

# Laubholz auf dem Durchbruch

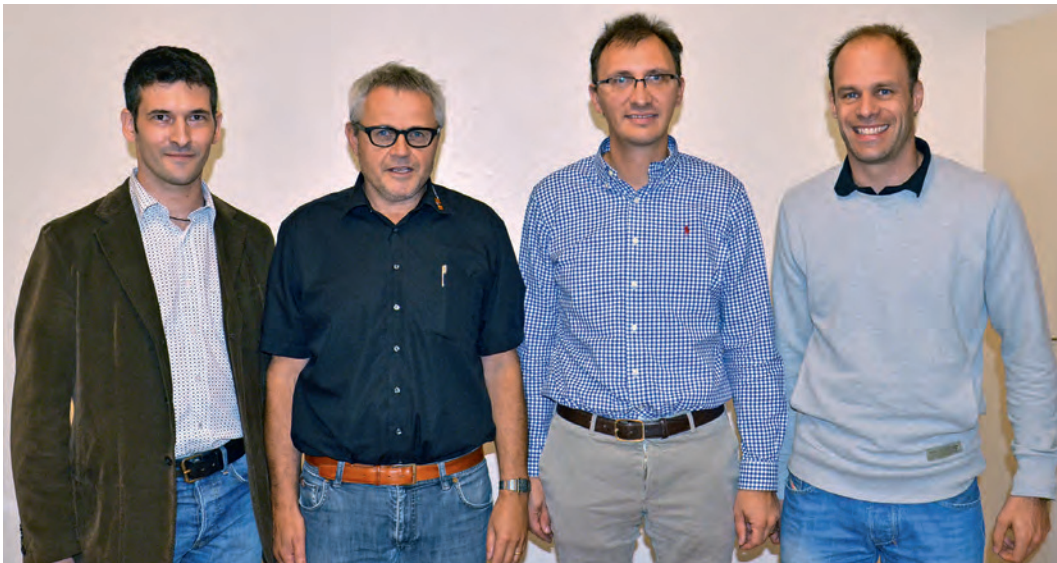
Die neue Holzbau betreibt ein eigenes Prüflabor. Bei einer S-Win-Veranstaltung in Lungern wurden Forschungsergebnisse und Objekte mit Laubholz vorgestellt. Andrea Frangi berichtete zudem über den Stand der Arbeiten am Leuchtturmprojekt «ETH House of Natural Resources».



*Im kommenden Mai soll das Personal der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) in das «House of Natural Resources» an der ETH einziehen.*

*Fotos: zvg*

Seit letztem Jahr organisieren die Verantwortlichen des Vereins S-Win verschiedene Anlässe, bei denen Holz im Fokus steht. Neben Fortbildungskursen stehen innerhalb des Topthemas Holz Betriebsbesichtigungen samt Vorträgen auf dem Programm. Während Interessierte im Welschland die Firma André in Yens-sur-Morges besuchten, stand in der Deutschschweiz eine Visite bei der Firma neue Holzbau auf dem Programm. Rund 50 Teilnehmende fanden am ersten Wintertag im vergangenen November trotz dichtem Schneegestöber den Weg ins hinterste Sarneraatal. Der Lungerner Betrieb mit seiner 50-köpfigen Belegschaft ist spezialisiert auf Tragkonstruktionen für Architekturprojekte. Als Amuse-Bouche konnten die Teilnehmenden auf einem Betriebsrundgang die Produktion der auf ingeniose Tragwerke spezialisierten Firma unter die Lupe nehmen. Im Rohlammellenlager werden durchschnittlich zwischen 800 und 1000 m<sup>3</sup> gehalten, die im Sommer während 24 und im Winter während 48 Stunden vorklimatisiert werden. Dabei erfuhren die Besucher, dass rund 98 Prozent des Holzes aus einheimischen Wäldern stammen und die Restmenge vor allem aus europäischer Lärche besteht. Das Holz kann in Lungern bis zu 35 m langen Trägern abgebunden und keilverzinkt werden, ein beeindruckender fünffacher Portalroboter bildet das Herzstück der Produktion. Dabei handelt es sich laut Sascha Abplanalp, zuständig für Abbundtechnik und Produktion um eine «ganz normale CNC-Maschine für den Grossteilabbund, die «einfach ein bisschen grösser dimensioniert ist». Eine hemmungslose Untertreibung, angesichts der doppelgaragegrossen Bearbeitungskabine und der 43 m langen Verfahrensstrasse. Die Maschine wird im Zweischichtbetrieb von jeweils einer Arbeitskraft bedient. Rund 7000 m<sup>3</sup> Brettschichtholz werden im Betrieb verarbeitet, dabei beträgt der Laubholzanteil acht bis zehn Prozent. In einem weiteren Arbeitsprozess können Träger gleichzeitig gebogen und geleimt werden. In der Pressung verbringen die horizontal eingespannten Werkstücke sieben Stunden, in der Vertikalen nur rund 45 Minuten. Fast alle Angestellten haben eine Berufslehre absolviert, nur wenige sind angelernt. In der Endfertigungshalle, die ständig zwischen 16 und 22 °C temperiert ist, werden beispielsweise Latten auf die Träger geschraubt, die hauseigenen GS-Anker oder



