KIT Holzbau und Baukonstruktionen

Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine
Leitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Blaß

Holzbauexkursion

“Holzbau in Deutschland“

17. Mai - 20. Mai 2016

Vorwort

Vom 17. Mai bis 20. Mai 2016 besichtigten wir, eine Gruppe von Studenten des 6. bis 10. Semesters, im Rahmen der Pfingstexkursion des Lehrstuhls für Holzbau und Baukonstruktionen Produktionsstätten sowie Bauwerke rund um das Thema „Holz“. Die Route führte von Karlsruhe quer durch Baden-Württemberg nach Cleebronn zum Erlebnispark Tripsdrill bis nach Lorsch zur Firma Alnatura über Eisenach, Gießen und fast bis Bonn.

Hierbei hatten wir die Möglichkeit Einblicke in die Produktion gängiger Produkte des Ingenieurholzbaus zu erhalten. Aber auch die Produktion eines neuen Holzwerkstoffs stand auf dem Plan, der dem Ingenieurholzbau bei richtiger Anwendung neue Perspektiven verspricht.

Natürlich standen auch diesmal ausgesuchte Holzbauwerke auf dem Programm. Der Besuch zeigte uns die technischen Möglichkeiten des Werkstoffes Holz, aber auch seine Grenzen und Schwächen. Diese Einblicke haben dazu beigetragen das Verständnis der Teilnehmer für die Eigenheiten des Holzbaus zu vertiefen.

Unser Dank gilt den nachfolgend aufgeführten Personen, beziehungsweise Mitarbeitern der Firmen und Institutionen, die uns herzlich aufgenommen, uns informative und interessante Einblicke in ihre Arbeit gegeben und sich Zeit für unsere Fragen genommen haben:

Frau Rombach; Firma Rombach Holzbau

Herr Portmann; Erlebnispark Tripsdrill GmbH & Co. KG

Eule Gmünder Wissenswerkstatt

Herr Schall und Herr Krieg; Forstpavillon Schwäbisch Gmünd (Dieter-Paul Pavillon)

Herr und Frau Schaffitzel; Firma Schaffitzel Holzindustrie GmbH + Co. KG

Herr Hassan; Firma Pollmeier Massivholz GmbH & Co.KG

Herr Grimminger; Hohensolmser Schloss

Panarbora-Park

Frau Beck; Alnatura Produktions- und Handels GmbH

Teilnehmer

Simon Aurand
Michael Baier
Arne Barz
Armin Bernt
Christian Bertram
Camilo Bueno
Sebastian Egner
Kira Frey
Julia Fritz
Karena Goossens
Christina Hagenmeyer
Tim Heller
Hannes Hirsch
Hannah Kobbelt
Nico Landsgesell
Johannes Lilienkamp
Pascal Mahler
Sedegh Maleki
Marcel Mott
Simon Niefenthaler
Robin Pfefferkorn
Cristian Schillinger
Tanja Schmidt
Marina Walter
Lukas Windeck
Maximilian Ziegler

Begleitpersonen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Blaß

Dipl.-Ing. Nico Meyer

Dipl.-Ing. Yvonne Steige

Programm

Dienstag, 17. Mai

Abfahrt am KIT

Besichtigung der Firma Rombach Holzbau mit Ihrem Innovation NUR-HOLZ Konzept

Besichtigung des Erlebnisparkes Tripsdrill insbesondere der Holzachterbahn

Mammut

Übernachtung in der Jugendherberge in Hohenstaufen

Mittwoch, 18. Mai

Besichtigung der Eule Gmünder Wissenswerkstatt

Besichtigung des robotisch gefertigten Forstpavillons Schwäbisch Gmünd (Dieter-Paul Pavillon)

Besichtigung der Firma Schaffitzel Holzindustrie GmbH + Co. KG

Übernachtung in der Jugendherberge in Eisenach

Donnerstag, 19. Mai

Besichtigung des Herstellungsprozesses der BauBuche der Firma Pollmeier

Massivholz GmbH & Co.KG

Besichtigung des aufwendig sanierten Solms-Hohensolmser Schlosses

Übernachtung in der Jugendherberge in Wetzlar

Freitag, 20. Mai

Besichtigung des Baumwipfelpfades im Naturerlebnisparks „Panarbora“

Besichtigung des Holz-Hochregallagers der Firma Alnatura Produktions- und Handels GmbH

Rückfahrt nach Karlsruhe

Besichtigung von Rombach Holzbau und Rombach Bauholz + Abbund GmbH

Informationen zum Unternehmen

Die Firma Rombach wird 1934 als Zimmererbetrieb gegründet und heute mittlerweile in der dritten Generation geführt. In den 90er Jahren kommt es zur Gründung einer Zweitfirma, Rombach Bauholz + Abbund und damit zur Grundsteinlegung für den Abbund und die industrielle Fertigung im Holzrahmenbau. Der derzeitige Geschäftsführer, Ralf Rombach, entwickelte zusätzlich das Vollholzsystem „NUR-HOLZ“, welches komplett auf Kleber und metallische Verbindungsmittel verzichtet. Seit 2014 ist eine halbautomatisierte Fertigungsstraße für „NUR-HOLZ“-Elemente in Betrieb. Mit dieser werden jährlich im Zweischichtbetrieb ca. 6000 m³ Holz verarbeitet. Dagegen befindet sich die Brettstapelproduktion mit ca. 1000 m³ Holz pro Jahr noch im Aufbau und soll in den kommenden Jahren stark gesteigert werden.

