



Kostenoptimierte Hallenbauten am Beispiel der Blumen- versteigerungshalle Straelen

*Dipl.-Ing. Markus Derix
Geschäftsführer
W. u. J. Derix GmbH & Co.
Poppensieker & Derix GmbH & Co.
Niederkrüchten, D*

Kostenoptimierte Hallenbauten am Beispiel der Blumenversteigerungshalle Straelen

Einleitung

Der Holzbau hat im Bereich der Hallentragwerke einen bemerkenswerten Stellenwert bei architektonisch anspruchsvollen Objekten für z.B. Versammlungsstätten, Sportbauten, öffentlichen Bauten etc.. Die in den letzten Jahren realisierten Grossprojekte wie die Messehallen in Rimini (Italien), Friedrichshafen, Karlsruhe und Sinsheim, die Eissporthalle in Erfurt, die Warnowhalle in Rostock oder das EXPO-Dach in Hannover belegen dies eindrucksvoll. Insbesondere durch die intensive Berichterstattung in den Fachmedien und das aggressive Marketing der ausführenden Firmen hat sich der Holzbau mit diesen Objekten als *fast* gleichberechtigter Baustoff gegenüber den Substitutionswerkstoffen Stahl und Beton in den Köpfen der Architekten und Tragwerksplaner in diesem Segment behaupten können.

Wie ist der Stellenwert des Holzbaus im Bereich des Industriebaues einzuordnen? Diese Frage ist schnell zu beantworten. Alle seriösen Schätzungen sehen den Marktanteil hier unterhalb von 10%, also relativ bedeutungslos. Schwerpunktartig werden kleinere Gewerbehallen mit einer Nutzungsgrösse von 500-2.500 m² mit Holzkonstruktionen ausgeführt. Bei grösseren Projekten wird die Ausführung in Holz meist noch nicht einmal in Betracht gezogen. An den baustoffspezifischen Eigenschaften kann es nicht liegen. In der nachfolgenden Tabelle sind die Werkstoffeigenschaften der konkurrierenden Baustoffe Stahl, Holz, und Beton gegenübergestellt worden. Nach objektiver Analyse muss dem Holz eine wettbewerbsfähige Ausgangsposition attestiert werden.

Kriterium	Stahl	Stahlbeton	Holz
Formgebung.....	+	0	++
Filigranität.....	++	--	-
Gestaltungsmöglichkeiten.....	+	-	++
Modernität.....	++	0	+
Wärme / Wohlbehagen.....	-	--	++
Σ Architektur.....	+	-	++
Kosten.....	++	++	+
Vorfertigung.....	++	+	+
Resistenz g. aggressive Klimata	-	-	+
Brandschutz.....	--	++	+
Spannweiten.....	0	+	++
Transportkosten.....	0	--	+
Lastabtragung / Eigengewicht..	+	--	++
Unterhaltungskosten.....	-	0	+
Σ Wirtschaftlichkeit.....	0	0	+
Ökologie.....	--	-	++
Qualitätsniveau.....	++	++	+
Verfügbarkeit vor Ort.....	+	+	0
Bekanntheit / Verbreitung.....	++	++	-
Σ Sonstiges.....	+	+	0
Σ Gesamt.....	0	0	+

Legende:	
++	= sehr gut
+	= gut
0	= befriedigend
-	= ausreichend
--	= mangelhaft

Abbildung 1: Holz im Wettbewerb

Der Industrie- und Gewerbebau ist neben dem Wohnungsbau eines der stärksten und stabilsten Bausegmente. Hier eröffnet sich dem Holzbau aufgrund des derzeitigen niedrigen Marktanteils ein grosses Marktpotential. Nicht nur bezogen auf die Tragwerksausbildung mit Brett-schichtholz, sondern auch mit vorgefertigten Dachelementen in Holz, die hervorragende Eigenschaften bei Schallschutz-, Hygiene- und Dämmungsanforderungen aufweisen. Bei einer gemeinschaftlichen Fokussierung der Aktivitäten auf diesen Bereich könnten die derzeitige schwierige Auftrags- und Auslastungssituation im Holzbau wesentlich verbessert werden.

