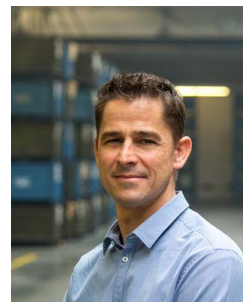


# SWG Schraubenwerk Gaisbach – Buche LVL an den Grenzen des Möglichen

Henning Ernst  
SWG/Engineering  
Rülzheim, Deutschland



Christoph Dünser  
HK Architekten  
Schwarzach, Österreich





# SWG Schraubenwerk Gaisbach – Buche LVL an den Grenzen des Möglichen

## 1. Architektur



Das 1967 gegründete und zur Würth-Gruppe gehörende Unternehmen SWG Produktion Schraubenwerk Gaisbach GmbH zählt mit einem Ausstoß von täglich bis zu zwölf Millionen Schrauben zu den größten Produzenten Europas. Mehrfach in der Firmengeschichte gab der steigende Bedarf an Holzschrauben Anlass zur Erweiterung der Produktionskapazitäten und so viel 2017 die Entscheidung, durch Anbauten die bestehenden Betriebsgebäude um eine zusätzliche Härterei und eine Produktionshalle für lange Holzschrauben zu erweitern.

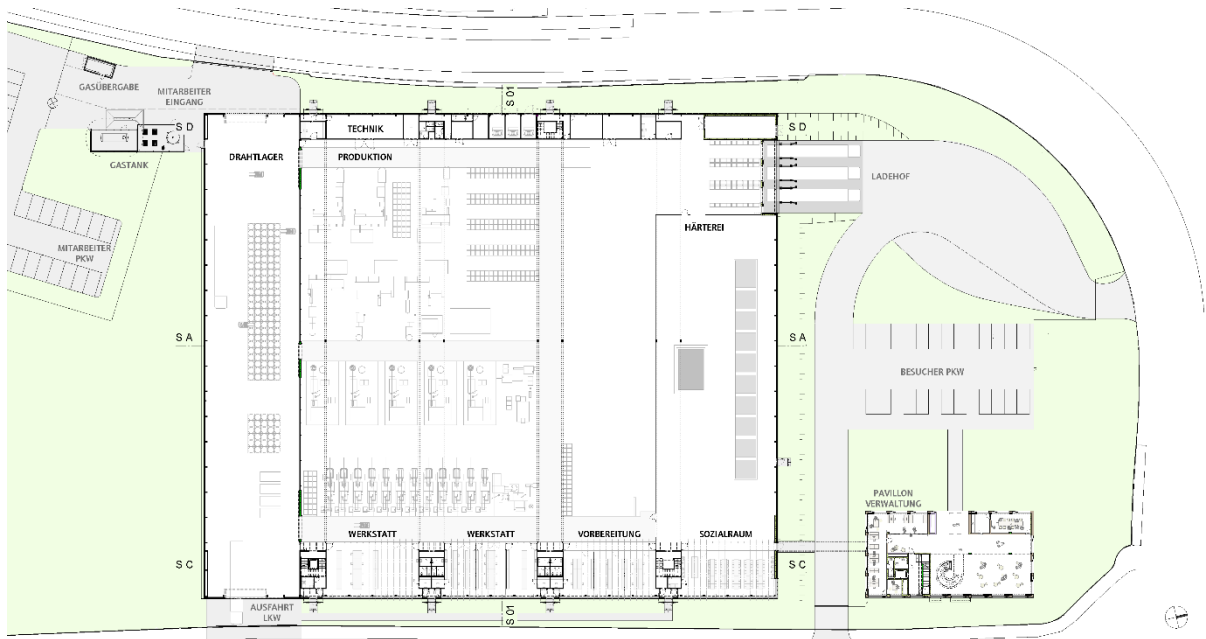
Konfrontiert mit dem Wunsch, dieses Gebäude nicht nur in Holz zu realisieren, sondern damit auch ein Demonstrationsobjekt für modernen Holzbau zu errichten, konnten wir den Bauherrn davon überzeugen, vorgängig zuerst über die Neuorganisation des Firmensitzes nachzudenken.