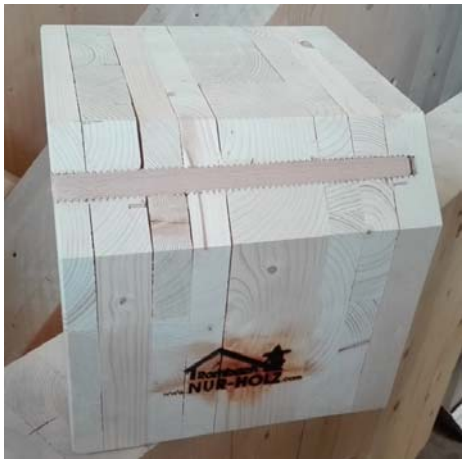

Bild 1: Ausgelegtes Wandelement vor der Verdübelung links und NUR-HOLZ-Block mit aufgesägter Buchenschraube rechts

Bericht aus dem Unternehmen

Unser erstes Ziel der diesjährigen Exkursion führte uns zu Rombach nach Oberharmersbach. Bei einem Rundgang durch die Produktionshallen wurden uns erst die klassische Abbundanlage und der Holzrahmenbau nähergebracht. Mit den drei Hun-

degger Abbundanlagen werden jährlich ca. 6000-7000 m³ Holz verarbeitet. Die CNC-gesteuerten Maschinen erlauben hier das präzise Herstellen von Verbindungen wie Schwalbenschwanzverbindungen oder auch die Einarbeitung von Stahlbauteilen. Neben dem klassischen Abbund produziert Rombach hier auch Brettstapeldecken mit denen bei kleinen Deckenhöhen sehr große Spannweiten realisiert werden können. Die Entwicklung der Maschinen, die zur Herstellung der Brettstapel verwendet werden, wird von Rombach selbst entwickelt. Die hochkant stehenden Lamellen werden miteinander verspannt. Im ersten Schritt werden daraufhin die Löcher für die Buchenholzschrauben vorgebohrt. Diese verlaufen nicht alle parallel sondern in einem spitzen Winkel zueinander um eine gute Steifigkeit des Bauteils zu gewährleisten. Im nächsten Schritt wird ein Gewinde eingepresst. Das Besondere daran ist, dass das Gewinde nicht geschnitten, sondern lediglich verdrängt wird. Im letzten Herstellungsschritt werden die von der Firma Rombach hergestellten Buchenschrauben eingedreht. Durch die geringe Holzfeuchte der Schrauben – sie beträgt lediglich 4-5 % – und das vorher verdrängte Holz, bildet sich durch das Aufquellen des Holzes eine feste Verbindung. Der große Unterschied zu herkömmlichen Holzdecken auch Sperrholzelementen ist, dass die Holzstapeldecken lediglich in eine Richtung tragen.

Bild 2: Beispiel eines Holzstapels

Danach ging es in die 2014 errichtete, vollautomatische Fertigungsstraße für NUR-HOLZ Elemente. Hier konnte man deutlich sehen, wie viel Handarbeit in den einzelnen Elementen steckt. Zuerst werden kreuzweise Lamellen mit einfachen Holzdübeln aneinander fixiert, zukünftige Türen und Fenster werden dabei direkt ausgespart, um den Verschnitt zu minimieren. Das Holz für die Lamellen kommt aus dem Hoch-

schwarzwald und weist eine gute Qualität, vor allem wegen der geringen Ästigkeit, auf. Danach werden vollautomatisch Holzgewindestangen aus Buche eingedreht. Pro Quadratmeter befinden sich etwa 20 solcher Holzschrauben. Die Firma Rombach hat die Vollgewindeschrauben selbst entwickelt und produziert sie in den eigenen Werkshallen. Das Rohmaterial, möglichst hochwertiges Buchenholz, wird von der Firma Pollmeier Massivholz GmbH & Co.KG bezogen. Aus je einem Buchenbrett werden im ersten Arbeitsschritt drei Dübelstäbe gefertigt in die im Anschluss das Gewinde eingefräst wird. Durch das Aufquellen der Holzschrauben, wie oben beschrieben, nach dem Eindrehen in die Elemente bilden sie eine feste Verbindung mit dem umliegenden Holz. Die hochwertigereren und längeren dieser Holzgewindestangen werden in der Brettstapelproduktion eingesetzt. Die Kürzeren finden im Tafelbau ihre Anwendung. Durch die Verbindung der einzelnen Holzlagen untereinander können neben der Kernlage auch alle weiteren stehenden Brettlagen statisch angerechnet werden.

Durch die kreuzweise Verdübelung im ersten Arbeitsschritt sind verschiedenste Formen denkbar: Von „normalen“ rechteckigen Wänden bis zu runden Formen und Torbögen kann alles hergestellt werden. Die fertigen Elemente werden nach den Plänen beschriftet und in der Werkshalle bis zur Abholung gelagert.

Sind alle Elemente eines Hauses fertig, können sie verladen werden: Gehen die Häuser nach Übersee, beispielsweise nach Japan, werden sie im Werk direkt in einen Container verladen. LKWs können direkt in die Halle fahren, um beladen zu werden. Nach einem Beladungsplan findet jedes Teil, je nach Zeitpunkt des Einbaus im Haus, seinen Platz auf dem LKW.

Bild 3: Fertige NUR-HOLZ Wandelemente

Der asiatische Markt, besonders in Japan, ist stark am Wachsen. Die Elemente bieten durch die nachgiebigen Verbindungen eine hervorragende Erdbebensicherheit. Im Geschäftsjahr 2015 gingen 40 % der 120 hergestellten Häuser ins Ausland, 60 % wurden nach ganz Deutschland geliefert.

Die Herstellung von NUR-HOLZ Produkten aus möglichst regionalem Holz ist zudem nicht nur günstig, sondern schützt auch das Klima. Durch die Vermeidung von langen Transportwegen sowie von Leim und Verbindungsmitteln aus Stahl wird auf das gesamte Wandelement gesehen eine Menge CO_2 eingespart. Der Einsatz von Holz als CO_2-neutraler Baustoff verbessert die Energiebilanz weiter.

Simon Aurand, Lukas Windeck, Christian Schillinger

Besichtigung der Holzachterbahn „Mammut“ im Freizeitpark Tripsdrill

Einleitung

Zum zweiten Mal besuchte das KIT den ältesten Vergnügungspark Deutschlands: Tripsdrill. Besonders interessant für die Holzbau-begeisterten Studierenden war die Holzachterbahn „Mammut“, die uns deswegen vom Besitzer des Erlebnisparks persönlich vorgestellt wurde.

Zusätzlich zu einigen Achterbahnen aus Stahl wurde die Holzachterbahn 2008 eröffnet. Da sich eine Holzachterbahn sehr viel besser in die Landschaft einfügt und diese nicht wesentlich teurer als eine Stahlachterbahn ist, entschied man sich damals gegen eine Konstruktion aus Stahl und für eine Achterbahn aus Holz. Die Thematik des Holzes zieht sich durch den gesamten Themenbereich der Achterbahn: Der Weg zur Achterbahn führt durch ein altes Sägewerk und der Besucher kann im Wartebereich verschiedenste historische Holzbearbeitungstechniken und –werkzeuge sehen.