*Thomas Näher, Geschäftsführer S-Win (v.li.); Bruno Abplanalp, Geschäftsführer und Thomas Strahm, Leiter Engineering (beide neue Holzbau); Andrea Frangi, Prof. ETH Zürich*

andere Metallteile eingebaut. Hier werden pro Jahr 800 bis 1000 Aufträge erledigt, in Spitzenzeiten arbeiten hier rund 15 Leute. Obwohl die Firma nicht gerade in Zentrumslage residiert, stellt der Transport der bis zu 35 m langen Träger kein Problem dar. Abplanalp klärte auf: «Da jeder voll beladene Lastwagen eine Fracht im Wert von 25 000 bis 30 000 Franken transportiert, fällt eine Lastwagenstunde (rund 150 Franken) in der Endabrechnung nicht weiter ins Gewicht.»

### Weichen für die Zukunft gestellt

Nächste Station war eine Betriebsvorstellung von Geschäftsführer Bruno Abplanalp. Hier erfuhr man, dass die auf dem gleichen

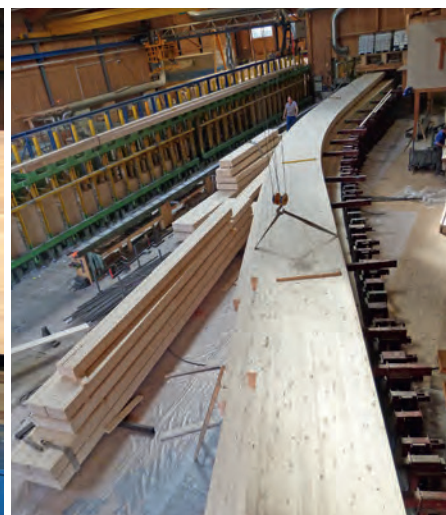
Gelände angesiedelte Firma NH Akustik + Design AG vom selben Unternehmer, Arthur Fries, gegründet wurde. Beide Firmen mit insgesamt rund 170 Angestellten wurden rückwirkend auf anfangs 2013 in Form eines Management-Buy-outs an verschiedene Geschäftsleitungsmitglieder übergeben.

Bruno Abplanalp fasste den USP seiner Firma in zwei Worten zusammen: «Möglichst kompliziert». Dies sagt einiges über die Firma aus, denn man unterhält in Lungern ein eigenes Forschungslabor, das immer wieder Innovationen hervorbringt. Gerade im Verbund mit Gewindestangen ist man mit der eigenen Produktpalette der GSA-Technologie einer der führenden Anbieter. Hier handelt es sich um ein Hoch-

leistungsbindungsmittel im modernen Ingenieurholzbau. Bei diesem System werden Stahl-Gewindestangen mit dem speziellen GSA-Epoxidharz in Brettschicht- und BSH-Laubholz eingeleimt. Weiter zeigte Abplanalp anhand verschiedener Holzquerschnitte auf, welches Potenzial im Laubholz steckt. Weil aber Fichte in Europa sehr günstig angeboten wird, hat das anspruchsvoll zu verarbeitende Hartholz (noch) einen schweren Stand. Zudem stellt die Feuchtigkeitsaufnahme des Materials einen weiteren heiklen Punkt in seiner Anwendung dar. Abplanalp meinte, dass Buche nicht nur unter dem Aspekt Tragen und Lasten gesehen werden sollte, sondern, dass das Material als Gestaltungsmittel eine hohe Attraktivität besitzt – man könn-