Nach einer intensiven Analyse des Bestandes war klar, dass die Erweiterung der für die Produktion von Schrauben notwendigen technischen Infrastruktur, die Adaptierungen der brandschutztechnischen Anlagen und die Lösung der zusätzlichen logistischen Anforderungen in Form von Zubauten an die bestehenden Gebäude nicht mehr sinnvoll umgesetzt werden können.

Da sich das im Osten befindliche Grundstück bereits im Besitz von SWG befand basiert das durch HK Architekten erarbeitete Konzept auf einem Neubau: einer mit 11.000 m<sup>2</sup> wesentlich größeren Produktionshalle, die an der Achse der Anlieferung um nochmals 11.000 m<sup>2</sup> erweitert werden kann und einem im Norden über eine Brücke mit der Halle verbundenen, sogenannten Besucher-Pavillon.

Die fünfschiffige Halle gliedert sich funktional in eine als «Durchfahrt» konzipierte Anlieferung, welche direkt an die 7.500 m<sup>2</sup> große Produktionsfläche angeschlossen ist und einer Ost- bzw. Westspanne, in welcher die technische Infrastruktur, Werkstätten und Mitarbeiteräumlichkeiten untergebracht sind.

Die 18,3 m breiten Hallenschiffe, die formal durch Fugen abgesetzt sind, gliedern das große Volumen der Halle und machen einerseits das Tragwerkskonzept nach außen ablesbar und schaffen andererseits die Möglichkeit einer nordseitigen Belichtung und Belüftung. Der der Halle vorgelagerte dreigeschossige Besucher-Pavillon bietet Platz für Büro, Konferenz und Ausstellungsräumlichkeiten und macht über den Verbindungssteg und den angeschlossenen Besuchersteg die Produktion der hauseigenen Produkte sowie deren Anwendung in einem 3,80 m hohen Fachwerkbinder aus Baubuche, der die Tiefe der Produktionsfläche von 82 m mit nur einer Stütze überspannt, erlebbar.



Neben den filigranen Abmessungen der einzelnen Bauteile des Fachwerkbinders kann die Leistungsfähigkeit dieses Hochleistungsbaustoffes vor allem durch die Belastung der Hauptstütze demonstriert werden, in der auf dem Querschnitt von 32 cm auf 56 cm 2,533MN abgeleitet werden, was mehr oder minder dem Leergewicht eines Airbus 380 – 800 entspricht.

Auch für die Nebenträger mit einer Spannweite von 18,3 m kam Baubuche zum Einsatz und führte ebenfalls durch einen sehr hohen Ausnutzungsgrad zu einem sehr schlanken Fachwerkträger und zusammen mit den Hauptfachwerken zu einem suffizient geringen Volumen von etwa 420 m<sup>3</sup> Baubuche für die gesamte Dachkonstruktion.

Die Fachwerkbinder des Hauptfachwerks werden auf Treppentürmen aus CLT abelastet und ausgesteift, was durch die Freistellung der westseitigen Treppenhäuser im Erdgeschoss mittels großzügiger Verglasungen die Funktionsweise des Tragwerks ablesbar macht.



Auf Basis der kürzlich novellierten Industriebau-Verordnung wurde ein Brandschutzkonzept erarbeitet, welches es erstmalig in dieser Größenordnung ermöglichte, die Raumabschlüsse zur Anlieferung und zur Westspange als Brandwand-Ersatz-Wände in CLT auszuführen und damit einen Industriebau fast ausschließlich in Holzbauweise umzusetzen.

Auf speziellen Wunsch von Reinhold Würth tragen sowohl Halle als auch Besucher-Pavillon eine gefaltete, gelochte und eloxierte Aluminium-Fassade, um den Charakter von SWG als metallverarbeitendem Betrieb zu unterstreichen.

