

Neue Messe Hamburg



Der Senat der Freien und Hansestadt Hamburg hat im Januar 2003 den Ausbau und die Modernisierung der mitten in der Stadt gelegenen Hamburger Messe beschlossen. Sowohl für das rund 90 000 m² grosse Hallendach als auch für eine Fussgänger-Verbindungsbrücke konnte die Bauherrschaft von den Vorteilen einer Holzlösung überzeugt werden.

1

Die Verbindungspassage auf die andere Strassenseite stösst schräg durch die Fassade der Messehalle (Bild: Walter Pieper)

Messehallen

Nach einer Investorenausschreibung wurde ein städtebaulicher Wettbewerb ausgelobt. Diese Vorgehensweise erwies sich als echte Herausforderung, musste doch der durch den Juryentscheid prämierte Entwurf in das Budget der Investoren «eingepasst» werden. Das Siegerprojekt stammt von Ingenhoven und Partner aus Düsseldorf, der Tragwerksentwurf von Werner Sobek Ingenieure aus Stuttgart. Aus einer anfänglich reinen Stahlkonstruktion entwickelte sich eine kombinierte Holz-Stahl-Lösung.

Der Grundriss einer Halle von 76.80 m × 134.40 m ist unterteilt durch einen Raster aus Quadraten von 19.20 m Seitenlänge, gebildet durch einen Trägerrost aus unterspannten, stählernen Hohlkastenträgern (Bild 6). Die Stützenweite beträgt 38.40 m, im orthogonalen Wechsel hängen Querträger an Längsträgern. Darüber spannen sich Tonnengewölbe aus Brettschicht-holzbögen und die eigentliche Dachfläche aus Lignotrend-Holzelementen.

Alle Stützen sind als Pendelstützen ausgebildet, die Aussteifung des Gebäudes geschieht über die Dach-

konstruktion. Die horizontalen Lasten werden über die Tonnenschalen in die Stahlkonstruktion eingeleitet und dann weiter in Betonscheiben abgetragen, die sich etwa in der Mitte jeder Aussenwand befinden. Die ursprünglich geplante Übereck-Anordnung musste wegen zu hoher Kräfte aus Zwängungen und Temperaturverformungen verworfen werden.

Tragstruktur

Die Anforderungen an das Tragwerk sind hoch. So müssen alle Stahl- und Holztragelemente den Brandwiderstand F-30 erfüllen, die Dachelemente müssen zusätzlich schwer entflammbar sein und akustische Anforderungen erfüllen (Bilder 8 und 9). Der Messebetrieb verlangt Anhängelasten von 0.50 kN/m^2 sowie Einzelasten von 10 kN auf jeweils $2.40 \text{ m} \times 4.80 \text{ m}$. Die höchsten Ansprüche wurden aber durch den Entwurf selbst vorgegeben. Dieser sah unterspannte Stahlträger mit einer Spannweite von 38.40 m und einer statischen Höhe von lediglich 2.50 m vor – bei gleichzeitig «äusserst filigranem Erscheinungsbild». Um dieses Ziel zu erreichen, wurden insbesondere zwei Massnahmen getroffen: Werkseitig eingebaute Zugstangen zwängten die Obergurt-Hohlkästen ($600 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$) in eine Überhöhung und spannten damit die Zugstangen der Unterspannungen (mehnteilige Flachstähle) vor. Mit Ballast wurden die überhöhten Stahlträger dann auf dem Bau in die horizontale Lage gebracht. Somit konnte die rechnerisch ermittelte vertikale Verformung unter Vollast von 280 mm auf 120 mm ($L/320$) reduziert werden. Zweitens unterstützt die darüber liegende Tonnenschale die Stahlkonstruktion. Die Brettschichtholzteile sind also nicht nur «lose» aufgesetzt, sondern über zug- und druckfeste Anschlüsse mit der Stahlkonstruktion fest verbunden. Ebenso sind die Dachelemente linienfest an die Bögen und Längsträger angeschlossen (Bild 7). In der Tonnenschale entstehen Membranschnittkräfte, in den Brettschichtholzteilen grosse Normalkräfte. Die oben beschriebene Vorspannung der Stahlträger mittels Ballast wurde so eingestellt, dass die Holzkonstruktion im Montagezustand nahezu lastfrei ist. Die Membranschnittkräfte entstehen erst aus der weiteren Belastung, aus der Dacheindeckung, den Anhängelasten sowie aus Wind und Schnee. Im Tragverhalten ergänzen sich Stahl und Holz, und man kann die Konstruktion als echten Hybridbau bezeichnen.