*Im hauseigenen Labor werden die Produkteigenschaften ganzer Leimbinder oder einzelner Lamellen überprüft und verbessert.*



*Bis zu 35 m lange Träger werden abgebunden, keilverzinkt, gebogen und geleimt.*





te auch von Gebäuden mit Möbelcharakter sprechen. Vor allem plädierte er dafür, die Buche nicht in erster Linie als Brennholzlieferant zu sehen. Eine Chance hätte das Material aber nur, wenn Holzbauer wie Möbelschreiner dächten – einfach in grösserem Massstab.

### Laubholz hat eine Chance verdient

Für die weiteren Beiträge vor versammelter Corona wechselte man in den Vortragsaal des benachbarten Dachfensterbauers HP Gasser AG. Thomas Näher, Geschäftsführer von S-Win, stellte den Verein und seine Tätigkeiten vor. Eigentlich handelt es sich, so Näher, eher um einen Thinktank als ein Dienstleistungsunternehmen. Denn man kümmere sich um die gesamte Wertschöpfungskette in Holz und Forst, stelle den Technologietransfer auf verschiedenen Stufen sicher und informiere umfangreich über relevante Forschungsprogramme. Momentan gehören dem Verein 60 Mitglieder an, und letztes Jahr habe man 30 Forschungsprojekte aufgegleist, die von 5,3 Millionen Franken Förderbeiträgen alimentiert wurden. S-Win bietet auch den sog. Innovations-Check für Firmen an. Hier kommen Spezialisten in den Betrieb und prüfen, wie innovative Ideen unterstützt und realisiert werden könnten.

### Wenn Fichte nicht mehr reicht

Bruno Abplanalp eröffnete die Vortragsrunde mit seinem Lieblingsthema – so vermuteten einige Teilnehmende – dem Einsatz von Laubholz in modernen Tragwerken. Einige Zahlen und Daten machten klar, dass der Laubholzanteil in unseren Wäldern in den letzten Jahren stark gestiegen



**Restaurant in Saas Fee: Die grossen Lasten werden mit Trägern abgefangen, deren Querschnitt lediglich 24 mal 24 cm (Einleitung von 800 kN) misst.**

ist, beim Buchenbestand um rund zehn Prozent, der Eichenanteil legte sogar um 16 Prozent zu. Gründe sehen die Forscher vor allem bei den gestiegenen Temperaturen, die auf den Klimawandel zurückzuführen seien. Zusammen mit den statischen Vorteilen, die Laubholz im Vergleich zu Fichte zu leisten vermag, dränge sich eine Nutzung im Baubereich geradezu auf. Träger mit Laubholzanteil können im Vergleich zu reinen Fichtenträgern erheblich kleiner dimensioniert werden. Allerdings stünde man in der Laubholzforschung gerade erst am Anfang, im Stahlbau hätte es immerhin über 50 Jahre gedauert, bis verbindliche Normen erarbeitet wurden. Abplanalp berichtete, dass man selbst mehrere hundert Lamellen geprüft habe, dazu ganze keilverzinkte Träger, um sich abzusichern. Da es keine anerkannten Sortierkriterien für Laubholzlamellen gäbe, hätte man diese im hauseigenen Labor gemacht. Einige Teile befänden sich seit über fünf Jahren an einer geschützten Aussenfassade unter Nutzungsklasse 2 auf dem Betriebsgelän-

de, um auch die längerfristigen Feuchteveränderungen beobachten zu können.