## 2. Allgemeine Beschreibung der Konstruktion

Die Halle ist ca. 114 m lang und 96,5 m breit. In Längsrichtung unterteilt sich der Bau in fünf Hallenschiffe mit einer jeweiligen Länge von ca. 18,7 m. Die Hauptschiffe sind durch tiefliegende Scheds, deren Breite ca. 5 m beträgt, unterbrochen. Auf der Ostseite wird die Halle durch einen ca. 9 m breiten Seitenbau mit Sozial-, Seminar- und Ausbildungsräumen begrenzt. Im Westen der Halle befindet sich eine ca. 5 m breite Technikspange.

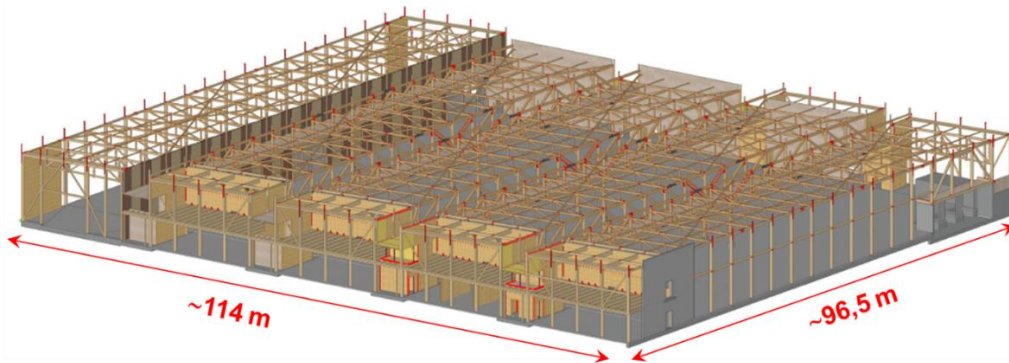


Abbildung 1: Gesamtansicht Holzbau.

### 2.1. Vertikale Lastabtragung

Die Haupthallenschiffe werden in Längsrichtung von unterspannten Nebenschiffen (ca. 18,7 m) überspannt. Diese Nebenschiffe werden jeweils an die Hauptfachwerke, an die Giebelstützen oder an die R90-Wand angeschlossen.

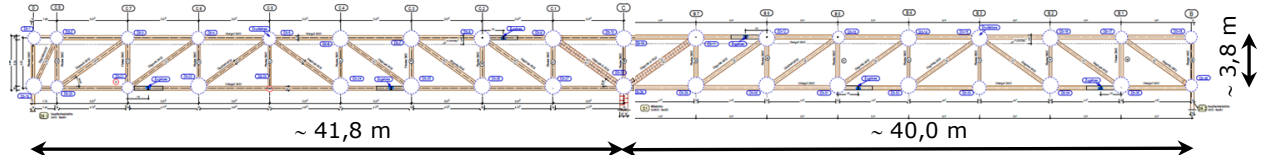


Abbildung 2: Hauptfachwerk.

Das Hauptfachwerk ist insgesamt 81,8 m lang und wird durch eine Stütze in zwei Felder der Längen 41,8 m bzw. 40 m unterteilt. Die Gurte sind jeweils mehrfach, biegesteif gestoßen, so dass sich als statisches System ein Zweifeldträger ergibt. Die Stabilisierung der Obergurte erfolgt jeweils über einen Dachverband. Die Untergurte werden über deren gesamte Länge mit den Brettsperrholz-Elementen, welche das Dach des tiefliegenden Scheds bilden, gekoppelt und ausgesteift.

