Messe Stuttgart: »Trick 17« für Halle 10

Besondere Dachkonstruktion in Holzbauweise kombiniert mit Stahl – Gebäudebreite von 100 m überbrückt

Die neue Halle 10 mit dem Namen Paul-Horn-Halle ist die erste Halle der Messe Stuttgart, bei der für die Dachkonstruktion Holz statt Stahl verwendet wurde. Optisch hat man sie an die Form der bestehenden Hallen angepasst. Sie ist jedoch erheblich breiter als ihre Vorgänger, was im Hinblick auf die begrenzte Fertigungslänge von BS-Holz-Trägern ein besonderes tragwerksplanerisches Konzept erforderte.

ie Neue Messe Stuttgart, direkt gegenüber des Stuttgarter Flughafens, wurde 2007 in Betrieb genommen. Der Erfolg dieses Großprojekts übertraf bereits bald die erwartete Besucher- und Ausstellerfrequenz, sodass eine Vergrößerung der Ausstellungsflächen erforderlich wurde. Die Erweiterung der Messe um einen Neubau, die Halle 10, liegt mit einer Größe von etwa 14.500 m² Ausstellungsfläche zwischen den Standardhallen mit 10 000 m² und der Hochhalle im Osten mit 25 000 m2.

Die architektonische Komposition der Messe, die bereits im Wettbewerbsentwurf als Kammstruktur mit beidseitigen Erschließungen angelegt war, wird durch die Erweiterung zu Ende geführt: Der bislang fehlende "fünfte Finger" wurde im Süden ergänzt, und der Eingang in der zentralen Achse - analog zum Eingang Ost – aufgewertet. Die Messe wurde damit geometrisch kom-

Der Entwurf der neuen Halle mit dem zurückversetzten, konkav geschwungenen Dachaufsatz ist vor allem architektonisch bedingt, aber zu guter Letzt auch tragwerksplanerisch von den Möglichkeiten des Holzbaus abgeleitet. Nach unterschiedlichen Entwürfen kamen die Architekten schließlich zu dem Ergebnis, der neuen Halle ein ähnliches Aussehen zu geben wie den bestehenden mit den geschwungenen Dächern.

Das Problem bei der Formfindung lag

vor allem darin, dass der 165 m lange Hallenneubau statt der sonst 70 m Gebäudebreite eine Breite von rund 100 m haben sollte. Gleichzeitig standen dafür aber 30 % weniger Budget zur Verfügung, was es nicht erlaubte, eine ähnliche Ausführung wie bei den bisherigen Hängedächern in Betracht zu ziehen. Außerdem wünschte die Bauherrin für ihre "Corporate Events", bei denen die Hallen besonders geschmückt werden, eine "Konstruktion mit warmer Ausstrahlung", woraus sich die Idee ergab, eine Holzkonstruktion zu reali-

Maximale Fertigungslänge für BS-Holz-Träger beeinflusst Entwurf

Einen limitierenden Faktor für ein Dachtragwerk aus Holz stellten bei dieser Gebäudegröße allerdings die Spannbetten für die Herstellung entsprechend Dachbinder aus schicht(BS)-Holz sowie die Transportmöglichkeiten dar; die meisten Spannbetten ermöglichen jedoch nur Längen bis maximal 52 m. Diesen Aspekt hatte der Entwurf zu berücksichtigen, was bei einer Hallenbreite von 100 m natürlich eine Einschränkung bedeutete.

Hinzu kam außerdem, dass die Bauherrin auf keinen Fall eine Mittelstützenreihe wollte, um eine freie Einteilung der Halle für Messen und sonstige Events zu gewährleisten. So ergab sich



Visualisierung der neuen Halle 10 (Paul-Horn-Halle) mit aufgeständertem und zurückgenommenem Dach. Während an den höhenversetzten Übergängen der beiden Dächer großzügige Glasfassaden für eine natürliche Belichtung der Halle sorgen, sind die Fassaden überwiegend geschlossen gehalten. Grafik: Wulf Architekten

die Positionierung der Stützen hauptsächlich daraus, wo sie unter Berücksichtigung der Anordnung der Gänge bei Messen am wenigsten stören.

