

Klebekonstruktion gänzlich ohne Stahlbauteile

Halle von Rubner Holzbau aus Brett- und Furnierschichtholz zur Erprobung elektronischer Geräte der Bundeswehr

Zur Erprobung elektronischer Geräte hat die Bundeswehr bei Firma Rubner Holzbau Deutschland eine reine Holzhalle in Auftrag gegeben, die frei von jeglicher Form von Stahl sowie magnetisierbarer oder elektrisch leitender Materialien zu sein hatte. Sowohl die Bewehrungen des Betons, als auch das verwendete Holz wurde entsprechenden Tests unterzogen. Zwar wurden zur Pressleimung an den Trägern tausende von Schrauben verwendet, diese mussten nach Aushärtung des Leims jedoch wieder entfernt werden. Selbst abgebrochene Schrauben wurden gesucht, was mittels Metalldetektor erfolgte, und anschließend ausgebohrt.

Jens Jamnitzky, Projektingenieur bei Rubner Holzbau mit Sitz in Augsburg, stellte das ungewöhnliche Projekt beim „Internationalen Holzbauforum“ (IHF) in Garmisch vor. Bei dem kam fast jede geläufige Holzverklebungsart zum Einsatz. Geplant wurde die etwa 75 m lange und 25 m breite Halle von den Architekten der Arge Putzhammer-Meier, Freilassing, zusammen mit dem Ingenieurbüro H13, München. Die Baubeschreibung der Bundeswehr nannte als entscheidende Anforderung an den gesamten Baukörper, dass ausschließlich metallfreie Baustoffe und Bauteile verwendet werden dürfen, die nicht elektrisch leitfähig und darüber hinaus nicht magnetisierbar sind. Unter anderem war seitens des

schen Leitfähigkeit sowie Magnetisierbarkeit (magnetische Suszeptibilität) prüfen zu lassen. Dies stand am Beginn der Planung, um ggf. auf Materialalternativen umzusteigen. Selbst für Holz und Holzwerkstoffe gab es zu Beginn keinen „Persilschein“ durch die Physiker der Bundeswehr, so Jamnitzky.

Als Ergebnis der Messungen musste die als Dämmung vorgesehene Steinwolle (Rohstoffe sind hier u.a. diverse Gesteine mit hoher magnetischer Suszeptibilität) gegen Glaswolle ausgetauscht werden. Letztlich wurden Materialproben zu allen eingesetzten Materialien inklusive Beschichtungen, Klebstoffe, Klebebänder, Primer, Folien, Vliese uvm. eingefordert und an das prüfende Institut geschickt.

elemente auf, die als geklebte und 2,50 m breite Tafeln konzipiert wurden. Ober- und unterseitige Furnierschicht-holzplatten mit 24 cm hohen Tragriegeln (ebenfalls aus Furnierschichtholz) formen 16 m lange und voll wärme-dämmte Elemente.

Die Kraftübertragung zwischen Binder und Dachelement erfolgt durch seitlich an die Binder bzw. unterseitig an die Elemente angeklebte sogenannte Druckriegel. Eine entsprechende Anordnung loser, nicht verschiebbarer Auflagerpunkte an den Fugen zwischen den Elementen sorgt einerseits für Kraftübertragung und vermeidet andererseits Zwängungen aufgrund von Feuchteänderungen. Angeklebte Klötzchen und Holznägel stellen die Lastübertragung und Halterung in Hallenquerrichtung sicher.

Die Längswände sind nach außen geneigt und werden über angeklebte Trag-hölzer in entsprechend geneigte Neben-stützen eingehängt. Die Nebenstützen sind wiederum mittels angeklebter Konsolen und eingeklebter Zwischenstücke an die Hauptstützen angebunden. Ihr Aufbau ist mit den Dachelementen identisch: beidseitige Furnierschicht-holzplatten werden mit Rippen und Riegeln aus Furnierschichtholz verklebt und ausgedämmt. Auch hier folgt unmittelbar die äußere Außenabdichtung,



In der 75 m langen und 25 m breiten Halle wird die Bundeswehr künftig elektronische Geräte testen. Fotos: Rubner Holzbau

und Wandelemente mit Übermaß bestellt und dann auf den eigenen Maschinen formatiert, um das Riegelwerk auf einer gesicherten Basis aufbauen zu können. Um keine Additionsfehler zu erhalten, gab es Dickenformatierungen und Schablonen. Mit Positionsbohrungen für Dübel konnten Teilquerschnitte passgenau zusammengefügt werden.