Daten und Fakten

Bauzeit	Sep. 07 - Apr. 08
Förderkapazität	800 Personen pro Stunde
Verbaute Hölzer	70.000 Stück
Anzahl Einzelfundamente	950
Anzahl der Verbindungsmittel	1.000.000 Schrauben
	2.000.000 Nägel
Höhe	30 m
Fahrstrecke	860 m
Maximalgeschwindigkeit	90 km/h
Lebensdauer	50 Jahre
Baukosten	7.000.000 €

Material

Für die Achterbahn wurde imprägniertes Kiefernholz verwendet. Ein Holzbauunternehmen aus Hannover fertigte die Hölzer zu einem etwas höheren Preis, im Gegenzug zu einer besseren Qualität, als die konkurrierenden, billigeren amerikanischen Unternehmen. Ein wichtiger Punkt bei der Materialbearbeitung war, dass das deutsche Unternehmen die Kesseldruckimprägnierung der Hölzer erst nach dem Fertigen, CNC gesteuerten und daher einen sehr genauen Abbund vornahm und so keine ungeschützten Holzflächen entstanden. Insgesamt wurde die Achterbahn aus 70.000 einzelnen Hölzern gebaut, die insgesamt auf 950 Einzelfundamenten aus Stahlbeton stehen. Die Fundamente wurden dabei vom parkeigenen Bautrupp gefertigt.

Bild 4: Holzachterbahn "MAMMUT"

Die hohe Qualität der Hölzer kann der Fahrgast bei seiner Achterbahnfahrt selbst erleben. Für eine Holzachterbahn hat die „Mammut“ eine sehr geräuscharme Fahrt. Bei vergleichbaren Objekten treten bereits nach wenigen Jahren starke „Klappergeräusche“ auf.

Konstruktion

Damit das Holz nicht in direktem Kontakt mit dem Boden steht wurden die Fundamentpunkte über eine Stahlblech-Holz-Verbindung ausgeführt (siehe Bild 5). Die einzelnen Streben wurden dazu über U-Profile mit einem einzelnen Bolzen verbunden. Die gesamte Konstruktion ist ein räumliches Fachwerk. Dabei wurden die einzelnen Verbindungen der Hölzer hauptsächlich mit Holzschrauben hergestellt.

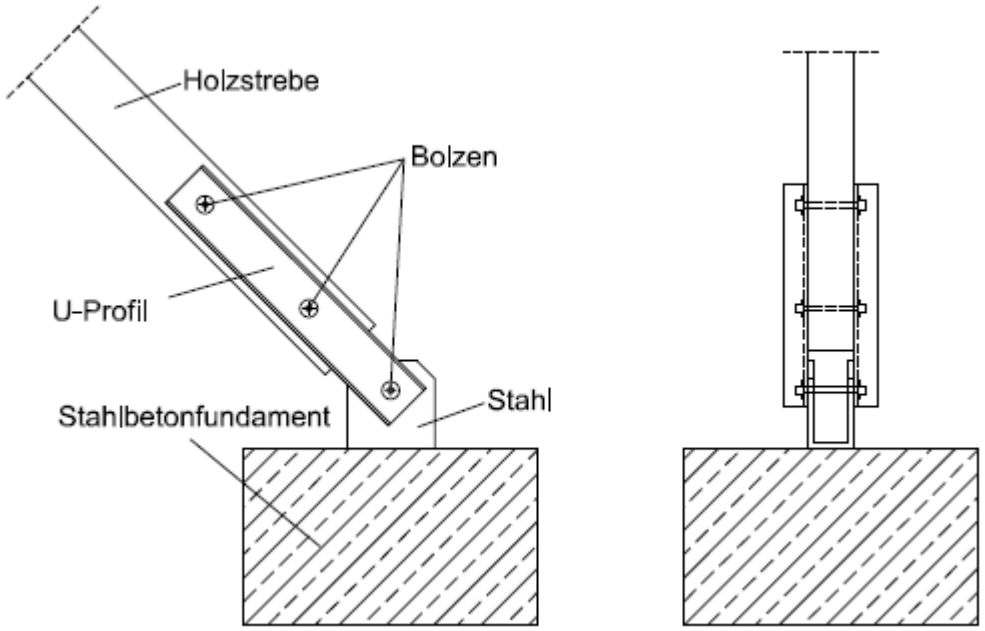

Bild 5: Anschluss Holzstrebe an Fundament

Der Fahrbahnträger selbst wurde aus einem vernagelten und damit nachgiebig verbunden Träger aus einzelnen Brettern hergestellt (siehe Bild 6). Fahrbahnträger aus BSH wären sehr viel aufwändiger gewesen, da eine doppelte Krümmung dazu nötig gewesen wäre.

Die Schienen bestehen aus zwei Stahlblechen, die auf der Ober- und Innenseite der Fahrbahnträger befestigt wurden. Um ein ruhigeres Fahrverhalten zu gewährleisten, wurden die Räder der Bahn aus Gummi und nicht aus Stahl ausgeführt.

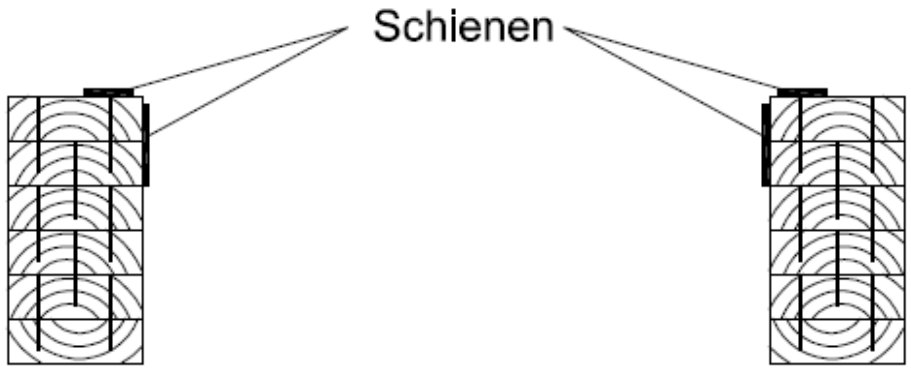

Bild 6: Nachgiebig verbundene Träger

Instandhaltung

Jeden Tag wird die Bahn von einem Zimmermann auf Fehler und Schwachstellen kontrolliert. Die durch dynamische Belastungen gelockerten Schrauben und Bolzen werden nachgezogen und Nägel wieder eingeschlagen. Dabei müssen auch vereinzelt Hölzer ausgetauscht werden. Eine umfassende Wartung findet einmal jährlich im Sommer statt, wenn das Holz trocken ist.