Wie oben erwähnt steht die gesamte Halle auf Pendelstützen. Somit kommt dem Dach als aussteifender Scheibe eine erhöhte Bedeutung zu. Bei einer Hallenlänge von bis zu 134.40 m ist die horizontale Verformung auf $L/1000$ zu begrenzen. Der Stahlträgerrost ist hierfür nur in Ausnahmefällen in seiner Ebene horizontal durch einen Verband diagonal ausgekreuzt. Die Windlasten werden somit aus der Fassade in die Stahlrandträger eingeleitet und von dort in die Tonnenschalen weitergegeben. Auf Grund der Tonnenhöhe ergibt sich eine Exzentrizität zwischen der Lasteintragung und der aussteifenden Ebene (Tonnenschale), sodass zusätzliche Membranschnittkräfte entstehen.

Eine weitere strukturbedingte Anforderung ist die Ausbildung der so genannten Schirmmützen. Ursprünglich



war eine Auflagerung der schräg geneigten äusseren Vordachbögen auf den durch die Fassade durchstossenden Stahlträgern vorgesehen. Um diese grossen Kältebrücken zu vermeiden, wurden die jetzt freihängenden Schirmmützenbögen über die Tonnenschalen – einhergehend mit nun notwendigen biegesteifen Anschlüssen der Holzlängsträger – «zurückgehängt».

Holztragwerk

Das Holztragwerk besteht aus Brettschichtholzbögen im Querschnitt $160 \text{ mm} \times 440 \text{ mm}$ sowie Brettschichtholzlängsträgern im Format $120 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}$ bis $160 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}$ (Bild 5). Bis auf die oben genannten Bereiche der Schirmmützen sind die Anschlüsse untereinander auf Normal- und Querkkräfte ausgelegt. Der Anschluss der Längsträger erfolgt über eine Schlitzblech-Stabdübelverbindung. Im Normalbereich sind diese Verbindungen als durch den Bogenquerschnitt durchgesteckte Bleche ausgeführt, im hoch beanspruchten Bereich bzw. im Bereich der Schirmmützen erfolgt ein Übergang auf ein Sonderstahlteil. Diese Teile ermöglichen die Aufnahme hoher Schnittkräfte, und die Längs-

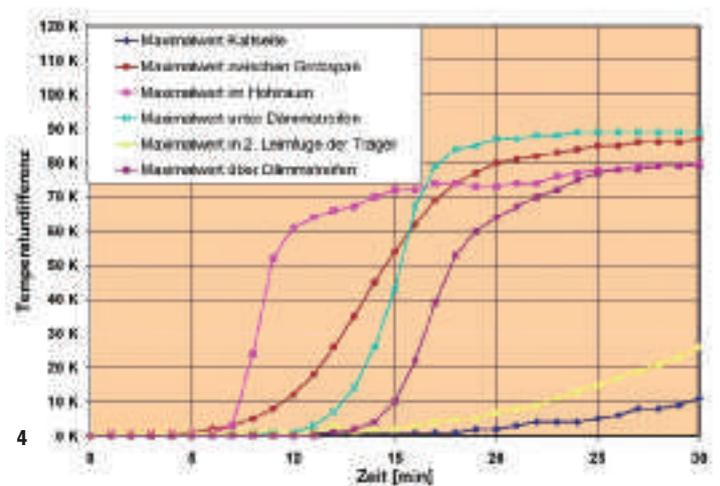


2

Blick auf die Tonnendächer auf der Neubauseite des Messegeländes. Unten im Bild wird die Passerelle über die Karolinenstrasse erstellt (Bild: Walter Pieper)

