



Bild: Seagate Structures

Derzeit wächst im kanadischen Vancouver ein 18-stöckiges Studierendenwohnheim heran. Bei seiner Fertigstellung wird es mit 53 m Höhe das höchste Massivholzgebäude der Welt sein.

Einfach und hoch

Hochhaus | Im kanadischen Vancouver entsteht mit einem 18-geschossigen Studentenwohnheim derzeit das höchste Holzgebäude der Welt. Der Holzgigant wird 53 m Höhe hoch sein und auf dieser Höhe 14.585 m² Gesamtfläche unterbringen. Die Konstruktion besteht fast ausschließlich aus Massivholz und beweist, dass der Holzbau auch im Hochhausbau wettbewerbsfähig sein kann. **Jochen Stahl, Paul Fast und Christian Rosenkranz**



Bild: Seagate Structures

Pro Geschoss tragen 78 Brett-schichtholzstützen die jeweils nächste Decke, die aus Brettsperrholzelementen hergestellt ist. In die Decken eingelassene Sperrholzlagen verbinden die einzelnen Platten miteinander.



BAUTAFEL

Objekt

UBC Brock Commons,
Studierendenwohnheim
Vancouver, British Columbia, Kanada

Entwurf

Acton Ostry Architects
www.actonostry.ca

Beratung

Architekten Hermann Kaufmann
www.hermann-kaufmann.at

Tragwerksplanung

Fast + Epp
www.fastepp.com

Ausführung

Urban One Builders
www.urbanonebuilders.com
Seagate Structures
www.seagatestructures.ca

Die University of British Columbia zählt zu den besten Universitäten Kanadas. Von den insgesamt ca. 60.000 Studierenden leben mehr als 9.000 auf dem Campus in Vancouver. Um den steigenden Bedarf an Wohnheimplätzen zu decken, hat die Universität ein umfangreiches Bauprogramm aufgelegt.

Aus ihrer Verpflichtung zur Nachhaltigkeit heraus versteht die Hochschule ihren Campus auch als „Living Laboratory“, an dem nicht nur in der Lehre, sondern auch mit den Gebäuden und der Infrastruktur Innovation gefördert wird. Dieser Ansporn und die Möglichkeit, externe Fördermittel für die Forschung an Massivholzgebäuden zu erhalten, ließen das Projekt des Holzhochhauses entstehen.

Zurzeit sind nach den Bauvorschriften der Provinz British Columbia maximal sechsstöckige Holzgebäude erlaubt. Um den CO₂-Ausstoß zu reduzieren und die lokale Forstwirtschaft zu fördern, gibt es in Kanada ein starkes Bestreben, auch höhere Gebäude aus Holz zu errichten.

Die Universität erhielt für die Forschung und Planung Zuschüsse, um Massivholz als Baustoff zu fördern. Das Ziel des Projekts war es, ein Massivholzgebäude zu entwickeln, dessen Baukosten vergleichbar mit den Quadratmeterpreisen eines Stahlbetonhochhauses sind.

Das höchste seiner Art

Das 18-stöckige Studierendenwohnheim wird bei seiner Fertigstellung 2017 mit 53 m Höhe und 14.585 m² Gesamtfläche das

höchste Massivholzgebäude der Welt sein. 17 Stockwerke bestehen ausschließlich aus Holz mit nur einer aussteifenden Betondecke über dem Erdgeschoss.

Die Decken des Gebäudes bestehen aus fünfplagigen Brettsperrholzelementen, die von Brett-schichtholzstützen in einem Raster von 2,85 m mal 4,0 m getragen werden. Das oberste Stockwerk wird von einem Stahldach überspannt. Stahlbeton wird zur Aussteifung und als Brandschutz für die Umhausung der Aufzüge und Treppenhäuser sowie für die Gründung verwendet.

Die Fassade besteht aus vorgefertigten Metallständerwänden, in die bereits die Fenster installiert sind. Die Bekleidung aus gepressten Holz-faserplatten erzeugt ein regelmäßiges Muster aus hellen Holzstreifen zwischen anthrazitfarbenen vertikalen Fensterbändern. Die Verglasung umschließt die Ecken des Gebäudes, um die Kanten aufzuweichen. Ein auskragender Metallkranz krönt das Gebäude. Das Erdgeschoss erhält ein Vordach aus Brettsperrholz und eine Glasfassade.