### Vorteil geringerer Dimensionierung

Um den Einsatz von Laubholz populär zu machen, muss es in vorbildlichen Architekturprojekten eingesetzt werden, so Abplanalp. Verschiedene realisierte Beispiele wurden vorgestellt, wie etwa ein schlankes, elegantes Fachwerk aus Esche für eine Schreinerhalle in Visp. Beim Ökonomiegebäude von Siebental in Lauenen i.S. konnten die Träger in den Abmessungen 28 mal 70 cm in der Festigkeitsklasse GL48k ausgeführt werden, während der Einsatz von Fichte eine Dimension von 22 mal 132 cm erfordert hätte. Gerade bei Bauwerken mit fest eingebauten Kranvorrichtungen kann so Mehrhöhe gewonnen werden.

Abplanalp hielt fest, dass Konstruktionen von Laubholz mit Fichte einige Herausforderungen mit sich bringen. Insbesondere die Ingenieure seien gefordert, da gemischte Konstruktionen unterschied-

liche Quell- und Schwindprozesse durchlaufen. Andererseits eröffnen sie aber auch neue Möglichkeiten im Ingenieurholzbau. Bei einem Projekt in Arosa (rund 1800 m.ü.M.) musste besonders die grosse Schneelast berücksichtigt werden, zudem war vom Architekten eine geringe Dachneigung vorgegeben. Die zusammengezinkten Lamellen wurden dafür extra geprüft, damit die Leistung der Konstruktion auch garantiert werden konnte. In Fichte hätten die Träger 30 mal 220 cm gemessen, in Esche ausgeführt betragen die Abmessungen 22 mal 176 cm. Diese Holzart ist zudem einfacher zu verarbeiten als Buche und lässt sich sehr gut mit Fichte kombinieren. Die neue Holzbau besitzt mittlerweile eine 15-jährige Erfahrung im Einsatz dieses Materials. Einen deftigen Lacher gab's, als Abplanalp das Projekt einer Kirche vorstellte, wo ursprünglich der Ring im Firstpunkt in Stahl vorgesehen war: «Wir sagten, das darf nicht sein. Das ist eine Kirche, hier schauen doch alle nach oben – das muss in Holz sein!»

### Neue Generation Architekten

«Sind wir mit Laubholz auf dem Holzweg – oder wo geht der Holzweg hin?» stellte Abplanalp abschliessend die Gretchenfrage. Die neue Holzbau sähe jedenfalls im Laubholz grosses Potenzial für den Holzbau der Zukunft. Zwar würde die Fichte nie vom Laubholz verdrängt werden, dafür seien ihre Eigenschaften zu überzeugend, die Verfügbarkeit in hohem Mass gegeben und die Preise für das Baumaterial konkurrenzlos günstig. Aber er sähe das Potenzial neuer Möglichkeiten in der Konstruktion. In seinem Ausblick über die Zukunft des Holzbaus stellte er verschiedene Projekte

vor, wie etwa ein Campus in San Francisco oder Wohnhochhäuser, die in den USA gebaut werden sollen. Für Abplanalp ist klar, dass die grossen, wegweisenden Holzbauten kaum in der Schweiz entstehen würden. Trotzdem blicke er zuversichtlich in die hölzerne Zukunft, da besonders in den vergangenen zehn Jahren unheimlich viel Positives passiert sei. Besonders eine kürzlich durchgeführte ETH-Tagung für junge Architekten hätte positiv gestimmt: Die Nachwuchs-Baumeister würden sich nicht nur mit Holz beschäftigen, weil der Baustoff «trendy» sei, nein, sie würden schon «in Holz denken».

### Technologie der Zukunft

Thomas Strahm, Leiter Engineering bei der neuen Holzbau, gab einen Einblick in die selbst entwickelte GSA-Technologie. Bei diesem System werden Stahl-Gewindestangen mit Epoxidharz in Brett-schichtholz und Leimholz aus Nadel- oder Laubholz eingebaut, um effiziente und standardisierte Verbindungen zu ermöglichen. Grundsätzlich geschieht die Einklebung der Gewindestangen parallel oder quer zur Faser des Holzes, das Verhalten ist dabei aber komplett verschieden.