3

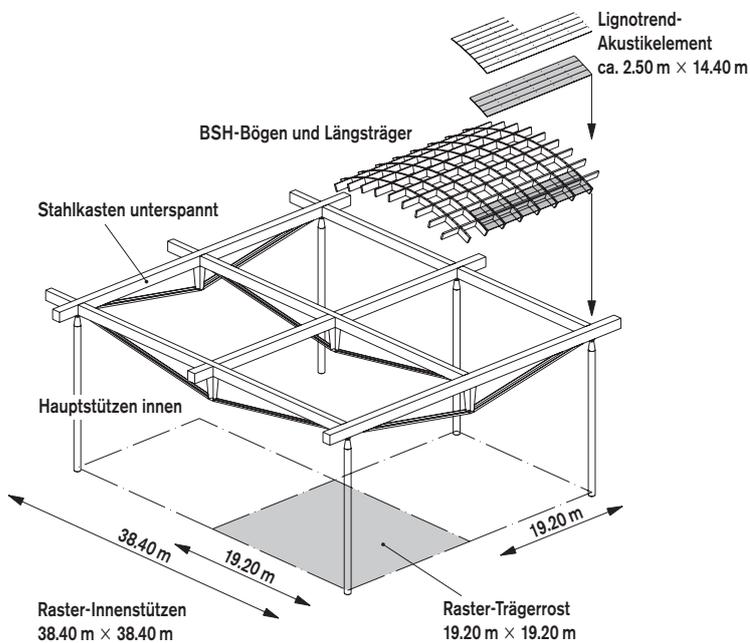
Visualisierung der fertigen Messe. Links der Bereich der Erweiterungen, rechts die umgebauten Hallen (Bild: Ingenhoven und Partner Architekten)



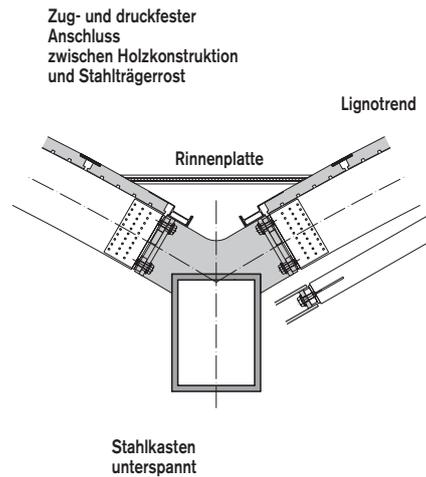
4

Temperaturkurven der Brandversuche. Eine spezielle Imprägnierung verringert den Abbrand. Auf der Kaltseite nahm die Temperatur lediglich um 11° K zu (Bild: Empa)





6



7



8



9

5

Das teilweise auskragende Hallendach (mit Sprinkleranlage) überdeckt das ins Projekt integrierte, denkmalgeschützte Karolinengebäude (Bild: Walter Pieper)

6

Das Tragwerk wird durch unterspannte Stahl-Hohlkastenträger gebildet. Im orthogonalen Wechsel hängen Querträger an Längsträgern (Bild: Autor)

7

Detail Anschluss. Über einen Nagelanschluss und einen IPE-Träger werden die Schalenkräfte der gewölbten Lignotrend-Elemente an die Stahlkonstruktion weitergegeben und die Elemente überdies untereinander gekoppelt. Mst. 1:50 (Bild: Autor)

8

Die gewölbten Dachelemente werden auf den Holzträgerrost montiert (Bild: Autor)

9

Innenansicht einer Halle in der Ausbauphase. Der Stützenraster beträgt 38.40 m x 38.40 m, die Untersicht der Dachelemente ist schallabsorbierend ausgeführt (Bild: Autor)

träger lassen sich dabei durch das Eintreiben von nur wenigen Montageabdübeln sehr schnell anschliessen. Für die Montagearbeiten zur Messehalle A1 war dies nicht unwichtig, musste doch das gesamte Tragwerk einschliesslich der Dachelemente innerhalb von nur fünf Wochen errichtet werden.