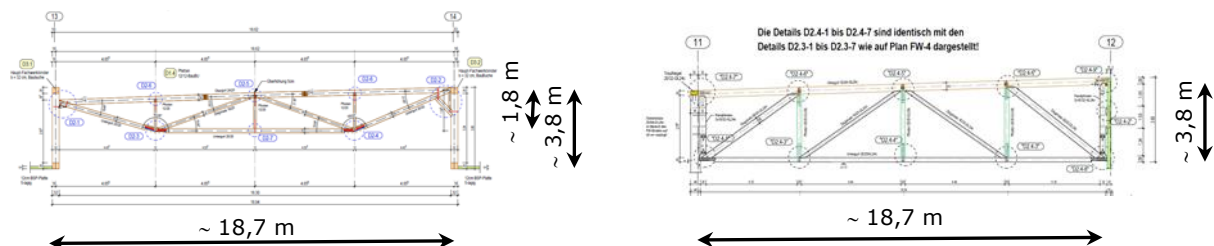


Abbildung 3: Links: Nebenschiff; Rechts Aussteifungsfachwerk

Haupt- und Nebenschiffträger, Dachverband sowie Rand- und Mittelstützen der Hauptfachwerke sind aus Buche Furnierschichtholz (Pollmeier-Baubuche=BauBuche) gefertigt.

Das statische System wurde so gewählt, dass die Diagonalstäbe in den Regellastfällen ausschließlich durch Druck beansprucht werden. Die erforderlichen Druckanschlüsse dieser Stäbe wurden als Kontaktanschlüsse entworfen und funktionieren ohne weitere Verbindungsmittel (außer zur Lage- und Montagesicherung). Die Zuganschlüsse der Vertikalstäbe sind mit auf Abscheren beanspruchte Würth ASSY Holzbauschrauben ausgeführt.

Für die Dacheindeckung kamen, quer zur Hallenlängsrichtung gespannte Trapezprofile zum Einsatz, die mit Schrauben auf den Nebenfachwerken befestigt wurden.

An den Seiten der Hallenschiffe wird die Dachkonstruktion der Produktionshalle durch Fachwerke aus BS-Holz oder durch Brettsperrholz-Wände eingefasst. Beide dienen neben der vertikalen Lastabtragung auch zur Ableitung der horizontalen, aus Wind und Dachaussteifung resultierenden Kräfte. In den östlichen und westlichen Seitenbauten befinden sich, in den Bereichen der tiefliegenden Schemas, die aus Brettsperrholz hergestellten Gebäudekerne. Diese und die darin integrierten Randstützen der Hauptfachwerke aus BauBuche übernehmen die Kräfte aus den Brettschichtholz-Fachwerken und aus den Brettsperrholz-Wandscheiben.

Die Deckenkonstruktion des westlichen Seitenbaus besteht aus Brettsperrholz-Platten (Spannweite ca. 5 m). Die Decke des Seitenbaus Ost spannt über 9m und wurde als Holz-Beton-Verbund-Konstruktion, mit teilweise vorgefertigten Stahlbetonplatten ausgeführt (Verbundsystem: Würth FT-Verbinder). An der Außenfassade ist die HBV-Decke auf einen Randunterzug gelagert. Innenseitig bildet eine Kombination aus Wandscheiben und Sprengwerk das Auflager der Decke. Die Decke ist in dieses 18,7 m überspannende System hochgehängt.

Die Fassade wurde als Pfosten-Riegel-Konstruktion ausgeführt. Die Abstände der Stützen betragen dabei ca. 5m. Vor die Stützen sind horizontale Fassadenkassetten montiert, welche den Stützenabstand frei überspannen. Die abschließende Gebäudehülle besteht aus metallischen, gelochten Profilen.

## 2.2. Aussteifungskonzept

Die Aussteifung der Produktionshalle erfolgt über Dachverbände, welche sich in der Obergutebene der Fachwerke befinden. Jedes Hallenschiff ist dabei durch einen separaten Dachverband ausgesteift.