Parallel zur Faser hat das Holz zwar eine höhere Leistung, jedoch ein geringeres Dehnungsverhalten. Problematisch ist dabei das unterschiedliche Verhalten der zusammengefügt Materialien. Der Stahlanker besitzt gegenüber dem Klebstoff und dem Holz ein grösseres Dehnungsvermögen. Ab einer bestimmten Belastung ist die aus der Dehnung resultierende Verformung des Stahls für das Holz zu gross und die Gewindestange wird reiss-verschlussähnlich aus dem Holz gerissen.

Darum, so Strahm, mache es keinen Sinn, sehr lange Stahlanker parallel zur Faser einzukleben. Die besten Werte erreiche man bei ungefähr 15-mal dem Stabdurchmesser.

Quer zur Faser haben eingeklebte Anker eine deutlich höhere Leistung. Logisch also, dass man mit relativ kurzen Einkleblängen auch schon hohe Leistungen erzielen kann. Lasteinleitungen quer zur Faser sind relativ einfach zu bewältigen, so Strahm, man kann auf kleinen Auflagerlängen sehr grosse Lasten einleiten. Als Beispiel zeigte Strahm eine ausgeführte Konstruktion bei einem Restaurant in Saas Fee. Hier gelang es, die grossen Lasten mit Trägern abzufangen, deren Querschnitt lediglich 24 mal 24 cm (Einleitung von 800 kN) misst. Bei einem Einbau der GS-Anker, muss die Beanspruchung immer in Achsrichtung erfolgen. Wiederum geht die Dimensionierung auf Stahl, allerdings sollte der Konstrukteur auch die Eigenschaften aller anderen Komponenten wie etwa Harz, die Verklebung und die Holzfestigkeit im Griff haben.

### Umfangreiche Tests

Seit 2012 gibt's eine Zulassung für die eingeklebten Anker. Strahm berichtete, dass das Prozedere nicht ganz so einfach ausfiel, wie man es sich vorgestellt hatte, obwohl man schon auf eine über zehnjährige Erfahrung zurückblicken konnte. Im Gegensatz zur bestehenden europäischen Norm wollte man eine Zulassung für Anker erreichen, so wie sie die neue Holzbau in der Schweiz für gewöhnlich einsetzt: Das heisst mit kleineren Rand- und Achsabständen. Der Einbau der Anker bringt aber nicht nur Vorteile, so Strahm, kritisch wird



Realisierte Beispiele wurden vorgestellt, wie etwa ein schlankes, elegantes Fachwerk aus Esche für eine Schreinerhalle in Visp.





**Die grosse Schneelast musste bei diesem Gewerbeobjekt in Arosa besonders berücksichtigt werden.**

es bei der Feuchte. Er hielt fest, dass sich der GSA-Einbau nur für die Klassen 1 und 2 eignet. Zu Versuchszwecken hat man Bauteile mit und ohne Anker direkt bewittern lassen. Nach einiger Zeit stellte man fest, dass Rissbildungen im BS-Holz auftraten. Die Teile mit Anker haben aber ein besseres Verhalten gezeigt als diejenigen ohne. Es entstanden keine grossen, sondern nur kleinere Risse von der Stirnseite ausgehend. Man darf nicht vergessen, sagte Strahm, dass der quer eingebaute Anker schon nur von der Quellwirkung des Holzes eine Belastung erfahre, er ist also schon ohne äussere Einwirkung beansprucht.

### Anker schützen

Weiter gab das Thema GSA und (hohe) Temperatur zu reden. Denn sobald eine Verklebung im Spiel ist, sorgt das bei der Annahme des Brandfalls für mehr Diskussionen als bei anderen Verbindungsmitteln. Man muss lernen, so Strahm, wie man die Stabdübel für diesen Fall ausführt, und er berichtete, wie die Zulassung im Detail geschieht. Eines ist sicher: Bei höheren Temperaturen nimmt die Langzeitfestigkeit der eingeklebten Anker ab. Einfach, aber wirkungsvoll, ist, was man aus der Erfahrung mit anderen Verbindungsmitteln kenne: Die Anker müssen bei Brandanforderungen genügend geschützt werden.