Nach einem längeren Entwurfs- und Vordimensionierungsprozess der Planer kristallisierte sich als Tragsystem für die Halle eine Mischkonstruktion heraus. So besteht das Hallendach aus drei voneinander abhängigen Teilkonstruktionen: zwei spiegelbildlich angelegte, 17,5 m breite Seitenschiffe in Stahlbauweise und einem darauf aufsetzenden Mittelschiff in Holzbauweise. Die Seitenschiffe bestehen aus Einfeldträgern (l = 17,5 m) auf zwei Stützen mit nach oben geknickten Kragarmen zur Hallenmitte hin.

Die Randstützen in der Fassade sind unter jedem Einfeldträger (e = 6,75 m) der Seitenschiffe angeordnet. Die innere Hauptstützung dagegen bildet ein

Abfangträger auf einer reduzierten Zahl von Innenstützen. An diesen hat man die Einfeldträger und abgeknickten Kragarme biegesteif angeschlossen. Auf den oberen Kragarmenden wiederum liegt ein weiterer, deutlich kleinerer Lastsammelträger (RO 508 × 20) auf, der die Holzkonstruktion des Mittelschiffs trägt. Diese Stahlkonstruktion aus Einfeldträger und Kragarm mit Anschluss für die Dachbinder wurde fachsprachlich als "Gerberette" (Gerberträger) bezeichnet.

Mit den 45° nach oben geknickten Kragarmen konnte nun die Spannweite zwischen den Hallen-Innenstützen von 65 m auf knapp 48 m zwischen den Kragarmenden verringert, also eine Spannweitenverkürzung von 8,50 m je Seite erreicht werden. So stand dem Einsatz von BS-Holz-Trägern nichts mehr im Wege.

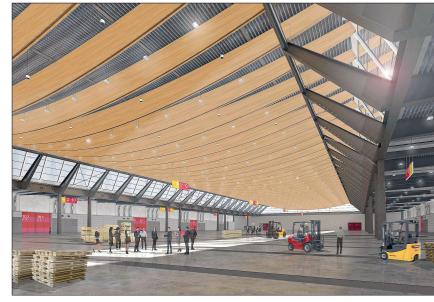
Bogenbinder als Hauptträger mit zwei Kragarmen konzipiert

Die hölzerne Dachkonstruktion über dem Mittelschiff bilden schließlich 47 BS-Holz-Bogenbinder (GL32c) im Achsabstand von 3,375 m. Um sie mit einer abgewickelten Länge von 49,50 m über die stählernen Kragarmenden hinaus zu verlängern, schließen beidseitig knapp 9,65 m lange BS-Holz-Kragarme an. Diese sind an den konsolenartig ausgeklinkten Enden der Bogenbinder aufgelegt und angeschlossen; eine sichtbare Fuge markiert die Teilung. Durch die Abstützung dieser Kragarme auf den schlanken Stahlprofil-Pfosten der 8 m hohen Glasfassade ergibt sich als untergeordnetes Tragsystem wiederum ein Einfeldträger (l = 4,45 m) mit Kragarm

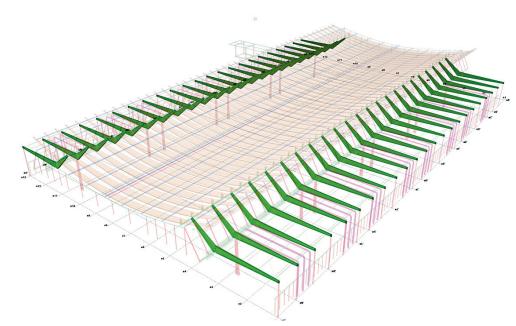
Fortsetzung auf Seite 261



Fotomontage der komplettierten Messe Stuttgart, bestehend aus Luftaufnahme und Visualisierung der neuen Paul-Horn- Aufständerung und die dahinter liegenden Glasfassaden optisch zu schweben Fotomontage: Wulf Architekten/Hajo Dietz scheint.