In dem Wohnheim entstehen 272 Studios und 33 Vierer-WGs für insgesamt 404 Studierende sowie Lern- und Gemeinschaftsräume. Das Gebäude wurde von Acton Ostry Architects aus Vancouver entworfen. Die Architekten des Büros Hermann Kaufmann aus Schwarzach in Österreich berieten das Team zu den Besonderheiten von Holzhochhäusern. Die Tragwerksplanung übernahm Fast + Epp. Um ein wettbewerbsfähiges Holzhochhaus zu entwerfen, war eine disziplinierte Zusammenarbeit im Team gefragt.

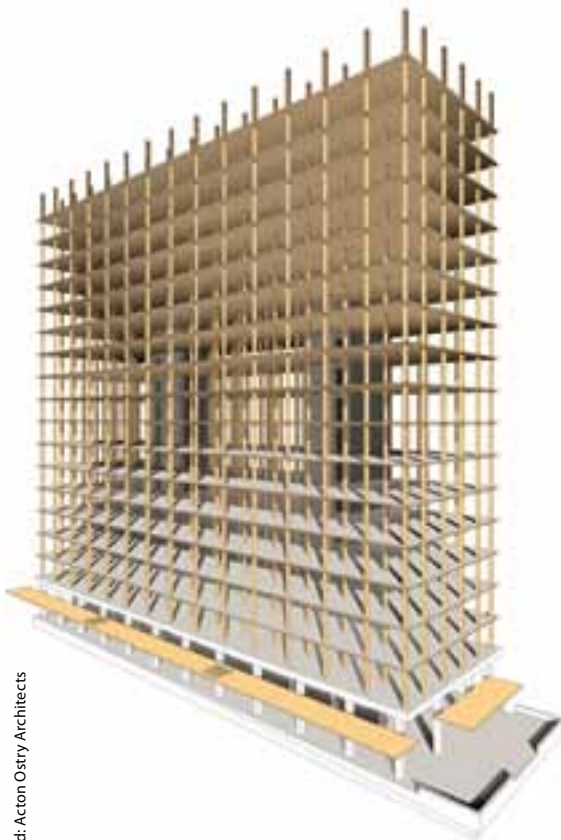


Bild: Acton Ostry Architects

In dem regelmäßigen Konstruktionsraster werden später 272 Studios und 33 Vierer-WGs mit Wohnraum für 404 Studenten angeordnet.



Die ausführenden Firmen wurden schon früh in die Planung mit einbezogen. Während der Entwurfsphase unterstützten sie das Planungsteam mit ihren Einschätzungen zur Realisierbarkeit der vorgeschlagenen Lösungen und deren Auswirkungen auf den Bauablauf und standen dem Team mit ihrem wertvollen praktischen Wissen zur Seite.

Bestechende Einfachheit

Gemeinsam entstand unter dem Motto „Simplicity“ eine Konstruktion, die durch ihre Einfachheit besticht. Es wurde ein Bau-satz entwickelt, der schnell und einfach mit möglichst geringem Aufwand vor Ort montiert werden konnte. Dies wurde durch eine Mischung aus Holz und Beton erreicht, wobei die Vorteile der beiden Baustoffe kombiniert wurden.

Durch die Verwendung zweiachsig gespannter Decken konnten die Ingenieure von Fast + Epp bei dem Studierendenwohnheim vollständig auf Querträger verzichten, was die Konstruktionshöhe der Decken deutlich reduzierte. So entstand eine saubere, flache, punktgestützte Oberfläche, an der die Versorgungsleitungen wie bei einer Flachdecke aus Stahlbeton ungehindert verlegt werden konnten. Durch die Anpassung des Stützenrasters und der Raumaufteilung an die größten verfügbaren Brettsperrholzelemente konnte das Planungsteam sowohl die Zahl der Deckenelemente (und damit die Zahl der Kranbewegungen) minimieren als auch das Tragwerk statisch effizient ausnutzen.



Die Brettsperrholzplatten der Decken sind zweiachsig gespannt. Auf diese Weise sind punktgestützte Flachdecken auch in Holzbauweise möglich.

Bild: Seagate Structures

Für die fünfplagigen Brettsperrholzelemente wurde ein individueller Aufbau mit höheren Festigkeiten in den äußeren Schichten verwendet, um die Steifigkeit und die Biegetragfähigkeit zu erhöhen. Ein weiterer entscheidender Faktor bei den punktgestützten Decken war der Rollschub an den Auflagern, der zu Gleitungen rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes führt. Da in den nordamerikanischen Normen bislang nur wenig auf Brettsperrholz eingegangen wird, wurde die Tragfähigkeit der Deckenelemente in Belastungsversuchen überprüft. Die Ingenieure testeten 18 Deckenelemente von drei möglichen Herstellern. Die Ergebnisse und die beobachteten Versagensformen zeigten, dass die Schubtragfähigkeit wesentlich höher als in der Norm angegeben ist und eine ausreichende Sicherheit besteht.