### Beinahe 100-prozentige Leistung

Die GSA-Technologie ist aber nicht nur auf Einzel- oder Gruppenanker beschränkt – Thomas Strahm berichtete von zwei patentierten Weiterentwicklungen für verschiedenste Aufgabenbereiche. So kann das innovative GSA-Gelenk relativ einfach grosse Punktlasten umleiten. Am häufigsten wird es bei First- und Gerbergelenken oder bei Auflagerschuh eingesetzt. Als weitere Entwicklung stellte er das Produkt GSA-LMV vor. Hier handelt es sich um eine Montageverbindung, um Biegemomente zu übertragen. Vorteilhaft ist der sehr hohe Wirkungsgrad, der erreicht werden kann. Während reine Fichte (ohne Laubholzverstärkung) 80 Prozent Leistung des unversägten Trägers bringt, kann mit dem zusätzlichen Einsatz von Laubholz beinahe die 100-prozentige Leistung zurückgewonnen werden. Es eignet sich besonders auch für Rahmenecken, bei einem ausgeführten Beispiel konnte eine Kräfteumleitung von fast 85 Prozent erreicht werden.

### «Aus der Portokasse bezahlt»

In seinem Vortrag über das «House of Natural Resources» berichtete Professor Andrea Frangi über das Leuchtturmprojekt aus Holz an der ETH Zürich. Eigentlich handelt es sich um ein Bürogebäude, bei dem sechs Professoren ihre Forschungs-

projekte direkt am Bau realisieren. Zu den Gesamtkosten von rund sechs Millionen Franken für das rund 20 mal 20 m messende Objekt meinte Frangi trocken: «Das bezahlt die ETH aus ihrer Portokasse.» Mit Witz und Charme erläuterte er auch die trockenen technischen Fakten.

Der Skelettbau besteht aus einem Stützenraster (6,5 mal 6,5 m) aus Eschenholz, der eine beliebige Anordnung von Innen- und Aussenwänden ermöglicht. Damit werden grossflächig transparente Fassaden und flexible Grundrisse möglich. Vorgespannte Holzträger mit Laubholzverstärkung – Esche und Fichte – bilden die Tragstruktur, biegesteife Knotenverbindungen mit Vorspannung halten die Holzrahmenkonstruktion aus Brettschichtholz. Die 38 mal 38 cm messenden Stützen seien ein bisschen überdimensioniert, denn sie würden eigentlich für einen achtgeschossigen Baukörper ausreichen. Tatsächlich bestehen aber nur die zwei obersten Geschosse aus Holz, die beiden unteren wurden aus Stahlbeton erstellt. Die vorgespannte Konstruktion sei sehr vielversprechend für Erdbebengebiete, da sie sich auch bei grösseren Verformungen immer wieder zurück in die Ausgangslage bewege. Weitere Vorteile seien der einfache Aufbau mit hohem Vorfertigungsgrad, die Möglichkeit der schnellen Montage auf der Baustelle und damit die Wirtschaftlichkeit der Konstruktion.

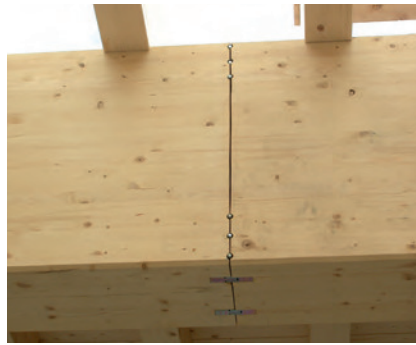
### Eine vorteilhafte Konstruktion

Die Holz-Beton-Verbunddecken stellen eine weitere Innovation dar. Andrea Frangi bemerkte dazu, dass er seine Doktorarbeit zu diesem Thema verfasst hatte, und bekannte: «Ich bin ein Fan von Holz/Beton.» Dabei wird der Beton auf der Druck-, das Holz auf der Zugseite verwendet. Mit einer derartigen Konstruktion könnten zahlreiche Vorteile herausgeholt werden, wie etwa erhöhte Tragfähigkeit und Steifigkeit, beim Brandschutz und der Akustik sowie beim Schwingungs- und Verformungsverhalten. Es handelt sich um Buchenplatten von 6,5 m Länge, 50 cm Breite bei rund 4 cm