Verstärkung der BSH-Binder

Die Satteldachträger erhielten beidseitig eine Verstärkung durch aufgeklebtes, 27mm-Furnierschichtholz. Neben der Verstärkung in Faserquerrichtung puffern diese die auf die Binder einwirkenden Spannungen aufgrund von Feuchteänderungen. Pro Seite waren zwölf vorkonfektionierte Einzelplatten mit Resorzinharz auf die Brett-schichtbinder zu kleben, wofür das Verfahren der Schraubenpressklebung gewählt wurde. Da nach den Vorgaben keine Schrauben in den Bauteilen verbleiben durften, waren nach Aushärtung der Klebefuge alle Schrauben auch wieder herauszudrehen. Auch für den Fall, dass eine Schraube abreißen sollte, war eine Vorgehensweise abzustimmen.

Der normenkonforme Schraubenabstand von 12 cm x 12 cm ergab, dass für die Schraubenpressklebung je Binder-seite etwa 3600 Schrauben im richtigen Abstand zueinander positioniert, eingedreht und später wieder entfernt werden mussten: bei 21 Bindern also 42-mal.

Die Produktionsverantwortlichen leimten sich hierzu einen dünnen Dummy-Träger, der mit Ausnahme der Breite die gleichen Abmessungen wie die Satteldachbinder aufwies, zerschnitten diesen entsprechend den Verklebungsbereichen der einzelnen Arbeitsschritte und nutzten ihn als Schablone und Druckverteilerplatte. Nach dem Aushärten der Klebefuge und der Entfernung von Lastverteiler und Schrauben wurden die Binder auf der Plattenbearbeitungsanlage nochmals formatiert.

Komplexe Stützen mit geschützten Füßen

Herstellungsbedingt waren die Stützen sicherlich die komplexesten Bauteile. Aufgrund des Querschnitts von 48 x 54 cm waren die Stützen nach Produktion der Brett-schicht-holz-Einzelteile mit einer Blockverklebung herzustellen. Zwei Teilquerschnitte wurden dabei mit einem fugenfüllenden Phenol-Resorzinharz zu je einem Stützenquerschnitt verklebt. Nachgeschaltet wurden die seitlichen Hölzer für die Gabellagerung der Binder ebenfalls per Blockverklebung ergänzt. In der Regel konnten in einem Pressgang zwei Stützen mit je zwei Gabeln verbunden werden. Die Gabelbauteile hatten ihrerseits zuvor – ebenfalls per Blockverklebung – eine 10 cm starke, seitliche Aufdopplung mit Aussparungen für Kabeldurchlässe und für die Verkeilung der Binder erhalten.

In einem letzten Blockverklebungsdurchgang wurden schließlich die Konsolenhölzer aufgeklebt. Aufgrund der



Ein Bauwerk komplett frei von Stahlteilen, welches die derzeitige Leistungsbreite der Verklebungstechniken im Holzbau verdeutlicht.

Bauherm vorgeschrieben, die ggf. für Schraubpressleimungen erforderlichen Schrauben wieder vollständig zu entfernen.

Weitere Anforderungen an den Hallenbau bezogen sich auf die Temperaturen und Feuchtebelastungen im Innenraum. So war in der Halle ganzjährig eine Mindestlufttemperatur von 5°C einzuhalten. Teile des Hallenbodens sollten während ihrer Nutzung künstlich beregnet werden dürfen, lautete eine weitere Anforderung an das Gebäude, so dass die Planer von einem entsprechenden Feuchteanfall auszugehen hatten.

Die Gründungsbauteile bestehen aus Beton mit einer Bewehrung aus glasfaserverstärkten Kunststoffstäben. Sämtliche tragende Bauteile wurden als Fertigteile geplant und ausgeführt. Die oberirdischen Bauteile wurden mit Holz und Holzwerkstoffen umgesetzt. Dazu spannten die Zimmerleute 48 x 54 cm starke Brett-schicht-holzstützen in die Köcherfundamente, die anschließend vergossen wurden. Auf den Stützen ruhen Satteldachträger aus Brett-schicht-holz, welche die gesamte Hallenbreite überspannen. Die im First etwa 2,30 m hohen und 28 cm breiten Satteldachträger wurden in der Festigkeitsklasse GL28h ausgeführt; sie

die mit der Dachabdichtung identisch gewählt wurde. Als Verbindungsmittel wurden ausschließlich Holznägel, Klebstoff und Kunstharzpressholz sowie Kraftübertragung durch Formschluss gewählt. Das Gebäude wurde in Nutzungsklasse 2 eingestuft.

Die Ausführungsplanung hatte das Ziel, alle Dimensionsänderungen der verwendeten Holzwerkstoffe aus Quellen und Schwinden zuzulassen, ohne gleichzeitig die statische Tragfähigkeit zu gefährden. Bei der Tragwerkskonzeption wurden definierte Schwan-kungs-breiten der Holzfeuchte zu Grunde gelegt. Entsprechend wurden besondere Anforderungen an die Genauigkeit bei der Herstellung sowie für die Einbaufeuchten der Holzbauteile gestellt und diese im Leistungsverzeichnis verankert.

