammengepresst ist“. Der Ringbalken leitet die Kräfte aus dem Dach in die Stützenreihen und Außenwände ab.



Wolfram Kübler

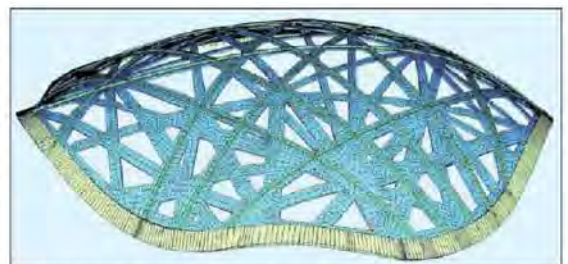
Der Tragwerksplaner zeigte schrittweise, wie das statische Modell für die Dachschale in eine baufähige Lösung überführt wurde. Heraus kam ein 54 m hoher, mehrteiliger Verbundquerschnitt mit einem „aufgedoppelten“ Sekundärtragwerk für Luftkissen, Wärmedämmung und Leitungen.

„Um die Stabilität und die Lastweitergabe von Schicht zu Schicht sicherzustellen, haben wir an der Materialprüfanstalt (Empa in Dübendorf) das gewünschte Tragverhalten in einer Ver-

Fortsetzung auf Seite 163



Kurze und lange Stützen wechseln sich im ersten Montageschritt ab. Bevor sie mit den Stahlrohnbögen und den Abstreben eine stabile Struktur bilden, werden sie seitlich abgespannt. Foto: Rubner Holzbau



Mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) entwickeltes Schalenmodell mit tragenden Strahlenbögen. Grafik: Walt + Galmarini

Hightech-Holzbau der Extraklasse

Fortsetzung von Seite 162

suchsreihe überprüft“, so Kübler.
Die Montage der Dachschale erfolgte mit einem Lehrgerüst. Lage für Lage wurde über die Hilfskonstruktion gebogen, jede um einen bestimmten Winkel zur vorhergehenden verschwenkt. Während der Holzbaubetrieb die erste Lage aus Stabilitätsgründen noch vollflächig ausführte, waren bei der zweiten und dritten Lage die Oberlichter bereits ausgeschnitten. Im Anschluss vernagelten die Handwerker die Platten miteinander und schnitten die Öffnungen in der ersten Lage mit Abundkettsägen aus.

Die Installationsebene über dem statischen Aufbau wird wie ein Hohlboden mit Holzklötzen ausgeführt. Die Anordnung der Klötze erfolgte so, dass sie gleichzeitig als Platzierungshilfe für die kreuzweise einzdrehenden, 85 cm langen Schraubenpaare (SFS WR-T) in den Verbundquerschnitt darunter dienen. Im Endausbau wird das Dach eine Dicke von rund 90 cm erreichen und etwa 1000 Tonnen wiegen. Die Fertigstellung des Züricher Elefantenhauses ist für Frühsommer 2014 geplant.

Blütenblätter als Vordächer

Über die hölzernen Blütenblätter des D1-Towers in Dubai (VAE) und die Lieferung von 42 ausgefallenen BS-Holzbindern für das neue Kulturzentrum „The King Abdulaziz Center for World Culture“ (KACWC) in Dhahran (Saudi-Arabien) referierte Rensteph Thomson von Hess Timber aus Kleinheubach. Bei Ersterem handelt es sich um vier Vordä-

cher in Form von zweifach gekrümmten bzw. frei geformten Gitterschalen aus BS-Holz für ein Wohnhochhaus.

Die Bewältigung der Geometrie und die daraus resultierende Vielzahl an Holzbauteilen und Anschlüssen stellen eine große logistische Leistung dar, wie der Vortrag zeigte. Das Besondere bei den BS-Holz-Bauteilen sind die dazu verwendeten ungewöhnlich kleinen Holzquerschnitte, sogenannte Stäbchenlamellen. Sie entstehen durch Verkleben von Brettern, nochmaliges Auftrennen der Querschnitte senkrecht zu den Klebungen und anschließendes erneutes Verkleben.