Jeweils vier Bögen wurden zusammen mit den Längsträgern am Boden vormontiert und so per Kran in Position gebracht. Zum Anschliessen der Bögen an die Stahlkonstruktion waren je Anschlusspunkt zwei Montageschrauben M36 einzudrehen. Zwischen den so montierten 4er-Bündeln konnten anschliessend die fehlenden Längsträger eingebaut werden.

Dachelemente

Die Erfüllung der Forderung nach einem F-30-Brandchutz der Dachelemente war durch eine entsprechende Bemessung ohne weiteres möglich. Durch eine Modifikation konnte auch die Schwerentflammbarkeit erreicht werden. Eine spezielle Druckimprägnierung in Zusammenhang mit einem erforderlichen Schutzlack ertüchtigte die unteren Lamellen der Elemente. Die normaler-

weise aus Holzweichfaser bestehenden Schallabsorber wurden durch eine zementgebundene, nicht brennbare Holzwolle-Leichtbauplatte ersetzt. Der bewertete Schallabsorptionsgrad liegt damit bei 0.40.

Ein weiteres Ziel war die Ermittlung gesicherter Abbrandwerte. An der Empa in Dübendorf wurden ca. 0.80 m × 1.00 m grosse, 100 mm dicke Versuchsplatten geprüft. Die wichtigsten Versuchsergebnisse: Es fand kein Durchbrand statt, F-30 wurde erreicht. Nach Beendigung des Versuchs erloschen die Flammen sofort. Im Vergleich zu nicht imprägnierten Elementen wurde über die Hälfte mehr Brennstoff verbraucht, die durch das Holz eingebrachte Brandlast also weniger effizient in Energie umgesetzt. Der effektive Abbrand ist tendenziell geringer als die für Nadelholz üblichen 0.8 mm/min. Die maximale Temperaturzunahme auf der Kaltseite betrug 11°K. Es besteht also keine Gefahr für die darüber liegenden Bauteile (Bild 4).

Passerelle

Das Messegelände wird nach der Erweiterung durch eine vierspurige Hauptverkehrsstrasse, die Karolinenstrasse, in zwei Teile getrennt. Um den Besuchern einen komfortablen und dem Aufkommen gerechten Übergang zu ermöglichen, wurde eine geschlossen eingedeckte Brücke von 56 m Länge mit einem 10 m breiten Gehweg vorgesehen. Zur Ausführung kam wiederum statt des ursprünglich geplanten, geschweissten Stahlhohlkörpers eine Holzkonstruktion. Eine einzige V-förmige Stahlstütze trägt den als Gerberträger konzipierten, im Querschnitt elliptischen Baukörper.

Ein sehr hoher Vorfertigungsgrad bzw. Elementbau erlaubte eine geringere Bauzeit, sowohl bei der Werkfertigung als auch vor allem bei der Montage. Wegen der resultierenden Verkehrsbehinderungen war dies ein zentrales Entscheidungskriterium. Der BSH-Hauptträger-Hohlkasten war geometrisch einfacher zu bewältigen als der geplante Stahlträger mit komplexer 3D-Struktur, ebenso die elliptischen Bögen.