In der Spange West werden die Horizontalkräfte aus der Dachebene über die, die Hallendachkonstruktion seitlich abschließenden Fachwerkträger aus Brettschichtholz und Wände aus Brettsperrholz in die aussteifenden Kerne aus Brettsperrholz abgeleitet. Am östlichen Rand der Produktionshalle sind über die gesamte Hallenlänge Fachwerkträger aus Brettschichtholz angeordnet, die die Horizontallasten aus der Obergutebene in die Untergutebene ableiten. Hier befindet sich über einem Besuchersteg eine Brettsperrholzdecke, welche ihrerseits die Horizontallasten in die Wandscheiben aus Brettsperrholz und in das darin (zwischen je zwei Wandscheiben) verbaute Sprengwerk einleitet. Das Sprengwerk und die Wandscheiben aus Brettsperrholz sind in die HBV-Decke eingebunden, welche die Horizontallasten über die Betonplatte weiter in die Aussteifungskerne aus Brettsperrholz ableitet.

Die innenliegenden Hallenschiffe erfahren aufgrund ausreichender Abschirmung durch die außenliegenden Hallenschiffe keine Windbeanspruchungen und mussten nur für die Aufnahme der Aussteifungskräfte der Konstruktion (Stabilisierung) dimensioniert werden.

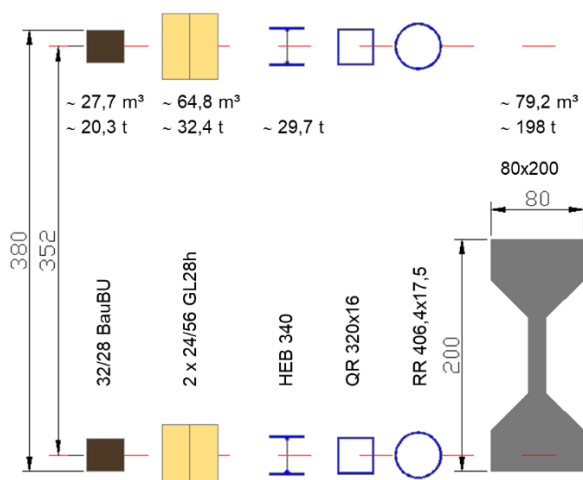
Die seitlich begrenzenden Fachwerkträger aus Brettschichtholz werden über die tiefliegenden Dachebene (Scheiben aus Brettsperrholz) bzw. über die Decken- und Dachscheiben der Seitenbauten ausreichend gekoppelt, so dass die aus den Dachverbänden abgeleiteten Horizontallasten über alle vier aussteifenden Kerne aus Brettsperrholz gleichmäßig verteilt angenommen werden können.

Für die Verteilung der Windlasten aus «Wind auf Traufe» wurden in der Dachebene der Seitenbauten entlang der Traufe liegende Brettschichtholz-Riegel ( $b/h=8/136$ ) angeordnet. Diese verteilen die Lasten auf die aussteifenden Wandscheiben in den Hauptachsen (aussteifende Kerne aus Brettsperrholz).

Horizontale Einwirkungen, die in Höhe der Deckenscheiben auf die Tragstruktur angreifen, werden über die Deckenscheiben aus Brettspertholz (Seitenbau West) bzw. über die Deckenscheiben in Holz-Beton-Verbundbauweise (Seitenbau Ost) in die aussteifenden Kerne aus Brettspertholz abgeleitet.

### 3. Dachtragwerk Produktionshalle

Die Überbrückung großer Spannweiten mit Vollwandträgern geht immer mit einem großen Eigengewicht des Tragwerks selbst einher. Unter diesem Aspekt fiel die Wahl des statischen Systems des Dachtragwerkes schnell auf eine Fachwerkkonstruktion, sowohl für die Haupt- und auch für die Nebenträger. Aufgrund der geplanten Produktionstechnik waren zudem zahlreiche, die Tragstruktur durchdringende Installationen zu erwarten. Dies und die gewünschte Beleuchtung über die Höhenversprünge der Dachebene in den Bereichen der Schems, begünstigten die Entscheidung für die Ausführung der Dachkonstruktion mit aufgelösten Strukturen.