Durch diese Instandhaltungsmaßnahmen ist es möglich, die Achterbahn für bis zu 50 Jahre zu nutzen. Die älteste in Betrieb befindliche Stahlachterbahn im Park ist im Vergleich dazu 30 Jahre alt.

Fahrerlebnis

Nachdem wir über die Konstruktion und das Material Holz aufgeklärt wurden, war es an der Zeit die Achterbahn zu testen. Davor wurde noch erklärt, wie die Planung einer Achterbahn abläuft. Bevor man sich Gedanken macht, wie die Achterbahn auszusehen hat, überlegen sich die Planer ein „Drehbuch“ mit allen „Attraktionen“, die der Besucher auf seiner Fahrt erleben soll. Somit entstehen dann die Ideen für Kurven, Parabeln und Loopings. Steht einmal das Drehbuch, kann mit der genauen Planung der Achterbahn begonnen werden.

Uns gefiel das Fahrerlebnis so gut, dass die Achterbahn gleich zweimal getestet wurde. Auch Besucher aus aller Welt kommen nach Tripsdrill, um Achterbahn zu fahren und sich im Freizeitpark zu vergnügen. Für Gäste von weiter her gibt es inzwischen das „Natur-Resort“, bestehend aus einer Gruppe von Baumhäusern, das sich direkt neben dem Erlebnispark befindet. Auch hier wurde wieder der Holzbau als Konstruktionsart gewählt und zeigt wie wichtig dieser Rohstoff für den Park ist und wie gut er bei den Besuchern anzukommen scheint.

Karena Goossens, Robin Pfefferkorn, Maximilian Ziegler

Gmünder Eule

Den zweiten Tag unserer Exkursion begannen wir in Schwäbisch Gmünd bei der Eule Gmünder Wissenswerkstatt.

Die Gmünder Eule ist eine Werkstatt in der Kinder und Jugendliche für Technik begeistert werden sollen, um so das Interesse der Nachwuchskräfte von morgen möglichst früh, für den naturwissenschaftlich-technischen Bereich, zu wecken. Das Angebot der Gmünder Eule richtet sich an alle Altersklassen.

Für uns interessant war das Zusammenspiel der drei Gebäude des Standorts als Gesamtkonstruktion. Den ersten Teil bildet ein historisches Backsteingebäude, das nun als Verwaltungsbau dient. Den zweiten Teil, die eigentliche Werkstatt, bildet ein Neubau in Holz-Skelettbauweise. Als zusätzlicher Veranstaltungsraum dient ein über 100 Jahre alter ehemaliger Güterschuppen der Bahn.

Der verbindende zweite Gebäudeteil war ursprünglich als Bauwerk aus Seecontainern geplant. Sowohl wirtschaftliche als auch bauphysikalische Vorteile sprachen allerdings für einen Holzbau. Die ursprüngliche Idee, mit den Seecontainern einen Bezug zum Bahnhofsgelände herzustellen, gelang dabei ebenso mit dem kubischen Baukörper des Neubaus in Holz.

Um den Brandschutz sicherzustellen wurden sämtliche Stahlteile mit einem Brandschutzanstrich versehen. Die Fluchtwege werden durch einen Gebäudekern aus Stahlbeton realisiert, welcher ebenso zur Aussteifung des Gebäudes herangezogen wird.

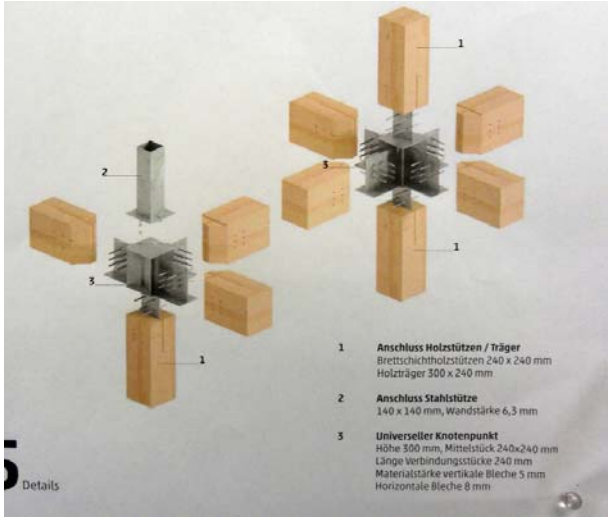

Bild 7: Konstruktionszeichnung Knotenpunkte links und Detailaufnahme Knotenpunkt rechts

Bild 8: Historischer Güterschuppen

Tanja Schmidt, Nico Landsgesell, Arne Barz

Forstpavillon

Die zweite Station in Schwäbisch Gmünd führte uns zum Forstpavillon auf dem Landesgartenschaugelände. Der Pavillon ist mittlerweile, nach seiner Erstnutzung als Präsentationsfläche der Forst BW auf der Landesgartenschau 2014, Teil der Wissenswerkstatt und stellt für diese die Verbindung zwischen Natur und Technik dar. Er wird im Moment als grünes Klassenzimmer und Vortragsraum genutzt.

Bild 9: Außenansicht

Der Forstpavillon zeigt die Möglichkeiten der digitalen Planung und robotischen Fertigung von Holzleichtbaukonstruktionen. Er entstand im Rahmen des Verbundforschungsprojekts „Robotik im Holzbau“ an der Universität Stuttgart.