Komplexer Montagevorgang

Die primären Tragelemente der Brücke liegen unterhalb des Gehwegs. Der Hauptträger ist mittig längs geteilt. So konnten die transport- und montagetechnischen Anforderungen gemeistert werden. Das schwerste Bauteil wog allerdings auch so noch knapp 50 t. Die halben Trägerquerschnitte mit einer Breite von 2.30 m bildeten über die gesamte Brückenlänge einen Gerberträger. Dessen Auskragung erleichterte die Montage. Beim Einhängen des zweiten, kurzen Gerberteiles wurde die einzige verbleibende Fahrspur (eine Fahrtrichtung wurde weiträumig umgeleitet) unter das auskragende Gerberstück geführt, was eine Montage ohne Vollsperrung ermöglichte (Bilder 10–12).

Die im Grundriss schräge Auflagersituation erforderte den Einbau von aufwändig zusammengesetzten Stahlteilen während des Verleimvorgangs der Hauptträger aus BSH. Gleiches galt für den Gerberstoss.

Seitlich am Hauptträger wurden in angenagelte Stahlknaggen die Konsolenträger eingehängt. Diese Drei-



10

Einheben von Teil zwei (von vier) des Passerellen-Hauptträgers. Die Verbindungsstelle wirkt als Gerbergelenk (Bild: Walter Pieper)

11

Eine V-förmige, betongefüllte Stahlstütze bildet das einzige Zwischenaufleger auf einer Spannweite von 56 m (Bild: Walter Pieper)

12

Montage der Konsolenträger und der Bogenträger über der verkehrsreichen Strasse (Bild: Autor)

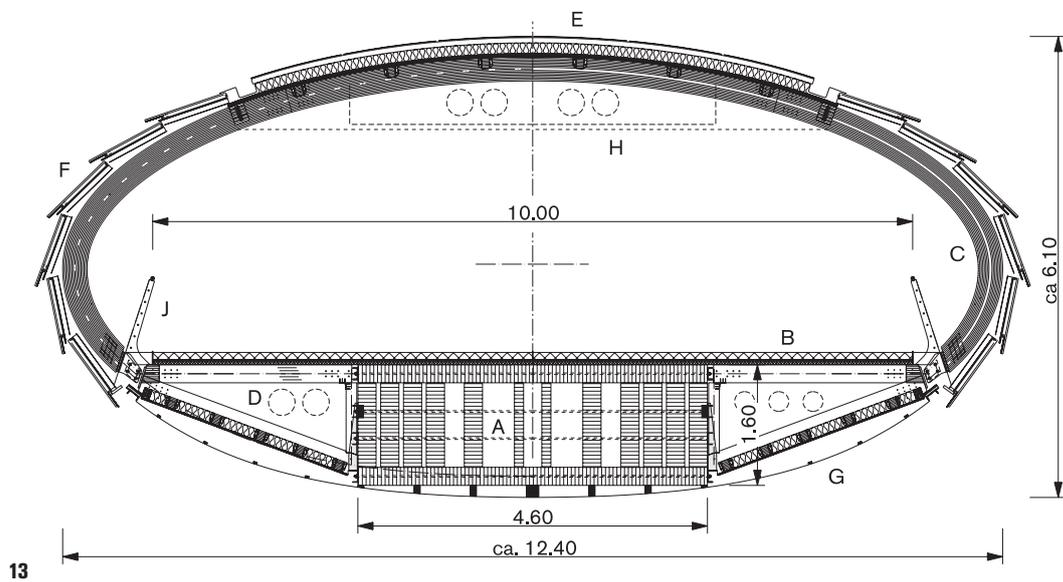
13

Querschnitt Passerelle. Mst. 1:100 (Plan: Autor)

- A BSH-Hauptträger-Hohlkasten, quer vorgespannt. Angeliefert in 4 Teilen
- B Furnierschichtholzplatte als Bodenplatte und horizontale Aussteifung
- C Bogenträger in BSH. Abstand 2.40 m
- D Konsolenträger aus BSH. Abstand 2.40 m
- E Dachkonstruktion: Pfetten BSH, Gipsfaserplatten, Sperrholz, Dämmung, Dacheindeckung Kalzip, Aussenhaut Alucobond
- F Schuppenförmige Isolierverglasung
- G Untersicht verkleidet mit Alucobond
- J Geländer aus Stahl und Glas