Die Visualisierung zeigt die Holzdachkonstruktion des Mittelschiffs, die durch die Fotomontage: Wulf Architekten



Isometrie des Tragwerkskonzepts: BS-Holz-Bogenbinder im Abstand von 3,375 m überspannen das Mittelschiff der 165 m langen und 100 m breiten Paul-Horn-Halle. Stählerne Einfeldträger mit abgeknickten Kragarmen (grün) (e = 6,75 m) auf Stützen bzw. Abfangträgern auf Stützen dienen als Grafik: Boll und Partner



Die Bogenbinder sind dreiteilig ausgeführt: Der Hauptbinder überspannt das Feld zwischen den Lastsammelträgern und wird beidseitig durch BS-Holz-Kragarme ergänzt. Mit einer (unterseitigen) Abwicklungslänge von 49,50 m schließen die Hauptbinder an die stählernen Lastsammelträger an, die die Enden der geneigten Kragarme verbinden. Die knapp 9,65 m langen BS-Holz-Kragarme verlängern die Hauptbinder beidseitig über diese Auflager hinaus. Foto: Derix-Gruppe

Messe Stuttgart: »Trick 17« für Halle 10

Fortsetzung von Seite 260

(l = 5,19 m). Aufgrund des gelenkigen Anschlusses balancieren die Kragträger quasi auf den Fassadenpfosten.

Um eine optimale Trägerform bei gleichzeitig wirtschaftlichem Querschnitt zu erhalten, folgt die Form der 32 cm breiten Binder dem Momentenverlauf, weshalb sie nicht nur bogenförmig, sondern auch sichelförmig ausgebildet sind. Das heißt in Trägermitte, an der Stelle des größten Moments, sind sie mit 2,28 m am höchsten. Zu den Auflagern hin nehmen sie dann kontinuierlich auf eine Höhe von 1,40 m ab – jedoch nicht linear, sondern an der Un-

eingedrehte Vollgewindeschrauben in regelmäßigen Abständen von 1,60 cm wirken dem als Querzugsicherung ent-

Eine Pfettenlage aus HEA-Trägern, die über eingeklebte Gewindestangen in die Bogenbinder eingespannt sind, verbindet die Trägerschar im Abstand von etwa 7 m schließlich noch oberseitig und fixiert sie auf diese Weise gegen Verdrehungen und Verschwenkungen, die durch die temporär eingebaute Veranstaltungstechnik verursacht werden können. Die Einspannungen stellen außerdem sicher, dass die auf der Pfetten-



Die Bogen-Hauptbinder sind im halben Achsmaß der stählernen Gerberetten-Auskragungen angeordnet. Foto: Derix-Gruppe

Steckbrief Halle 10 – Paul-Horn-Halle, Messe Stuttgart

- ◆ Bauvorhaben: Halle 10 (Paul-Horn-Halle), Messe Stuttgart, 70629 Stuttgart, www.messe-stuttgart.de
- ◆ Bauweise: Ingenieurholzbau
- ♦ Baujahr: 2017
- Baukosten: etwa 65 Mio. Euro
 Bauherr: Projektgesellschaft Neue Messe GmbH & Co. KG, 70629 Stuttgart, www.messeerweiterung-stuttgart.de
- Planungsgemeinschaft Bau Neue Messe Stuttgart: Wulf Architekten GmbH und Adler & Olesch Landschaftsarchitekten GmbH
- Architektur: Wulf Architekten GmbH, 70174 Stuttgart, www.wulfarchitekten.com

◆ Landschaftsarchitektur: Adler & Olesch Landschaftsarchitekten GmbH, 90449 Nürnberg, www.adlerolesch.de

- ◆ Bauleitung: Jo Carle Architekten,
- 70182 Stuttgart, www.jocarle.de
 ◆ Tragwerksplanung: Boll und Partner Structural Engineers VBI
 GmbH & Co. KG, 70180 Stuttgart, www.boll-und-partner.de
- Holzbauer: Poppensieker & Derix GmbH & Co. KG, 49492 Westerkappeln, www.derix.de
- Stahlbauer: Arge "Neue Messe Stuttgart L4" Profil Stahl- und Metallbau GmbH Heinrich Rohlfing GmbH, 06917 Jessen/Elster

terkante entlang einer Bogenlinie, die sich aus drei verschiedenen Kreisbogen-Radien zusammensetzt. Die Oberkante dagegen folgt einem einzigen Radius. Analog dazu sind die 94 Kragträger ausgeführt. Sie verjüngen sich von 1,40 m Höhe auf knapp 30 cm. Diese Ausführung sparte ebenso Material und Gewicht wie Geld. Die abgewickelte, unterseitige Gesamtlänge der dreiteiligen Bögen kommt auf knapp 68,80 m; die auf den Grundriss projizierte Länge beträgt rund 67 m.