Wo sind nun die Gründe für die schlechte Marktperformance des Holzbaues im Industrie- und Gewerbebau zu suchen? Die wesentlichen Defizite liegen im Bereich des Marketings und der Struktur der Holzindustrie bzw. der Holzbranche:

- **Fehlender Bekanntheitsgrad bei den Entscheidern**
Die überwiegende Anzahl der Architekten und Tragwerksplaner, die ja entscheidend für die Wahl der Werkstoffe verantwortlich sind, kennen die Möglichkeiten und Vorzüge des Holzbaues nicht. Die Hochschulen und Universitäten vermitteln vorwiegend, dass große Spannweiten mit Stahl oder Beton überbrückt werden. Der Holzbau hat im Studium nur eine untergeordnete Rolle. Die zukünftigen Entscheider kommen gar nicht oder nur unzulänglich mit unserem Baustoff in Kontakt.
- **Einseitiges Marketing**
Fast ausschliesslich die exponierten und architektonisch anspruchsvollen Objekte des Holzbaues werden marketingmässig herangezogen. Hierdurch wird das Renommee des Werkstoffes zwar deutlich gesteigert. Da bei diesen Objekten jedoch meist nicht die wirtschaftlichen Anforderungen im Vordergrund stehen, entsteht der Eindruck, dass Holz ein teurer Exotenbaustoff ist.
- **Struktur der Bauindustrie**
Viele industrielle Grossobjekte werden durch Generalbauunternehmen realisiert, die traditionell eher dem Stahlbetonbau zugetan sind, da sie häufig auch eigene Fertigteilwerke betreiben.
- **Fehlende Spezialisierung und Marktdurchdringung**
Die meisten Industriebauten werden heute aufgrund der Kostensicherheit schlüssel- oder teilschlüsselfertig vergeben. Im Stahlbau ist es üblich, dass selbst der kleinste Schlosser in der Lage ist, eine Komplettleistung anzubieten. Im Holzbau finden sich jedoch kaum Firmen, die sich auf den schlüsselfertigen Hallenbau spezialisiert haben. Zimmerein bauen heute komplette Häuser, mit allen bauphysikalischen Schwierigkeiten, mit einem anspruchsvollen Kundenklientel und einer Vielzahl von erforderlichen Einzelleistungen. Sie fühlen sich jedoch damit überfordert, eine Halle anzubieten, die vergleichbar einfach ist.
- **Benachteiligung in Gesetzen, Verordnungen und Normungen**
Trotz hervorragender Brandschutzeigenschaften wird der Einsatz von Holz z.B. durch die Beschränkung auf nichtbrennbare Stoffe in der Industriebaurichtlinie, Versammlungsstättenverordnung etc. unberechtigt eingeschränkt.
- **Fehlende Standardisierung**
Trotz intensiver Anstrengungen im Bereich der Forschung und Wissenschaft fehlen heute nach wie vor standardisierte Systemlösungen, optimierte Bemessungsprogramme und übergeordnete Beratungsmöglichkeiten. Aufgrund des Kostendruckes entscheiden sich Ingenieurbüros häufig für bemessungstechnisch für sie einfachere Lösungen.

- **Unkoordinierte und unzureichende Interessenvertretung**

Aufgrund fehlender Zielvorgaben der Holzwirtschaft, eines uneinheitlichen und unkoordinierten Marktauftrittes bzw. Interessensvertretung und der damit verbundenen schlechten Lobbyarbeit wird der Holzbau meist nur durch die Aktivitäten von Einzelfirmen gestärkt. Es fehlt eine Bündelung der Kräfte gegen die Wettbewerbsbaustoffe Stahl und Beton.

Nachfolgend sollen an einem konkreten Beispiel die Möglichkeiten und die Wettbewerbsfähigkeit des Holzleimbaues im Industriebau aufgezeigt werden.

Objektbeschreibung

Beteiligte

<u>Bauherr:</u>	NBV/UGA GmbH Hans-Tenhaeff-Str. 44 D-47638 Straelen
<u>Architekt:</u>	Architekturbüro Schroers Kleine Bleiche 28 D-47647 Kerken-Nieukerk
<u>Statik:</u>	Ingenieurbüro Tebartz Am Michelsweg 5-7 D-47626 Kevelaer
<u>Holzleimbau:</u>	Arbeitsgemeinschaft Dachtragwerk ZONRW Blumenversteigerung Straelen - Derix / Hüttemann W. u. J. Derix GmbH & Co. Holzleimbau, Niederkrüchten Poppensieker & Derix GmbH & Co KG, Westerkappeln Hüttemann Holz GmbH & Co. KG, Olsberg Hüttemann Wismar GmbH & Co. KG, Wismar