Der Forstpavillon besteht aus einer robotisch gefertigten gerade einmal 50 mm starken Holzschalenkonstruktion aus Buchenfurniersperrholz. Mit einer Schalenfläche von 245 m² und äußeren Abmessungen von ca. 17 m x 11 m x 6 m (L x B x H) bietet der Forstpavillon eine Nutzfläche von ca. 125 m² und ein Raumvolumen von 605 m³. Die gesamte, sehr dünne Schale konnte aus gerade einmal 12 m³ Holz hergestellt werden (Universität Stuttgart, 2014). Die Konstruktion dieser Schale geschah nach Vorgabe einer geometrischen Grundform komplett rechnergestützt. Eine speziell für diese Anwendung entwickelte Software erstellte sowohl Fertigungs- als auch Montagepläne.

Als biologisches Vorbild für die Plattenstruktur und deren Verzahnung diente das Plattenskelett von Seeigeln. Die hierdurch gegebenen komplexen geometrischen

Formen der 7600 verschiedenen Zinkenverbindungen konnten nur durch die CNC gesteuerte Vorfertigung und einen nachfolgenden Industrieroboter hergestellt werden. Der Abbund der 243 Plattenbauteile dauerte dabei gerade einmal 3 Wochen.

Bei den Verbindungen orientierte man sich an klassischen Holzverbindungen, den Fingerzinken. Diese werden in der Konstruktion nur durch zusätzliche, schräg eingebrachte Vollgewindeschrauben verstärkt.

Die Außenhülle besteht aus Lärchen - Dreischichtplatten, welche aufgrund ihrer unterschiedlichen Form auch auf einer CNC Anlage gefertigt wurden und auf einer Mindestwärmedämmung montiert sind.

Um die dauerhafte Standsicherheit der neuartigen Konstruktion sicherzustellen und weitere Erfahrungen zu sammeln wird diese regelmäßig genauestens mittels Laserscannern vermessen und untersucht. Dabei zeigten sich bis jetzt maximale Verformungen von weniger als zwei Millimetern.

Bild 10: Außenansicht

Bild 11: Außenkonstruktion der Lärche

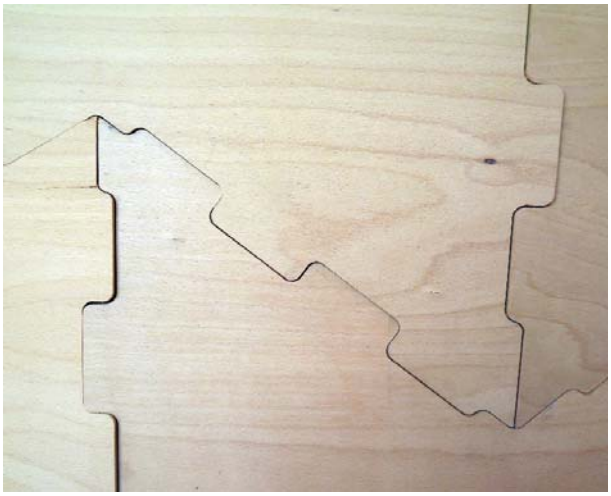

Bild 12: Konstruktive Schale im Innenraum links und Verbindungsdetail rechts

Tanja Schmidt, Nico Landsgesell, Arne Barz

Schaffitzel – Bauen mit Holz und Ideen

Nach Besichtigung der Holzbauten der Landesgartenschau 2014 in Schwäbisch Gmünd besuchten wir am zweiten Tag unserer Exkursion die Firma Schaffitzel in Schwäbisch Hall.

Das Unternehmen

Das familiengeführte Unternehmen wurde 1910 als Sägewerk gegründet. Nach 1945 zur Bau- und Möbelschreinerei sowie Zimmerei ausgebaut, wurde 1958 der erste BSH-Binder, damals noch mit Schraubzwingen, hergestellt. Heute zählt das Unternehmen mit einer jährlichen Produktion von etwa 8000 m^3 Brettschichtholz zu einem der führenden Holzbauunternehmen Deutschlands.

Das Tätigkeitsfeld umfasst neben der Herstellung von Brettschichtholz, den Hallen-, Brücken- und Kreativbau. Als Beispiel für Letzteres sei hier der Baumwipfelpfad Panarbora in Waldbröl genannt, den wir im Rahmen der Exkursion ebenfalls besuchen durften.

Die Planung findet im zugehörigen technischen Büro statt. Von den insgesamt 64 Mitarbeitern des Unternehmens tüfteln hier drei Ingenieure und fünf Konstrukteure bzw. Zeichner an den Holzkonstruktionen von morgen.

Nach Ankunft im Werk berichtete uns Herr Schaffitzel zunächst über die Geschichte des Unternehmens und führte uns über das Außengelände. Hier finden sich, neben ausreichend Platz zur Lagerung des frischen Schnittholzes, auch zwei Trockenkammern. Bevor die angelieferten Bretter zu Brettschichtholz verarbeitet werden können, müssen sie technisch getrocknet werden. Jede Trockenkammer besitzt eine Kapazität von jeweils 65 m^3 und wird alle vier Tage beschickt. Bei einer Temperatur von 78°C und anschließender Konditionierung (Angleichung der Feuchteverteilung im Querschnitt) bei 65°C wird die Ausgleichsfeuchte von 22-24% auf etwa 11% reduziert. Die dazu notwendige Wärme wird aus der thermischen Verwertung der Holzabfälle aus der Produktion erzeugt.

2013 wurde eine neue Produktionsanlage gebaut. Die dazu notwendige Halle ist konsequenterweise ein Holzbau. Besonders interessant sind hier die eingespannten Holzstützen, die neben der Aufnahme der vertikalen Lasten auch die Aussteifung der Halle übernehmen. Die Füße der Stützen sind mit Epoxidharz beschichtet und binden in die Fundamente ein.

Brettschichtholzherstellung

Nach ausgiebiger Stärkung, gesponsert durch das Unternehmen Schaffitzel, ging es dann weiter zur Produktion. Mittels Roboter werden die Bretter in den Produktionskreislauf gebracht. Am Anfang steht hier die Sortierung mittels maschineller Bestimmung der dynamischen E-Moduln. Außerdem werden Bereiche größerer Äste oder ungünstiger Astansammlungen von einem Mitarbeiter markiert und anschließend vollautomatisch herausgetrennt. Die einzelnen Bretter werden dann durch Keilzinkung mit Polyurethanklebstoff zu Endloslamellen verbunden, welche anschließend auf die benötigte Länge abgesägt werden. Zur Herstellung der BSH-Bauteile laufen die Lamellen durch die Beleimungsanlage. Auf diese Weise wird ein gleichmäßiger Leimauftrag erreicht. Verwendet werden Melamin- und Resorcinharzklebstoffe. Im manuell verstellbaren Pressbett (siehe Bild 13 links) können dann gerade und gekrümmte Träger bis zu einer Länge von 45 m hergestellt werden. Zum Abrichten der Träger steht ein drehbarer Hobel mit einer Breite von 2,3 m bereit.