Stärke. Einerseits dienen sie als Schalungselemente, andererseits als Armierung. Eine mechanische Verzahnung mittels Kerben verbindet die Werkstoffe. Um den Rahmen gleichmässig zu belasten, sind die Holzplatten im Schachbrettmuster verlegt, darauf liegt eine 16 cm dicke Betonschicht. So besitzen die Verbunddecken ähnlich gute Trageigenschaften wie Stahlbetondecken.

### Das erste ETH-Holzhaus

Anfänglich hätte die Schulleitung die Konstruktion aus Holz zwar abgelehnt, ständiges Nachfragen durch die zukünftigen Benutzer habe dann aber bei den Verantwortlichen einen Stimmungswechsel ausgelöst. Augenzwinkernd meinte er, dass die Entscheidungsträger wohl gesehen hätten, dass der Standort in einer fernen Ecke am Rand des Campus so unspektakulär sei, dass, wenn etwas schiefginge, niemand davon Notiz nähme. Auch wäre man sich wohl bewusst geworden, dass dies nicht nur das erste Holzgebäude auf



*Hohe Stützenlasten bei Unterzügen und mehrgeschossigen Holzbauten werden mit «GSA-LISTE» übernommen.*



*Der Skelettbau des ETH-Holzhauses besteht aus einem Stützenraster (6,5 mal 6,5 m) aus Eschenholz.*

dem Campus sei, sondern dass das Objekt selbst als Forschungsprojekt diene. Zudem soll das «House of Natural Resources» als Demonstrations- und Informationsobjekt für Studierende, Planer, private und öffentliche Bauherren und für die gesamte Baubranche dienen.

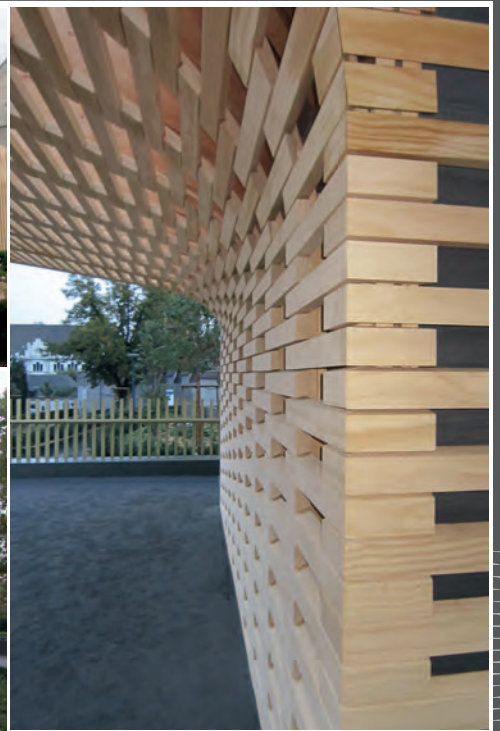
Nicht nur der Baustoff des Gebäudes

ist mit Holz nachhaltig. Nach seiner Fertigstellung soll der Bürotrakt mit einer adaptiven Solarfassade Energie erzeugen. Derzeit ist das Projekt noch in der Bauphase, läuft alles nach Plan, soll im kommenden Mai das Personal der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) einziehen.

**Thomas Staenz**

## Ihre Anforderungen – unsere Lösung!

☝ GSA®-Technologie & Brettschichtholz - eine Einheit, die verbindet



Pavillon Stadtgarten, Zug, Baujahr 2013 · L x B 14.4 m 11.7m  
Architekten · Ramseier & Associates Ltd. · Zürich

- Holzleimbau
- Engineering für Holzbau
- CNC-Abbund
- Holz-Membran-Hallen

**n' H** Obsestrasse 11  
CH-6078 Lungern  
Tel. +41 41 679 70 80  
Fax +41 41 679 70 59  
neue Holzbau AG holzbau@neueholzbau.ch