Angaben zum Objekt

Die NBV/UGA plant zur Verbesserung der Vermarktungssituation ein neues Vermarktungszentrum für Blumen und Pflanzen in Herongen. Auf dem 65 ha grossen Areal werden in einer ersten Ausbaustufe auf 200.000 m² Vermarktungseinrichtungen entstehen (Versteigerung, Vermittlung und Verkauf von Schnittblumen sowie Einrichtungen für den Verkauf von Topfpflanzen, ein Abholmarkt für Topfpflanzen, Schnittblumen und Floristenbedarf).

Die Planung sieht ausreichend Andockstationen für LKW und ein grosses Parkdeck vor. Die Versteigerungstribüne erhält zunächst 440 Sitzplätze, ist aber auf 596 Plätze erweiterbar. Vorgesehen sind sechs Versteigerungsuhren.



Abbildung 2: 1. Schiff Halle Großkunden während der Montage

Der Hauptkomplex besteht aus einer Grosskundenhalle mit einer Gesamtfläche von 36.000 m². Dieses Bauteil schliesst an das Herz der Versteigerung, die s.g. Versteigerungsuhr an und dient zum Umschlag und zur Begutachtung der Pflanzen vor und nach der Versteigerung. Über zwei seitliche Verbindungsgänge in Stahlbeton (als Flucht- und Rettungsweg in F90) mit einer maximalen Länge von ca. 500 m schließen weitere Hallen, s.g. "Fingerbauten", an, die mit den erforderlichen Andockstationen für die LKW's ausgestattet sind.

In den ersten Planungen wurde lediglich für die Grosskundenhalle die Ausführung in Holz in Erwägung gezogen. Nach intensiven Beratungen, der Erarbeitung von verschiedenen Ausführungsvarianten (Satteldachträger, unterspannte Bogenträger etc.) und entsprechenden Vorabangeboten konnte sich das Holz gegenüber den konkurrierenden Baustoffen Stahl und Beton durchsetzen. Die architektonisch anspruchsvollere Variante mit weitgespannten Bogenträgern wurde aufgrund der höheren Betreiberkosten durch das grössere Hallenvolumen verworfen. Neben den wirtschaftlichen Gesichtspunkten, war für die Bauherrschaft auch der ökologische Gesichtspunkt sehr bedeutend. Mit dem Naturbaustoff wurde die Verbindung und die Identifikation mit den Blumen hergestellt. Auch die wärmere Atmosphäre wurde positiv gewertet. Die NBV/UGA nutzt den ökologischen Gesichtspunkt in ihren Werbeaussagen für dieses Projekt.

Die Ausschreibung aller Gewerke erfolgte aufgrund der nationalen und europäischen Subventionen europaweit.

Angaben zum Objekt

Mit BSH überdachte Fläche: ~82.00
 Spannweiten: 20,00-38,0
 Achsabstand Hauptträger: 10,0
 Achsabstand Pfetten: 2,50 - 5,0
 Brandschutz: F30 +
 Bauzeit: 5/2001-11/01
 Verbautes BSH ~5.5€
 Hiervon Pfetten & Lichtbandträger ~2.5€
 Hiervon Satteldachträger ~3.0€