Eigengewicht und Zusatzlasten führen zu Binderform und -verstärkung

Bei der Querschnittsbemessung der Bogenbinder gab es zwei maßgebende Stellen: Die Feldmitte und die Viertelspunkte. In Feldmitte waren die Verformungen maßgebend, in den Viertelspunkten die Spannungskombination aus Moment und Querkraft.

Eine durchgehende Nut in der Unterseite jedes Trägers nimmt zudem ein Tförmiges Stahlprofil mit regelmäßiger Lochung auf. Die Profile dienen als Anschlagschienen für Veranstaltungstechnik und andere ausstellungsrelevante Gegenstände. Diese auf die Träger wirkenden, zum Teil großen Zusatzlasten erzeugen zusätzliche Zugkräfte in den unteren Trägerhälften. Unterseitig

lage verlegte Trapezblecheindeckung keine unplanmäßigen Kräfte aufnehmen muss.

Kreisrunde Durchbrüche für die Entwässerungsleitungen in den Tiefpunkten der Bogenbinder erforderten darüber hinaus eine weitere Trägerverstärkung mit eingeklebten Gewindestangen als Querzugsicherung rechts und links davon.

Anschluss Bogenbinder an Lastsammelträger und Bogenkragarme

Die Trägerenden der Bogen-Hauptbinder erhielten Anschlussbleche in Form einer Auflagerplatte mit zwei aufgeschweißten Schlitzblechen (d=4 cm). Sie greifen rund 90 cm tief in den Trägerquerschnitt ein und wirken wie eine Gabellagerung. Passbolzen und Stabdübel stellen die Verbindung her.

Als Gegenstück für den Anschluss dient ein auf dem Lastsammelträger aufgeschweißter Rohrabschnitt mit einer weiteren Auflagerplatte. Nach dem Positionieren der Bogen-Hauptbinder bei der Montage auf diesen "Stempeln" lassen sich die beiden Auflagerplatten, die dann unterkantenbündig in den Trägern liegen, von unten verschrauben.

kenden, zum Teil großen Zusatzlasten erzeugen zusätzliche Zugkräfte in der Holzdachkonden unteren Trägerhälften. Unterseitig auf dem konsolenartig geformten Bo-

genbinder aufgelegt und über eine eingeleimte Gewindestange an ihm angeschlossen bzw. lagegesichert werden. Zwei weitere Gewindestangen neben der vertikalen Fuge dienen der Querzugsicherung der Ausklinkung. Als Druckverstärkung wurden in den vertikalen und horizontalen Anschlussfugen Platten aus Bau-Furniersperrholz (BFU) eingesetzt.

Kombinierte BS-Holz-Querschnitte für optimale Materialeffizienz

Für die Bogenbinder wurde die Festigkeitsklasse GL32c gewählt. Das "c" darin steht für "kombinierten Querschnittsaufbau". Das heißt, die Binder wurden aus Lamellen verschiedener Sortier- bzw. Festigkeitsklassen verklebt, um das Material möglichst effizient auszunutzen. Dabei wurden am Zugrand wie auch am Druckrand Lamellen einer höheren Festigkeitsklasse eingesetzt als im Inneren.

Messehallen stehen in Erdbebenzone

Bei der Bemessung des Tragwerks spielten außerdem Erdbebenkräfte eine Rolle, denn die Messehallen stehen in der Erdbebenzone 1. Die zu berücksichtigenden Erdbebenkräfte waren sogar fünfmal so hoch wie die anzusetzenden Windkräfte, sodass Letztere im Vergleich eine eher zu vernachlässigende Größe darstellten.

Ausgesteift ist die Halle einerseits durch die in Köcherfundamente eingespannten Innenstützen und entsprechende Gründungsblöcke, andererseits durch Windverbände aus Stahlrundstäben und Gabelköpfen auf den Dächern der Seitenschiffe und den Hallenlängsseiten. Verbände in der Holzdachkonstruktion tragen ebenfalls zur Aussteifung bei.