Abbund

In einer weiteren Halle konnten wir beobachten, wie die Ränder der großen Träger in Handarbeit zugesägt wurden. Auch alle weiteren Schritte des Abbundes werden hier von den Zimmerern vorgenommen. Verstärkungen mit eingedrehten Gewindestangen werden eingebracht und Verbindungen werden vorbereitet. Am Ende stehen die fertigen Bauteile, die einen reibungslosen und schnellen Aufbau auf der Baustelle gewährleisten.

Bild 13: Pressbett links und automatische Aufgabe der Bretter rechts

Bild 14: Zur Auslieferung bereite Fußgängerbrücke

Michael Baier, Arne Barz. Nico Landsgesell

Besichtigung des Buchensägewerkes der Firma Pollmeier und Führung durch die BauBuche Herstellung

Was ist Pollmeier?

Die Firma Pollmeier betreibt Laubsägewerke und hat ihren Sitz im thüringischen Creuzburg. Sie ist Produzent von Buchenfunierschichtholz (BauBuche).

Was haben wir dort gemacht?

Der Besuch bei der Firma Pollmeier war am dritten Tag unserer Exkursion und begann mit einer Führung durch das Sägewerk und die Produktionshallen und endete mit einem gemeinsamen Mittagessen.

Was haben wir gesehen?

Die Firma Pollmeier ist die größte Firma im Bereich der Laubholzverarbeitung. Unsere Führung begann mit dem ersten Produktionsschritt der BauBuche Herstellung. Die angelieferten Stämme werden zunächst für 48 Stunden in ein Wasserbad gelegt, bevor sie geschält und zu Furnier verarbeitet werden. Das Furnier hat eine Dicke von 3,5 mm. Anschließend werden die Furniere mit Kleber bestrichen und aufeinander gestapelt. Diese Stapel werden gepresst um dann wiederum in Streifen gesägt zu werden, die dann wiederum aufeinander geklebt und verpresst werden. So entstehen Träger, die eine sehr hohe Festigkeit aufweisen. Es können Festigkeiten erreicht werden, die mit Brettschichtholz niemals erlangt werden könnten (GL70).
Eine andere Anwendung der Furnierbretter sind Platten, die für den Möbelbau verwendet werden können und die durch ihr einzigartiges aussehen sehr interessant sind.
Zusätzlich zum Vertrieb von BauBuche verkauft die Firma Pollmeier auch Vollholzprodukte und andere Plattenwerkstoffe aus Holz.

Was nehmen wir mit?

Durch die Verwendung von Buchenholz statt dem üblichen Nadelholz deckt die Firma Pollmeier einen neuen Bereich der Nutzung unserer Wälder ab. Buchenholz war

bisher für das Bauwesen immer eher uninteressant. Durch die Entwicklung von Buchenfurnierschichtholz kann diese Nische ausgenutzt werden.

Bild 15: Aufgabe der angelieferten Buchenstämme in die Weiterverarbeitung links und fertiges Produkt: Möbel aus BauBuche rechts

Hannah Kobbelt, Marina Walter, Johannes Lilienkamp, Marcel Mott

Besichtigung des Solmser Schlosses in Butzbach

Erbaut 1479 vom Grafen von Solms-Lich beinhaltet der zweistöckige Rechteckbau des Solmser Schlosses einen 650 Jahre alten Dachstuhl. Dieser, ganz aus Eiche und in Zimmermannsbauweise errichtete, umfasst knapp 40 Prozent des Gebäudegesamtvolumens und wurde einst als Fruchtspeicher genutzt. Wir besichtigten das Schloss sowie den Dachstuhl und wurden durch den heutigen Besitzer Herrn Grimminger begeistert über die Geschichte und die aufwendig durchgeführten Instandsetzungsmaßnahmen informiert.

Der Gebäudekomplex grenzt an die ehemalige Stadtmauer der Gemeinde Butzbach an. Einst verlief sogar der Wehrgang der Stadtmauer durch das Gebäude. Dieser ist bis heute erkennbar. In der früheren Geschichte wurde die Gemeinde nie gewaltvoll eingenommen oder erobert. Dieser Tatsache ist vermutlich unter anderem zu verdanken, dass das Solmser Schloss bis in die heutige Zeit überlebte.

Über 130 Jahre hinweg war das Amtsgericht der Stadt in dem Bau ansässig. Doch trotz einer ausgiebigen Nutzung in diesen Jahren wurde das Gebäude nie aufwendig Instand gesetzt und Renovierungsarbeiten wurden nur partiell durchgeführt. Nach 5-jährigem Leerstand nahm sich 2008 Herr Grimminger schließlich der längst nötigen Renovierung an.

Die Renovierungsarbeiten dauerten knapp 3 Jahre. In dieser Zeit wurde der Keller freigeräumt und trockengelegt. Blau- und Schwarzschimmel wurden von den Kellerwänden entfernt und einer erneuten Schimmelpilzbildung durch Einbau von Feuchtigkeits-Messfühlern, Flächenheizungen in Boden und Wänden sowie einer modernen Lüftungsanlage entgegengewirkt. Inzwischen sind die Kellerräume wieder vollständig nutzbar und Schauplatz für Theaterstücke.

Die Restaurierung der Gebäudefassade gestaltete sich zeitaufwendig und nervenaufreibend, da das Gebäude unter Denkmalschutz steht und viele mitspracheberechtigte Parteien, unter anderem die Denkmalschutzbehörde, sich auf eine gemeinsame bauliche Lösung einigen mussten. Inzwischen erscheint das Schloss in „altem“ Glanz. Die längst abgetragene Putz-Opferschicht wurde durch neuen Putz ersetzt,

wodurch die jahrelang sichtbaren Gebäudemauern nun wieder vor äußeren Umwelteinflüssen geschützt sind. Insgesamt wurde während der gesamten Renovierung auf die Erhaltung der vorhandenen Bausubstanz geachtet.