Die schachbrettartig blockverklebten



Rensteph Thomson

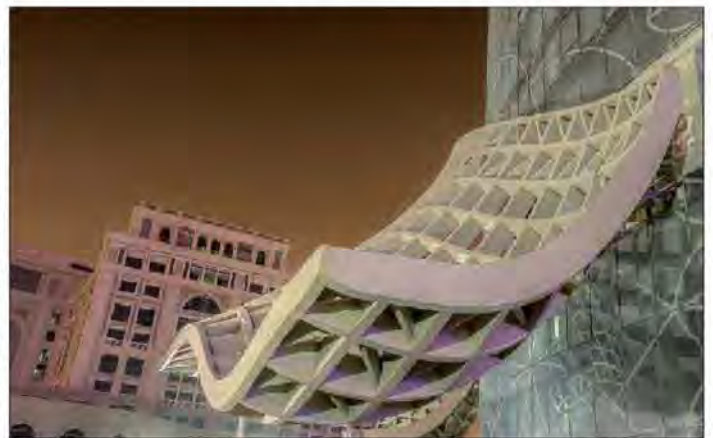
Querschnitte erreichen so besonders hohe Dimensionsstabilität, wie Thompson erklärte. Diese Konstruktionsart hat Hess Timber entwickelt und perfektioniert. „Ergeben hat sich das aus Wünschen unserer Bauherren: Die wollen häufig ungewöhnlich geformte Spezialbauteile in Möbelqualität“, so der Ingenieur.

Die erwähnten 42 Binder für das saudische Kulturzentrum KACWC beste-



Vordächer für den D1-Tower in Dubai: Die Bewältigung der Geometrie, die daraus resultierende Vielzahl an Holzbauteilen und Anschlüssen der frei geformten Gitterschalen aus BS-Holz war auch eine logistische Herausforderung. Foto: Hess Timber

hen ebenfalls aus Stäbchenlamellen – allerdings mit einem Kern aus Fichte und einer Hülle aus europäischer Eiche. Hier setzte Hess seine 2013 neu entwickelte Hybridbinder ein, die zwei Holzarten miteinander kombiniert. Aufgrund der komplexen Geometrie der 26 m langen und bis zu 2 m breiten Fassadenbinder, die sich 90° um die eigene Achse verdrehen, erwies sich die Blockverklebung mit Stäbchenlamellen als ideale Lösung, resümierte Thompson. Die Binderproduktion sollte Ende 2013 abgeschlossen sein, die Montage folgt 2014.



Vordach am D1-Tower in Dubai: Die Gitterschalen setzen sich zum Teil aus zweifach gekrümmten BS-Holz-Bauteilen mit veränderlichen Querschnittsabmessungen zusammen. Für die hohe Dimensions- und Formstabilität sorgen blockverklebte Stäbchenlamellen. Foto: Hess Timber



Die erste Lage Dreischichtplatten wird auf einer Hilfskonstruktion verlegt. In der zweiten und dritten Lage sind die Öffnungen für die Oberlichter bereits ausgeschnitten. Foto: Walt + Galmarini



Die Holzklötze zur Ausbildung der Installationsebene der Elefantenhauskuppel sind gleichzeitig Positionierungs- und Führungshilfe für die Spezialschrauben, mit denen der Verbund der Dachschalen hergestellt wird. Foto: Walt + Galmarini



Visualisierung des Elefantenparks im Züricher Zoo. Im Zentrum steht das Elefantenhaus mit seiner auffälligen Dachkonstruktion. Quelle: Thomas Schuppisser, Rendering: Zoo Zürich/Markus Schletsch Architekten GmbH