Keine Querpressung unter den Stützen

Mit 78 Stützen pro Stockwerk und insgesamt 1.248 Stützenverbindungen war es notwendig, ein möglichst einfaches Anschlussdetail zu entwickeln. Auf den Brettschichtholzstützen sind Kopfplatten montiert, auf denen die Brettsper Holzdecken aufliegen. In der Mitte greifen Stahlrohre ineinander, die an den Kopf- und Fußplatten der Stützen befestigt sind, durchstoßen dabei die Deckenscheiben, ohne Querpressung im Holz zu erzeugen, und bieten so ein festes, verformungsarmes Stahlaulager. Um ein fortschreitendes Versagen der Tragstruktur zu verhindern, wurden die Stahlrohre an den Verbindungen mit Bolzen und Kerbstiften gesichert und die Kopf- und Fußplatten mit jeweils vier eingeklebten Gewindestäben mit den Stützen verbunden. Damit entsteht eine zugfeste Verbindung, so dass die Decke beim Ausfall einer Stütze vom darüberliegenden Stockwerk gehalten wird.

Die primäre Aussteifung für Erdbeben- und Windbeanspruchungen besteht aus den beiden Stahlbetonkernen. Obwohl Aussteifungssysteme aus Holz wie Massivholzwände und -kerne, Aussteifungskreuze oder vorgespannte, selbstzentrierende Systeme möglich gewesen wären, hätten die notwendigen Versuche, die Zeit und die Kosten, um eine Genehmigung im Einzelfall zu erhalten, eine negative Auswirkung auf den Fertigstellungstermin und das Budget des Auftraggebers gehabt. Die Kerne wurden als duktile Aussteifungswände bemessen, die in der Längsrichtung durch die Deckenscheiben miteinander gekoppelt sind. Die Deckenelemente sind an den Fugen über eingelassene Decklagen aus Sperrholz miteinander verbunden. Um Lasten aus den Deckenscheiben auf die Stahlbetonkerne zu übertragen, wurden Stahlbänder auf die Deckenelemente geschraubt und mit Einbauteilen am Beton befestigt.

Um das Genehmigungsverfahren zu erleichtern, wurde für den Brandschutz ein konservativer Ansatz gewählt. Die Holzkonstruktion, die ohnehin überwiegend in den Trennwänden zwischen den Wohneinheiten liegt, wird von mehreren Schichten Gipskartonplatten bekleidet, um eine Feuerwiderstandsdauer von zwei Stunden zu erreichen. Das Gebäude ist mit einer automatischen Sprinkleranlage mit eigenen Löschwassertanks auf dem Dach ausgestattet, so



Bild: Fast + Epp

Für die fünfplagigen Brettsper Holzelemente wurde ein individueller Aufbau mit höheren Festigkeiten in den äußeren Schichten gewählt. Belastungsprüfungen bestätigten die Brauchbarkeit des Materials für den herausragenden Zweck.

dass auch die Wasserversorgung während eines Erdbebens sichergestellt ist. Mit dem realisierten Brandschutzkonzept ist das Gebäude sicherer als vergleichbare Stahl- oder Stahlbetongebäude.

Verformungen eingeplant

Durch das unterschiedliche Materialverhalten von Holz und Stahlbeton entstehen mit der Zeit Höhenunterschiede zwischen den Bauteilen. Den größten Anteil hat dabei die Verkürzung der Holzstützen, die sich aus den elastischen Verformungen, Kriechen

und Schwinden des Holzes, Setzungen in den Verbindungen und Toleranzen bei den Längen zusammensetzt. Die größten Bedenken bestanden bezüglich der Auswirkungen der Verformungen auf die vertikalen Versorgungsleitungen und den Anschluss der Holzkonstruktion an die steifen Stahlbetonkerne. Um das Problem zu entschärfen, wurden an drei Stockwerken jeweils fünf 1,6 mm dicke Ausgleichsbleche an den Stützenverbindungen vorgesehen. Die Höhe des Ausgleichs wurde zunächst mit der Hälfte der erwarteten Setzungen ange-