Doch nun zur Sanierung des Dachstuhl – der für uns spannendste Teil des Gebäudes:
Die Sanierung wurde in klassischer Balkenkopfsanierung durchgeführt. Auf drei Zwischenebenen, von denen zwei zugänglich sind, sind insgesamt 200 Dachbalken und Dachsparren verbaut. Aufgrund von Pilzbefall mussten knapp 190 davon an den Kopfenden saniert werden. Dies wurde durch Ausklinken der schadhaften Stellen und Ersetzen durch passgenaue Hölzer erreicht. Rissbildung wurde durch Anordnung von Vollgewindeschrauben entgegengewirkt. Die Dämmung wurde außenliegend angebracht und der Dachinnenraum durch Holzoberflächen, angeordnet zwischen den Fachwerkhölzern, ausgekleidet. Somit bleibt für heutige Besucher der ehemalige Charme des Dachstuhls erhalten und die Eichenkonstruktion sichtbar.

Inzwischen wird der Dachstuhl für Veranstaltungen genutzt und somit der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Bild 16: Das Instand gesetzte Solmser Schloss links und Dachstuhl rechts

Baumwipfelpfad Panarbora

Am Freitag, unserem letzten Exkursionstag, besuchten wir den Baumwipfelpfad im Naturerlebnispark Panarbora in Waldbröl, im Bergischen Land.

Auf einem stillgelegten Kasernengelände wurde ein Naturerlebnispark errichtet, dessen größte Attraktion der Baumwipfelpfad mit seinem 40 m hohen Aussichtsturm ist. Passend zur Umgebung wurde das Bauwerk größtenteils aus Holz errichtet.

Idee und Konzept

Im Jahr 2007 begannen die Planungen, 2014 war Baubeginn und im August 2015 konnte der Baumwipfelpfad schließlich eröffnet werden. Die Baukosten beliefen sich auf 2,1 Mio. Euro. Insgesamt wurden 550 m³ Brettschichtholz, 210 m³ Fichtenholz, 4100 m² Fichten-Dreischichtplatten und 200 t Stahl verbaut.

Bauherr war das Deutsche Jugendherbergswerk (Landesverband Rheinland). Geplant wurde die Anlage durch das Architekturbüro Ahrens & Eggemann, die Statik rechnete das Ingenieurbüros Miebach und Harrer Ingenieure. Die einzelnen Bauteile wurden vom Unternehmen Schaffitzel aus Schwäbisch Hall gefertigt und montiert.

Die Anlage gliedert sich in drei Teile: Den 1200m langen Baumwipfelpfad, den 40m hohen Aussichtsturm mit einem Durchmesser von 12 m und das 20 m lange, doppelstöckige Zugangsbauwerk, das beide Teile über eine Straße hinweg verbindet.

Als Besucher wird man zunächst über die Außenwendel des Turmes auf die Höhe des Übergangsbauwerkes geführt, über das man den Baumwipfelpfad-Rundweg erreicht. Auf dem Weg sind sieben Plattformen verteilt, an denen die Besucher auf unterschiedliche Art und Weise über die Natur und vor allem den Wald informiert werden. Durch das abfallende Gelände erreicht man schnell die Höhe der Baumwipfel ohne große Steigungen auf dem Weg zu haben und diesen damit barrierefrei zu gestalten. Die Besucher erreichen so bequem eine Höhe von 24 m über dem Boden.

Bild 17: Übersicht über die Gesamtanlage (Abbildung: Schaffitzel)

Statisches System

Das Zugangsbauwerk ist als Trogbrücke ausgeführt. Dabei bilden die oberen Geländer die Hauptträger. An die Brücke ist noch eine Gehbahn in Holz-Stahl-Bauweise angehängt. Getragen wird das 20 m überspannende Zugangsbauwerk von mehreren Stahlportalrahmen, die mit Holz verkleidet wurden und gleichzeitig als Aussteifung für das Zugangsbauwerk dienen.

Der darauf folgende Pfad besteht aus Deckbrückensegmenten mit einer maximalen Länge von 18 m. Aufgelagert sind diese auf Dreibockstützen, welche aus Brettschichtholzträgern bestehen. Die Aussteifung der Stützen erfolgt wie die des Turmes über Zugstahlstreben und Druckrohre.

Bild 18: Anschlussdetail Druckrohr links und Turm von innen rechts

Der Turm ist das wohl aufwändigste statische Element des Bauwerks. Er besteht aus insgesamt 24 BSH-Stützen aus der Sortierklasse GL 32c. Die 24x72 cm großen Stützen sind auf dem Untergrund gelenkig gelagert. Aus Stabilitätsgründen sind die Stützen in zwei konzentrischen Kreisen angeordnet. Die äußeren 12 Stützen enden auf ca. 2/3 der Turmhöhe.

Die Gehbahn ist auf zwischen den Stützen montierten Stahlträger aufgelegt. Diese Stahlträger sind im oberen Drittel des Turmes als Kragarm ausgeführt. Die einzelnen Stützen sind über Stahl-Zugbänder und Druckstreben miteinander verbunden.

Die Aussichtsplattform ist zur Reduzierung der Schwingungsanfälligkeit aus einem biegesteif verbundenen Stahlträgerrost hergestellt.

Montage

Sämtliche Einzelteile wurden im Werk von Schaffitzel komplett mit Belag und Geländer vorgefertigt. Insgesamt wurden 26 Brücken- und 167 Turmaufstiegselemente hergestellt.

Die Montage geschah mit je einem Team am Turm und am Baumwipfelpfad, sodass das gesamte Bauwerk innerhalb weniger Wochen errichtet werden konnte.

Für die Montage waren zwei Kranstandorte nötig. Eingesetzt wurde ein 350 t-Kran.

Konstruktiver Holzschutz

Um eine hohe Langlebigkeit des Gebäudes zu erreichen wurde auf den konstruktiven Holzschutz bei allen tragenden Bauteilen geachtet.

Die vertikalen Holzstützen des Turmes sind komplett mit Dreischichtplatten verkleidet, die als Opferschicht dienen. Es ist eine sehr wirtschaftliche Lösung, weil die Verkleidung aus einem unedlen Material besteht. Die Oberseite der Stütze ist mit einer Blechhaube bedeckt, um das Eindringen vom Regenwasser zu vermeiden.