Abbildung 3: Angaben zum Objekt

Tragkonstruktion

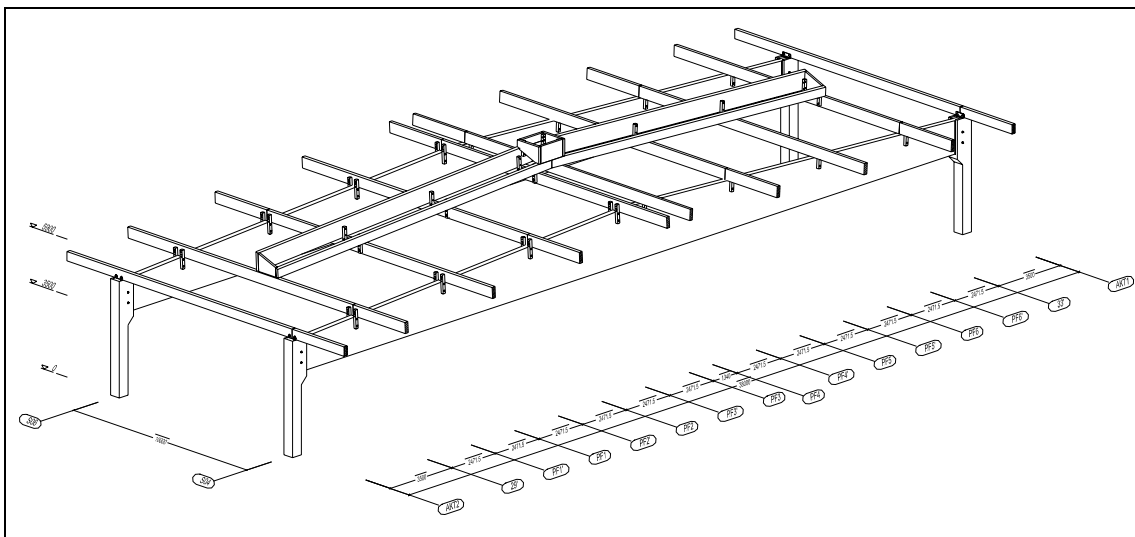


Abbildung 4: Systemskizze

Die Grosskundenhalle ist dreischiffig konzipiert. Die Satteldachträger spannen in den drei Schiffen jeweils über 36,50 m und liegen in den Mittelachsen auf Spannbetonunterzügen und in den Aussenachsen auf Stahlbetonstützen mit angeformten Fundamenten. Oberhalb der Satteldachträger sind Zwei-Feld-Pfetten angeordnet, die zur gleichmäßigen Lastabtragung auf die Satteldachträger wechselseitig verlegt wurden. In den Ersten- und Endfeldern müssen daher in jeder zweiten Achse 1-Feld-Pfetten ausgebildet werden. Der Anschluss der Pfetten erfolgt über Knotenhölzer, die mit Bolzen und selbstschneidenden Schrauben verbunden wurden. In Hallenbereichen mit erhöhten Brandschutzanforderungen wurden die Schrauben eingelassen und mit Holzpfropfen abgedeckt. Parallel zu den Satteldachträgern, jeweils mittig zu den Binderachsen, sind oberhalb der Pfetten Lichtbandträger angeordnet.



Abbildung 5: Mittelschiff Hauptkundenhalle 3 X 36,50 X 330,00 m

Die übrigen Hallen sind gleichartig aufgebaut, wobei hierbei die Binder beidseitig auf Stahlbetonstützen aufliegen.