LANGZEITVERHALTEN

Geprüft und überwacht

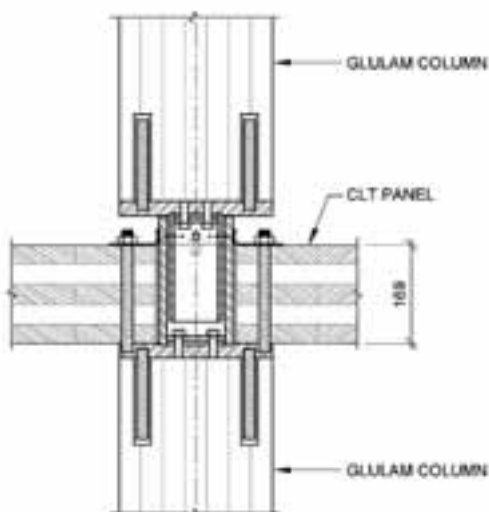
Um die Ausführbarkeit des vorgeschlagenen Entwurfs zu gewährleisten, errichtete die Baufirma ein zweigeschossiges Versuchsgelände mit einem Grundriss von 8 m mal 12 m. Der Testaufbau enthielt verschiedene Verbindungstypen und Fassadensysteme. Um das Verhalten des 18-stöckigen Gebäudes besser zu verstehen und zu erforschen, wurde die fertige Konstruktion mit Beschleunigungsmessern, Seilzuglängengebern für die vertikale Stützenverformung und Feuchtigkeitsmessgeräten ausgestattet.

Forschungsteams der University of British Columbia und der SMT Research Ltd. werden die Sensoren auswerten, um Aufschluss über das Schwingungsverhalten des Gebäudes bei Wind und Erdbeben und einen größeren Einblick in das Setzungsverhalten von hoch beanspruchten Brettschichtholzstützen zu erhalten. Die Holzfeuchtigkeit wird über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks gemessen, um den Feuchtigkeitsverlauf von der Fertigung bis hin zur Ausgleichsfeuchte zu analysieren.



Bild: Seagate Structures

Die Brettschichtholzstützen sind jeweils an beiden Enden mit Stahlbauteilen versehen, die die Flachdecken durchstoßen. So werden Querpressungen auf den Brettspertholzelementen vermieden.



Die stählernen Verbindungsbauteile bestehen im Prinzip aus je einem inneren und einem äußeren Rohr. Bolzen und eingeklebte Gewindestäbe sichern die Verbindung und lassen auch Zugkräfte in den Stützen zu.

Bild: Fast + Epp



Bild: naturallywood

Die Fassade besteht aus vorgefertigten Metallständerwänden. Sie wurden inklusive der Fenster und der Bekleidung aus gepressten Holzfaserplatten endfertig montiert.

KONZEPT

Wettbewerbsfähig und nachhaltig

Das Projekt beweist, dass Holzgebäude eine wettbewerbsfähige Alternative zu Hochhäusern aus Stahlbeton sein können. Der Erfolg des Projekts wurde hauptsächlich durch die gute Zusammenarbeit des Planungsteams, die frühe Einbeziehung der ausführenden Unternehmen und ein klar erkennbares Entwurfskonzept erreicht.

Der Fortschritt in der Holztechnologie und der Herstellung ermöglicht nicht nur den Bau von Holzhochhäusern, sondern macht sie außerdem sicher und kostengünstig. Mit dem nachhaltigen Werkstoff Holz lässt sich die CO₂-Bilanz von Gebäuden deutlich verbessern. Die Menge an CO₂, die in der Massivholzkonstruktion gebunden wird, zusammen mit den vermiedenen Emissionen sorgt bei dem Projekt für eine geschätzte Einsparung von 2.563 Tonnen Kohlendioxid, was gleichbedeutend mit dem CO₂-Ausstoß von 490 Autos in einem Jahr ist.

nommen, um eine Überkompensation zu vermeiden. Vor dem Einbau der Bleche in den einzelnen Stockwerken wurde die tatsächliche Höhe der Stützen vermessen und die Anzahl der Bleche ggf. angepasst. An den Treppenhäusern liegen die Brettspertholzplatten auf im Beton verankerten Stahlwinkeln auf. Der Höhenunterschied zwischen der Holzkonstruktion und den Betonkernen wird über ein Gefälle im Estrich ausgeglichen.