Die zulässigen Bautoleranzen wurden beschränkt und die Grenzabmaße auf 50% reduziert. Dies betraf die Bauteile ebenso wie die bei der Montage einzuhaltenen Grenzabweichungen. Für einzelne Fälle gab es zusätzliche Beschränkungen, denn die geplanten Anschlüsse und Verbindungen (vorgebohrte Nagellöcher, kraftschlüssiges Ineinandergreifen) würden nur wenige Abweichungen verzeihen.

Um den Genauigkeitsanforderungen Rechnung zu tragen, bezog das für die Produktion verantwortliche Team diese Anforderungen in die Produktionsplanung stets mit ein. Während man bei den maschinell abgeordneten Bauteilen auf Basis einer 3D-Werkstattplanung für die Endmaße und für die Lage und Abstände von Löchern usw. keine Schwierigkeiten erwartete, begegnete man den Toleranzen der zu verarbeitenden Holzwerkstoffe vorsichtiger.

So wurden beispielsweise die inneren Furnierschicht-holzplatten der Dach-



An die Stützen geklebte Holzgabeln sichern die Satteldachträger in ihrer Position.



Mittels Schraubenpressklebung werden Furnierschicht-holz-Platten auf den Satteldachträgern befestigt.

Aus den oben angeführten Anforderungen leitete sich ab, alle Baumaterialien vorab hinsichtlich ihrer elektr-

erhielten beidseitig eine Verstärkung durch aufgeklebtes Furnierschichtholz. Auf den Satteldachträgern liegen Dach-

planerisch geforderten Randbedingungen - Konsolenabmessungen, Lamellenorientierung, Faserrichtung, vorspringende Laschen für die Holznagelverbindung - besteht die unterste und größte Konsole allein aus zehn blockverklebten Einzelquerschnitten. Mit CAD-geplanten und maschinengebohrten Holzdübellöchern wurde die korrekte Positionierung der Bauteile zueinander sichergestellt und ein Verrutschen beim Aufbringen des Pressdrucks vermieden. Der Pressdruck wurde mittels Stahljochen aufgebracht.

Dach- und Wandelemente

Die Wand- und Dachelemente bestehen aus Rippen, welche in Furnierschichtholz ausgeführt sind, die beid-seits mit Furnierschichtholzplatten verklebt sind. Bei den Dachelementen sorgen Querrippen für Stabilisierung und teils auch für die Durchleitung von Kräften. Unterhalb der inneren Platten sind die sogenannten Druckriegel angeordnet, die für die Aussteifung der Halle eine wichtige Rolle spielen. Auch diese waren mit der Innenschale der Elemente zu verkleben. Weitere unterseitig anzuklebende Bauteile kamen im Vordachbereich hinzu.

Während die Längsrippen zu verkleben waren, bestand diese Forderung nur für definierte Querrippen. Andere konnten mit Steckdübeln aus Holz lageseichert eingebaut werden. Dies brachte Vorteile für den Einbau der feuchtevariablen Dampfbremse und für den Leimauftrag auf die Rippen mit sich. Weitere Steckdübel halfen auch hier bei der Positionierung. Entstandene Hohlräume, die mit der normalen Gefächdämmung nicht geschlossen werden konnten, wurden mit zusätzlichen kleinen Streifen Dämmung aufgefüllt.

Auf Grund der Anforderungen an die metallfreie Ausführung wurden die Elemente noch im Werk mit Metalldetektoren geprüft. Hineingeratene Metallteile o.ä. sollten nicht erst auf der Baustelle oder im Bauwerk entdeckt werden. Wegen der hohen Empfindlichkeit der Detektoren mussten die Elemente hierfür bis auf etwa Kopfhöhe aufgebockt werden, um Störungen durch die Bewehrung der Bodenplatte zu reduzieren und ein interpretierfähiges Ergebnis zu erhalten.

Bauvorhaben mit komplexem Anforderungsprofil

Die Genauigkeit war gerade für die Ausführenden ein wichtiges Ziel und Schlüssel zum Erfolg. Nachlässigkeiten wollte und konnte man sich bei den vielen auf Passung und Verklebung beruhenden Anschlüssen zum Stecken und Hineinrutschen nicht leisten. Moderne Technik und findige Lösungen waren hier im Umgang mit den Werkstoffen und deren Eigenschaften gleichzeitig gefragt.

Für sich genommen bedeuteten die einzelnen Verklebungen im Rahmen dieses Projektes keine wirklich neue