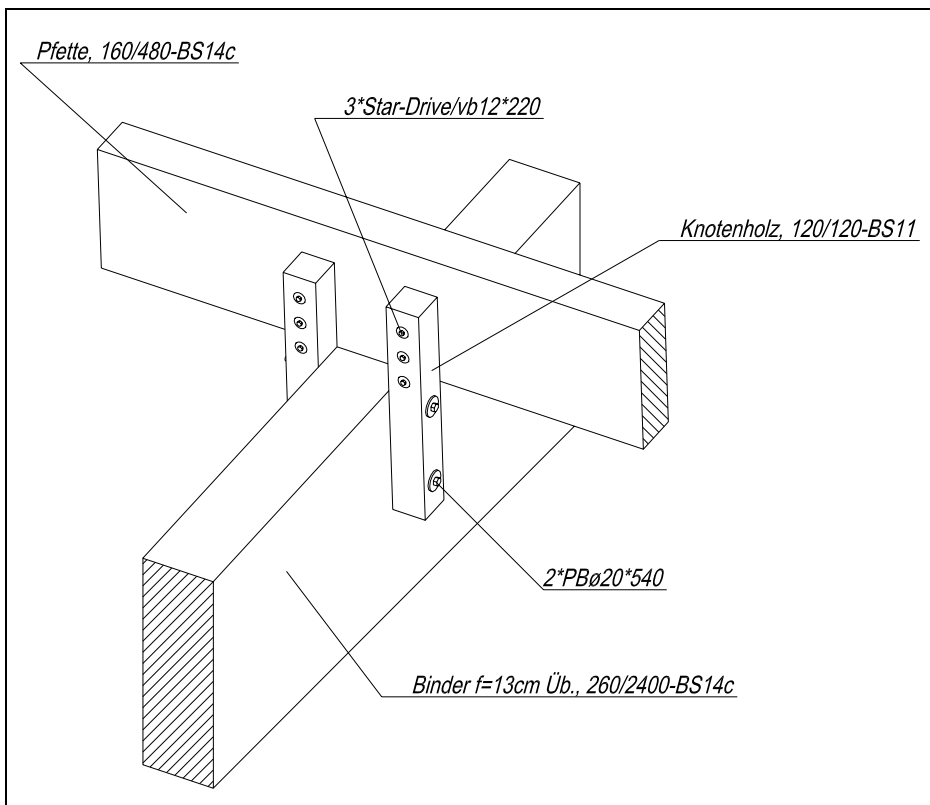


Abbildung 6: Anschluß Pfetten an Satteldachträger mit Knotenhölzern

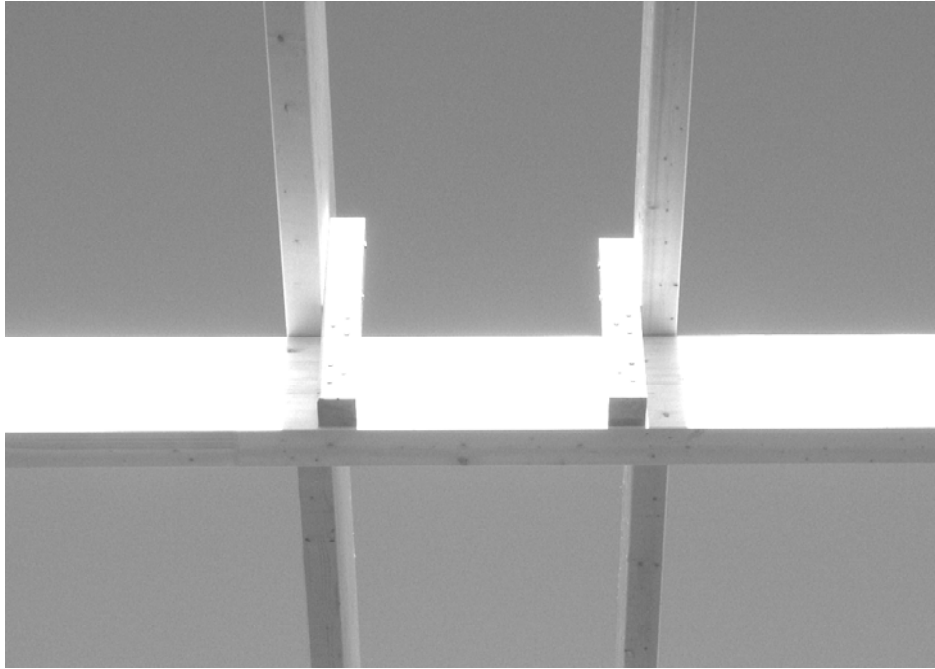


Abbildung 7: Anschluß Lichtbänder an Pfetten



Abbildung 8: Satteldachträger, Pfetten & Lichtbänder

Der Dachaufbau setzt sich wie folgt zusammen:

- Satteldachträger
- Durchlaufpfetten
- Stahltrapezprofiltragschale
- PE-Dampfbremse

Mineralfaserwärmefämmung und EPS Wärmefämmung 80-140 mm Dachabdichtung mit FDT Rhepanol fk grau mechanisch fixiert im Klettsystem Ungewöhnlich ist, dass eine Pfettenlage vorgesehen ist. Bei vergleichbaren Konstruktionen werden die Stahltrapezbleche direkt oberhalb der Satteldachträger verlegt, da durch Dämmung und die Folienabdichtung die Orientierung der Sicken nicht massgebend ist. Der Planer verspricht sich jedoch aufgrund der Verlegung der Bleche vom First zur Traufe eine zusätzliche Sicherheit bei Undichtigkeiten in der Dachhaut, zum anderen war diese Variante aufgrund des grossen Achsabstandes der Hauptträger von 10,00 m und der daraus resultierenden grossen Profilabmessungen der Stahltrapezbleche wirtschaftlicher.