Unten brandschutzbeschichtet

Alle Stützen der Stahlkonstruktionen sind F60-brandschutzbeschichtet. Alles oberhalb der Stahlkonstruktion, also das Holztragwerk, hatte keine Brandschutzanforderungen zu erfüllen. So galt für die Bogenbinder eine Feuerwiderstandsklasse von F0.

Montage mit Vorspannung für zwängungsfreien Anschluss

Um die Bogen-Hauptbinder weitgehend zwängungsfrei an die Lastsammelträger anzuschließen, galt es bei der Montage die stählernen Kragarme der Gerberetten-Konstruktion mit einem Hilfszug (und Betongewichten) "vorzuspannen", das heißt sie so weit herunterzuziehen, bis der Abstand zwischen den Kragarmenden so groß ist, wie der, der sich nach der Montage durch das Eigengewicht der Binder einstellen würde. Zu diesem Zweck hat man die Stahlkragarme überhöht hergestellt.

Das Herunterspannen nimmt also die Kragarmverschiebungen vorweg und erfolgte unter genauer Kontrolle der Verformungen. Dabei wurde der exakte Abstand der Kragarmenden gemessen; sobald er stimmte, wurden die Bogen-Hauptbinder eingehoben. Gleichzeitig hat man die Vorspannkraft so eingestellt, dass sie sich beim Auflegen um den Kraftanteil des Hauptbinders verringerte, es verblieb lediglich eine Restkraft für die Kragarme. So fand bei der Montage nur eine Umverteilung der Kräfte innerhalb des Systems statt, sodass sich die Gerberetten-Kragarme nicht bewegten.

Es folgten der Einbau der beiden Bogenbinder-Kragarme und das montagebegleitende sukzessive Zurückfahren der Kräfte in den Vorspanneinrichtungen. Zuletzt konnten die Spanngarnituren entfernt werden.

Die Montage erfolgte im rollierenden Prinzip: Mit vier Spanngarnituren konnten die ersten vier Bogenbinder angeschlossen werden. War der erste montiert, wurde die Spanngarnitur zur nächsten freien Achse versetzt, und so fort

Dieses Vorgehen ermöglichte eine reibungslose und schnelle Montage des hölzernen Dachtragwerks.

Sondertransport mit liegenden und verschraubten Bogenbindern

Abmessungen und Form der Bogenbinder erforderten spezielle Vorkehrungen beim Transport. So hat die Derix-Gruppe, das ausführende Holzbauunternehmen, jeweils vier Bogenbinder liegend und mit wechselnder Bogenausrictung vom Werk in Westerkappeln zur Baustelle nach Stuttgart transportiert.

Für die dazu erforderliche Steifigkeit mussten die Träger in regelmäßigen Abständen miteinander verschraubt werden, da beim Transport nur deren Enden auf den Chassis auflagen. Der Rest spannt frei dazwischen. Zu 1,28 m (4×32 cm) dicken "Pakete" zusammengespannt, war sichergestellt, dass die Binder nicht unzulässig weit durchhängen.

Im Januar 2018 bei größter Publikumsmesse eingeweiht

Die Paul-Horn-Halle, wie die neue Messehalle 10 getauft wurde – der Präzisionswerkzeughersteller Paul Horn aus Tübingen hat sich die Namensrechte an der Halle gesichert – war Ende 2017 planmäßig fertiggestellt worden. Die Einweihung erfolgte im Januar 2018 mit der "CMT", der weltweit größten Publikumsmesse für Tourismus und Freizeit. Die Premiere hat sie mit Bravour bestanden.

Dipl.-Ing. (FH) Susanne Jacob-Freitag, Karlsruhe



Ankunft auf der Baustelle: Vier Träger mit wechselnder Bogenausrichtung nach dem Abladen vom Transportfahrzeug. Foto: Derix-Gruppe



Die Haupt-Bogenbinder wurden liegend transportiert und lagen dabei nur vorne und hinten auf den Chassis auf. Die für den Transport zulässige Durchbiegung des frei spannenden Bereichs dazwischen wurde über eine Verschraubung der Träger erreicht.

Foto: Derix-Gruppe