Eine Holz-Schlange für Swatch

Hermann Blumer von Création Holz aus Herisau (Schweiz) bot mit seinem Vortrag „Holzbau-Leckerbissen beim Swatch-Projekt“ in seiner unübertroffenen Art, begeistert von seinen Erfahrungen zu erzählen, Einblicke in die tragwerksplanerischen Herausforderungen des Bauwerksensembles der neuen Swatch-Firmenzentrale im schweizerischen Biel. Sie umfasst drei Neubauten: Die beiden sechsgeschossigen Gebäude „O1“ (Omega-Produktionsgebäude) und „O2“ (Omega-Administrationsgebäude) sowie „S1“ (Swatch-Administrationsgebäude), eine langgezogene, schlangenartig geschwungene und gewölbte Holzgitterkonstruktion. Sie gaben den Tragwerksplanern einige Nüsse zu knacken.

„O1“, das sechsgeschossige Produktionsgebäude, das einen aussteifenden Kern und einen „Tisch“ aus Stahlbeton hat, auf dem fünf Geschosse in „reinem Holzbau“ aufsetzen, bot eine davon: Die Uhrmacher von Omega verrichten in diesem Gebäude Feinstarbeit, was zu der Auflage führte, dass die Decken nicht spürbar schwingen oder vibrieren dürfen. Die Planer mussten außerdem eine Deckenkonstruktion finden, die neben der Bewältigung der Lastabtragung und der erwähnten „Schwingungsfreiheit“ auch hohe Brand- und Schallschutzanforderungen erfüllt sowie Raumakustik, Temperaturspeicherung und Feuchtegleichgewicht u. v. m. bietet. „Diese eierlegende Wollmilchsaudecke sollte dann auch noch kostengünstig sein“, bemerkte Blumer mit verschämter Mine.

Bei den sechsgeschossigen Holzbauteilen (fünfgeschossiger Holzbau auf Stahlbeton-Sockelgeschoss) handelt es sich um Holzkelette à la Shigeru Ban,



Hermann Blumer

Fotos (G): Susanne Jacob-Freitag

dem japanischen Stararchitekt, der die Gebäude entworfen hat. Seine Konstruktionen sind bekannt dafür, dass sie ohne Klebstoffe und stählerne Verbindungsmittel auskommen – jüngstes Beispiel ist das im Herbst 2013 fertiggestellte Tamedia-Gebäude in Zürich (CH). Bei ihm werden tragende Holzbauteile nach japanischer Tradition zusammengesteckt. So auch beim „O2“.

Hier thronen ebenfalls fünf Geschosse in Holzbauteile auf einem Betontisch – allerdings ohne massiven Kern. Es soll aus biegesteifen Rahmen mit auf-

gelösten Vierfachstützen und quer aussteifenden Zangen bestehen. Der Kopf des schlangenförmigen Gitterwerks des „S1“ reicht auf das Dach von „O2“, wo er sich wie eine Krone auf das Dachgeschoss abstützt.

Darunter liegt später einmal ein Konferenzsaal. Wer bei dieser Gebäudeverbindung an wem zieht oder drückt, ist noch offen. Blumer bezeichnete die Lösung solcher Aufgaben als holzbauische Leckerbissen – und das Swatch-Projekt ist voll davon. So ist auch das Füllen der Gitterflächen wegen der doppelt gekrümmten Fläche eine schwer zu lösende Aufgabe. Damit dürften sich die Fassadenbauer schwer tun, meinte Hermann Blumer und lachte bei seinem Schlusssatz in die Menge: „Doch auch für die Holzbauer bleiben genügend knifflige Aufgaben zu lösen. Wir werden sehen wie das am Ende ausgeht.“ Das Gebäude soll im Sommer 2015 in Betrieb gehen.

Susanne Jacob-Freitag, Karlsruhe



Der „Drachenkopf“ des schlangenförmigen Gitterwerks des Swatch-Verwaltungsgebäudes „S1“ bildet die Verbindung zur Omega-Administration „O2“. Im Hintergrund das Omega-Produktionsgebäude „O1“ Grafik Swatch Group