Die Wirtschaftlichkeit der BSH-Konstruktion konnte durch folgende Massnahmen erzielt werden:

- **Keine zusätzlichen Aussteifungsverbände**

Auf herkömmliche Aussteifungsverbände aus sich kreuzenden Zugstahldiagonalen oder Holzverbänden wurde komplett verzichtet. Die Aussteifung der Konstruktion erfolgt über die Ausbildung der Stahltrapezbleche als Schubfeld. Die Kippkräfte aus Binderseitenlasten werden über die Knotenhölzer an die Pfetten angeschlossen, die wiederum diese Lasten über das Stahltrapezblechschubfeld ableiten. Dieses Vorgehensweise steht nicht im Einklang mit der DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, die für die aussteifende Konstruktion die gleiche Forderung an die Feuerwiderstandsklasse stellt, wie an die Haupttragkonstruktion. Da die Stahltrapezbleche keinesfalls die geforderte Feuerwiderstandsklasse F30 und F60 erfüllen, wurde mit dem Brandschutzsachverständigen eine Sonderregelung festgelegt. Aufgrund der Hallenlänge (bis zu 330 m) kann angenommen werden, dass bei einem Brand das Schubfeld nicht komplett ausfällt. Über die Ausführung der Pfetten und deren Anschlüsse wird gewährleistet, dass die Kippkräfte bei einem Brand über eine längere Distanz weitergeleitet werden.

- **Optimierte Brandschutzbemessung**

Die DIN 4102 beinhaltet keine eindeutigen Angaben, mit welcher Schneelast die Brandschutzbemessung durchgeführt werden muss. In Übereinstimmung mit dem Brandschutzsachverständigen, dem Prüfstatiker und dem Bauherrn wurde festgelegt, dass für die "heisse" Bemessung in Anlehnung and EC 1, Teil 2 (DIN V ENV 1991-2-2) lediglich 20% der Schneelast in Ansatz gebracht werden muss. Die Brandeinwirkung wird als eine außergewöhnliche Bemessungslast eingestuft, bei der die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens der vollen Verkehrslast und der Schneelast klein ist. Bei einer 60-minütigen Brandbeanspruchung kann davon ausgegangen werden, dass der Schnee geschmolzen ist bzw. das Stahltrapezblech versagt hat und somit die Last nicht vorhanden ist.

- Ausführung der Satteldachträger mit einem dreiteiligen Querschnittsaufbau**

Die Satteldachträger wurden entsprechend DIN 1052-1/A1 (10/1996) in der Festigkeitsklasse BS 16 hergestellt. Gemäß der Regelung der DIN hätten die Träger im äusseren Bereich mit Lamellen der Sortierklasse MS13 und im inneren Bereich mit Lamellen der Sortierklasse MS10 ausgeführt werden müssen. Die bei der Sortierung anfallenden Lamellen der Sortierklasse MS7 hätten nicht verwendet werden können. Da die Träger hauptsächlich mit einer Breite von 24 und 26 cm ausgeführt werden mussten und bei diesen großen Brettbreiten der Anfall der niedrigeren Sortierklassen überproportional hoch ist, hätte dies bedeutet, dass für diesen Auftrag ein bedeutender Teil des sortierten Holz nicht auftragsbezogen hätte verarbeitet werden können. Es wurde daher ein dreiteiliger Querschnittsaufbau konzipiert, dessen Festigkeits- und Steifigkeitsprofil nach der Verbundtheorie hergeleitet wurde. Die jeweiligen Anteile der unterschiedlichen Sortierklassen wurden entsprechend der Sortierausbeuten optimiert, so dass das Rohholz gänzlich verarbeitet werden konnte. Über eine Zustimmung im Einzelfall wurde dieser Einsatz von dem *Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen* legitimiert.

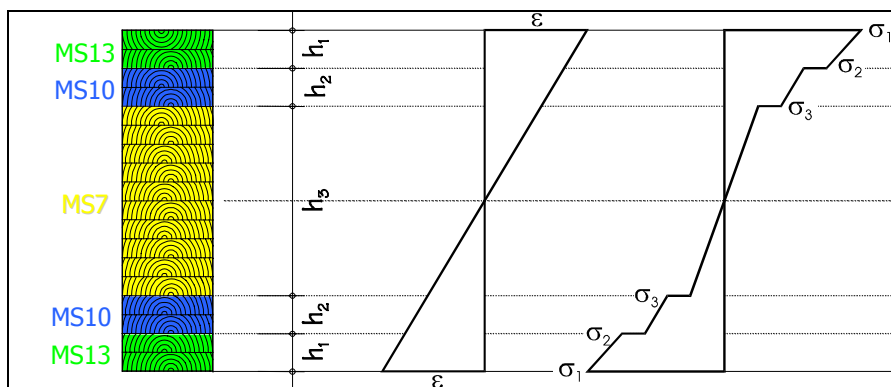


Abbildung 9: Spannungsverteilung bei kombiniertem BS-Holz aus drei Festigkeitsklassen