12



13



14

Blick aus der Messehalle auf die Hauptträger der Passerelle

15

Die Passerelle beim Ausbau. Seitlich ist die konvexe Hülle mit geschuppt verlegten Gläsern verkleidet (Bilder: Autor)

ecke aus geraden Brettschichthölzern waren werkseitig vorgefertigt worden. Die Zugkräfte aus den Konsolen werden durch Bewehrungsspannstähle aufgenommen. Über den Konsolenträgern (alle 2.40 m) spannt eine 70 mm dicke Furnierschichtholzplatte als Gehweg. Sie dient gleichzeitig der horizontalen Aussteifung von Auflager zu Auflager.

An den äusseren Ecken der Konsolen sind die elliptischen Bögen angeschlossen. Der Anschluss ist als Montagestoss und wie oben beschrieben biegesteif ausgeführt. Die Brettschichtholzbögen haben im engen Ellipsenradius Lamellendicken von lediglich 6 mm. Die Dachkonstruktion besteht aus Brettschichtholzpfeifen und Dachplatten aus Baufurniersperrholz. Die Mittelstütze ist eine 2-teilige, V-förmige Stahl-Beton-Verbundstütze. Die Stahlrohre sind für die Trag-sicherheit ausreichend, die bewehrte Betonfüllung dient dem Brandschutz.

Armin Bronner ist Bauingenieur und Projektleiter bei Holzbau Amann in Weilheim-Bannholz.
a.bronner@holzbau-amann.de

PROJEKTDATEN HALLE

BAUWERKSDATEN

Gesamtinvestition 330 Mio. Euro
Bauzeit 2003 – 2008
Dachfläche Neubau 90 000 m²
Brettschichtholz 5500 m³
Stahlkonstruktion Trägerrost 5500 t
Lignotrend-Akustikelemente 69 000 m²

AM PROJEKT BETEILIGTE

ARCHITEKTEN ENTWURF UND GENEHMIGUNG

Ingenhoven und Partner, Düsseldorf

ARCHITEKTEN AUSFÜHRUNG

von Bassewitz Limbrock und Partner, Hamburg

TRAGWERKSPANUNG ENTWURF (STAHL)

Werner Sobek Ingenieure, Stuttgart

GENERALÜBERNEHMER

ARGE Strabag, Aug. Prien GmbH & Co., Commerz-Leasing und Immobilien AG

TRAGWERKSPANUNG AUSFÜHRUNG

Ingenieurbüro Bertsche, Prackenberg

Holzbau Amann, Weilheim-Bannholz

Ingenieurbüro Blass und Eberhart, Karlsruhe

DETAILSTATIK STAHL

Ingenieurbüro Bertsche, Stahlbau-Technologie, Plauen

PROJEKTDATEN BRÜCKE

BAUWERKSDATEN

Gesamtlänge 56.00 m
Breite der Gehbahn 10,00 m
Brettschichtholz 410 m³
Stahl inkl. Mittelstütze 26 t

BETEILIGTE PLANER UND AUSFÜHRENDE UNTERNEHMEN

ARCHITEKTEN ENTWURF UND GENEHMIGUNG

Ingenhoven und Partner, Düsseldorf

ARCHITEKTEN AUSFÜHRUNG

von Bassewitz Limbrock und Partner, Hamburg

GENERALÜBERNEHMER

ARGE Strabag, Aug. Prien GmbH & Co., Commerz-Leasing und Immobilien AG

TRAGWERKSPANUNG AUSFÜHRUNG

S J B Kempter Fitze, Herisau

Holzbau Amann, Weilheim-Bannholz

GENERALUNTERNEHMER HOLZ, GLAS, FASSADE

Holzbau Amann, Weilheim-Bannholz

HOLZLEIMBAU HAUPTTRÄGER

Poppensieker und Derix, Niederkrüchten