Die Planungen zu dem Projekt begannen im Dezember 2014. Bereits elf Monate später – im Oktober 2015 – starteten die Bauarbeiten. Um die Bauzeit zu verkürzen, wurden die Holz- und Fassadenelemente vorgefertigt. Ein gut geplanter Bauablauf und die Werkplanung sind dabei der Schlüssel für eine reibungslose Fertigung und Montage. Alle Brettspertholz- und Brettschichtholzelemente wurden mit CNC-Fräsen unter Qualitätskontrolle hergestellt, um eine nahtlose Montage des Holztragwerks sicherzustellen.

Zur besseren Koordination der Gewerke wurde das Gebäude zunächst dreidimensional modelliert. Durch die Modellierung sowohl der tragenden Bauteile als auch der



Bild: naturallywood

Die Aussteifung des fast fertigen Hochhauses übernehmen die beiden Stahlbetonkerne. Auf dem Dach werden später Löschwassertanks angeordnet, die im Brandfall die Sprinkleranlage versorgen.

TGA-Komponenten konnten während der Planung alle Durchbrüche für Kabeltrassen und Rohrleitungen in den Brettsperrholzdecken abgestimmt werden und anschließend für die Vorfertigung in CAD-Daten für die CNC-Fräsen übertragen werden.

Um nur einen Kran zu benutzen und genügend Zeit für die Vorfertigung und Lieferung der schweren Holzelemente vorzusehen, wurden alle 18 Stockwerke der Stahlbetonkerne fertiggestellt, bevor im Juni 2016 mit der Montage der Holzkonstruktion begonnen wurde. Die Fassadenelemente wurden in 8 m langen Abschnitten zeitgleich mit der Holzkonstruktion montiert. Diese Abfolge gewährleistete den Witterungsschutz für jede Etage und erlaubte es, sofort mit dem Innenausbau zu beginnen. Nach anfänglich einem Stockwerk pro Woche wurden später zwei bis drei Stockwerke pro Woche montiert.

Wetter mitbedacht

Planung und Ausführung der Stahlbetonarbeiten wurden in den Wintermonaten und im Frühjahr fertiggestellt, so dass für die Errichtung der Holzkonstruktion und der

Fassade ein Zeitfenster im Sommer genutzt werden konnte. In Vancouver muss jedoch ganzjährig, manchmal auch in den Sommermonaten, mit beträchtlichem Niederschlag gerechnet werden.

Zusätzlich zu dem an die Witterungsbedingungen angepassten Bauablauf wurde das Brettsperrholz mit einem wasserabweisenden Anstrich überzogen. Weiterhin wurden alle Durchbrüche und Fugen mit Klebefolie abgedichtet, um das Wasser daran zu hindern, in das darunterliegende Bauwerk vorzudringen. Eine temporäre Abdeckung wurde für das Projekt als zu kostspielig angesehen und hätte den Arbeitsablauf eingeschränkt.

Nach nur 66 Tagen wurde die Massivholzkonstruktion fertiggestellt. Die Eröffnung des Studierendenwohnheims ist für September 2017 geplant. Die Kosten für Bau und Planung dieses innovativen Gebäudes betragen 51,5 Mio. Dollar. Davon entfallen etwa 4 Mio. Dollar auf die Mehrkosten zur Forschung und Entwicklung des Holzhochhauses.

Das Studierendenwohnheim strebt eine LEED-Gold-Zertifizierung an. Das Gebäude

wird an das Fernwärmenetz der Universität angeschlossen und soll bis zu 25 Prozent der Energie vergleichbarer Gebäude einsparen.

Gleichzeitig entsteht ein „Living Lab“ für die Forstwissenschaft, Forstwirtschaft und lokale Holzproduzenten. Es bietet die Möglichkeit, Massivholztragsysteme von Hochhäusern von der Planung bis hin zur Nutzung mittels Monitoring zu verfolgen.

Mit den gesammelten Daten und Erfahrungen lassen sich die Baunormen für höhere Holzgebäude anpassen, so dass Holzhochhäuser zu einem allgegenwärtigen Bestandteil in unserem Stadtbild werden können. |

Autoren

Jochen Stahl leitet das Planungsteam von Fast+Epp in Europa.

Paul Fast ist Gründer und Geschäftsführer des international tätigen Büros für Tragwerksplanung Fast+Epp in Vancouver, Kanada.

Christian Rosenkranz ist Mitarbeiter im Büro Fast + Epp in Darmstadt und hat bereits an mehreren weitgespannten Holztragwerken mitgewirkt.