- Optimierung der Festigkeitsklassen der Pfetten entsprechend der Beanspruchung**

Die einzelnen Pfettenstränge wurden entsprechend ihrer Belastungsbreite (First-, Trauf- & Mittelpfetten), des Systems (1-Feld oder 2-Feld) und ihrer Belastung (zum Teil wurden unterschiedliche Installationslasten angesetzt) bei konstanter Höhe in ihrer Breite und der Festigkeitsklasse (BS11, BS14 und BS16) optimiert, so dass auch hier das maschinell sortierte Rohholz optimal verarbeitet werden konnte.

- Ausbildung der Pfetten als Mehrfeldpfetten**

Durch die Ausbildung der Pfetten als Mehrfeldpfetten konnten diese deutlich optimiert werden. Trotz der grösseren Bruttohallenhöhe wurde diese Variante von dem Bauherrn favorisiert, da oberhalb der Hauptträger in der Pfettenebene Installationsleitungen etc. verlegt werden können.

Montage

Da für die gesamte Rohbaumassnahme ein ausserordentlich enger Terminplan vorgegeben war, wurde vertraglich eine Montageleistung von 1.500 m² pro Arbeitstag vereinbart. Dies Vorgabe konnte Dank einer ausgeklügelten Baustellenkoordination problemlos eingehalten werden. Sämtliche Knotenhölzer wurden werkseitig vormontiert, so dass lediglich die Befestigung mit den selbstschneidenden Schrauben auf der Baustelle erfolgen musste.



Abbildung 10: Montage

Kosten

Über die v.g. Massnahmen liess sich ein Preis von ca. 40,-- EUR pro m² realisieren, der unter Beachtung der grossen Spannweiten, der hohen Installationslast, der "zusätzlichen" Pfettenlage sowie der Brandschutzanforderungen als günstig zu bewerten ist.

Fazit

Konstruktionen aus Brettschichtholz sind auch im Industrie- und Gewerbebau wettbewerbsfähig. Am dargestellten Beispiel zeigt sich, dass mit relativ einfachen Lösungen die Wirtschaftlichkeit der Konstruktion weiter optimiert werden kann.

Die Werkstoffwahl wird im Vorfeld getroffen. Nur aufgrund intensiver Beratung und Vorleistungen einer Einzelfirma wurde das vorgestellte Objekt in Holz realisiert. Holz ist im Segment des Industrie- und Gewerbebaus aus Kundensicht kein gleichberechtigter Wettbewerber, meist unbekannt und muss seine Wettbewerbsfähigkeit bei jedem Einzelobjekt neu unter Beweis stellen. Dies kostet Zeit und intensive Beratungsaufwendungen, die z.Z. von zu wenigen Firmen aufgebracht wird. Die Rentabilität in diesem Marktsegment wird nicht durch den Wettbewerb gegenüber Stahl und Beton geschmälert, sondern durch den Wettbewerb der Holzbaunternehmen untereinander bei ausgeschriebenen Holzbauprojekten.

Dem Holzbau insgesamt erschliesst sich ein großes Marktsegment. Über vorgefertigte Dach- und Wandelemente, die Ausführung von Büroein- & Anbauten in Holzrahmenbauweise können mittelständische Holzbaunternehmen ihr Leistungspotential einbringen und die Wertschöpfung erhöhen.

Um in diesem Bereich nachhaltige Marktanteile zu gewinnen bedarf es jedoch einiger Voraussetzungen und Anstrengungen:

- Bekanntheitsgrad und Möglichkeiten des Baustoffes Holz nachhaltig erhöhen
- Benachteiligung in Gesetzen, Verordnungen und Normungen verringern
- Spezialisierung von Holzbaunternehmen im Hallenbau als regionale Multiplikatoren
- Bündelung der Interessen des Holzbaus, um die Entscheider gezielter zu erreichen
- Standardisierung von Lösungen und Software, um den Ingenieurbüros geeignete Werkzeuge an die Hand zu geben