Die horizontalen tragenden Bauteile, die eine freie Oberfläche haben, werden auch mit der schon genannten Dreischichtplatte verkleidet. Die Bauteile, die den Weg tragen und keinen direkten Kontakt mit dem Regen haben, werden nur durch eine Folie auf der Oberseite bedeckt. Somit wird der Kontakt mit dem Wasser vermieden, das durch die Platten des Weges fließt.

Brandschutz

Die ganze Konstruktion ist mit einer 30-minütige Feuerwiderstandsdauer ausgerüstet. Um einen ausreichenden Brandschutz zu gewährleisten, wurden alle tragenden Holzbauteile auf eine 30 minütige Brandeinwirkung geprüft. Für die Brücke gab es allerdings keine Anforderungen, da der Weg zwei unabhängige Rettungswege besitzt. Wenn einer versagt, steht immer noch der andere Weg zur Verfügung. Die tragenden Bauteile aus Stahl wurden auf der Unterseite mit einer Holzschicht versehen, um ein Versagen im Brandfall zu verzögern.

Es wurden auch ganz bestimmte Brandszenarien im Voraus bei der Planung berücksichtigt. Für den Fall einer Brandlegung am Fußpunkt einer Stütze wurde z.B. das Gelenk mit einem Anstrich versehen, der die Feuerwiderstandsdauer des Stahls gewährleistet.

Bild 19: Der 40 m hohe Aussichtsturm links und Baumwipfelpfad auf Dreibeinstützen rechts

Simon Niefenthaler, Camilo Bueno, Armin Bernt

Besichtigung des Verteilzentrums der Firma Alnatura

Als letzter Programmpunkt der diesjährigen Holzbau-Exkursion durften wir das Verteilzentrum der Firma Alnatura in Lorsch besichtigen.

Zu Beginn erhielten wir in einem kurzen Vortrag einen Einblick in die Unternehmensstruktur und –geschichte, sowie in die logistischen Abläufe. Alnatura wirbt damit, beste Bio-Qualität in ästhetischer Anmutung zum günstigsten Preis anzubieten. Dafür vertreibt Alnatura im Trockensortiment insgesamt über 3.600 Artikel, darunter über 1.100 Eigenprodukte. Der Vertrieb erfolgt über Handelspartner und eigene Filialen mit insgesamt 5.000 stationären Verkaufsstätten in Deutschland und weiteren 3.300 in Europa. Die Distribution der Trockenwaren geschieht überwiegend zentral über das Verteilzentrum in Lorsch. Das Verteilzentrum bestehend aus einem Bürogebäude sowie einer Lagerhalle mit 21.000 m² und 18.000 Palettenstellplätzen und wurde 2009 in Betrieb genommen. 2014 erfolgte die Erweiterung in Form eines Hochregallagers mit 9.700 m² und 32.000 Palettenstellplätzen. Der ökologischen und nachhaltigen Unternehmensphilosophie folgend, wurde dieses komplett in Holzbauweise errichtet. Dabei setzte die Firma Alnatura neue Maßstäbe, da ein Hochregallager in diesen Dimensionen, komplett aus Holz erbaut, einmalig ist. Das Verteilzentrum hat einen täglichen Durchsatz von rund 1.600 Paletten, was ca. 50 LKW´s entspricht. Intern sind dafür bis zu 5.000 Palettenbewegungen nötig. Durchschnittlich alle 10 Tage ist der komplette Lagerbestand einmal ausgetauscht. Die Kommissionierung für die eigenen Filialen erfolgt händisch in der Bestandshalle. Die Bereitstellung der Waren für die Handelspartner wird vollautomatisch über das Hochregallager abgewickelt.

Nach dem Vortrag wurden wir durch das Verteilzentrum geführt und konnten dabei die Hallenkonstruktionen inspizieren. Die Bestandshalle besitzt eingespannte Fertigteil-Betonstützen mit einem Rastermaß von 12 m x 24 m. Als Hauptträger dienen Fischbauchträger aus Fichten-BSH. Die Nebenträger sind als Brettschichtholzträger mit geraden Gurten ausgebildet und mit Balkenschuhen an den Hauptträgern angeschlossen.

Bild 20: Dachkonstruktion der Bestandshalle

Das Hochregallager besitzt eine Größe von ca. 75 m x 120 m und eine Höhe von 17 m. Die Bodenplatte liegt dabei 3m unterhalb der Geländeoberkante. Somit weisen die Regalständer eine Länge von 20m auf. Die gesamte Regalkonstruktion ist selbsttragend und trägt zusätzlich die Gebäudehülle. Insgesamt gibt es 36 Regalreihen bestehend aus Regalständern aus Brettschichtholz (14 cm x 120 cm). Die Regalebenen bilden jeweils zwei über Verkämmungen angeschlossene Brettschichtholzträger (ca. 15 cm x 15 cm). Um ein Durchgreifen des Regalbediengeräts zu ermöglichen, konnten keine Aussteifungsverbände in Hallenlängsrichtung angeordnet werden. Deshalb griff man auf Aussteifungstürme aus mit Holzwerkstoffplatten beplankten Brettschichtholzständern am Ende jeder Regalreihe zurück. Die Aussteifung in Querrichtung wird durch die teilweise Einspannung der Brettschichtholzständer realisiert. Konstruiert und errichtet wurde das gesamte Hochregallager vom mittelständischen Unternehmen Kaufmann aus Tirol. Insgesamt wurden 5.000 Kubikmeter heimisches Lärchen- und Fichtenholz verarbeitet.

Als äußere Fassadenverkleidung wurde bei allen Gebäuden Lärchenholz verwendet. Geheizt bzw. gekühlt wird das Bürogebäude durch eine Geothermiepumpe, die Lagerhalle mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe und das Hochregallager mit Hilfe des anstehenden Grundwassers. Des Weiteren befindet sich auf dem Dach des Hochregallagers eine Photovoltaikanlage. Somit findet sich im allen Gebäudekonzepten der ökologisch nachhaltige Leitgedanke wieder.

Bild 21: Blick in das Hochregallager links und Luftbild des Hochregallagers im Bauzustand rechts

Pascal Mahler, Hannes Hirsch, Sebastian Egner