Mit dem Ziel eine besonders schlanke und filigrane Konstruktion herzustellen, deren einzelne Stäbe und Komponenten untereinander über möglichst effiziente Verbindungen gekoppelt werden, fiel die Wahl für das Material des Dachtragwerkes auf Buche-Furnierschichtholz der Firma Pollmeier (BauBuche). Die Biege-, Druck- und Zugfestigkeit von BauBuche liegt im Vergleich zu Brettschichtholz ungefähr bei dem dreifachen Wert. Durch diese hohen Festigkeitswerte können die Stäbe der Fachwerkkonstruktionen vergleichsweise schlank ausgeführt werden.

Abbildung 4: Vergleich unterschiedlicher möglicher Gurtquerschnitte für das Hauptfachwerk, sowie des daraus resultierenden Gewichts.

Ein Vergleich mit möglichen anderen Konstruktionen bzw. Materialien zeigt, dass mit Stahl oder Spannbeton keine schlankeren und/oder leichteren Konstruktionen möglich sind.

Die Berücksichtigung des geforderten Feuerwiderstandes begünstigten zusätzlich den Einsatz von Bauteilen aus Holz.

Durch die hohe Querdruck- und Schubfestigkeit lassen sich zudem sehr effektive «zimmermannsmäßige» Kontaktanschlüsse ausführen. Ergänzend begünstigt die hohe Rohdichte des Materials Anschlüsse mit stiftförmigen Verbindungsmitteln. Speziell Schrauben erreichen bei Verwendung von BauBuche bereits bei geringen Einschraubängen ihre volle Tragfähigkeit. Bereits bei einer Einschraublänge von nur ca. dem zehnfachen des Nenn-durchmessers (10·d) kann die hohe Leistungsfähigkeit von Vollgewindeschrauben vollständig erreicht und ausgenutzt werden.

	Nadelholz	BauBU	Stahl	
	C24	GL28h	GL75	S235JR
$f_{m,k}$	24,0	28,0	80,9	235
$f_{t,0,k}$	14,5	22,3	64,2	
$f_{c,0,k}$	21,0	28,0	68,0	
$f_{c,90,k}$	2,5	2,5	14,5	
$f_{v,k}^{(1)}$	2,0	2,5	4,5 / 8,0	136
$E_{mean}$	11000	12600	16700	210000

Abbildung 5: Vergleich der Festigkeitswerte (z.T. abhängig von den vorhandenen Querschnittsabmessungen) unterschiedlicher Materialien und Festigkeitsklassen.

Die das Dach des Produktionsbereichs seitlich begrenzenden Fachwerke dienen neben der vertikalen Lastabtragung auch der Ableitung der Lasten aus dem Aussteifungsverband. Da diese mit der doppelten statischen Höhe gegenüber den sonstigen Nebenfachwerkträgern ausgeführt werden konnten, wurde aus Gründen der Wirtschaftlichkeit für deren Ausführung Brettschichtholz verwendet.

Die Pfosten und Diagonalen der Dachverbände der Produktionshalle bestehen aus BauBuche. Die Diagonalen werden ausschließlich auf Druck beansprucht und wurden aus diesem Grund mittels Kontaktanschlüssen (in Form von Treppenversätzen) an die Gurte der Nebenfachwerkträger angeschlossen. Schrauben kamen hier ausschließlich zur Lage-sicherung und als Montagehilfe zum Einsatz. Die Pfosten aus BauBuche dienen nur zur Aussteifung der Obergurte der Nebenfachwerkträger. Da diese vorwiegend auf Druck beansprucht werden erfolgt deren Anschluss ebenfalls über Druck/Kontaktpressung. Die geringfügig auftretenden Zugkräfte können über die Anordnung von jeweils maximal vier Schrauben je Stabende aufgenommen werden.

### 3.1. Anschlussdetail - Hauptfachwerk, Mittelauflegerknoten

Am Mittelaufleger des Hauptfachwerkträgers treffen fünf Stäbe aufeinander. Jeder dieser Stäbe ist durch Druckkräfte beansprucht. Da der Untergurt durchlaufend angenommen wurde muss zudem die Übertragung der Momente im Untergurt gewährleistet werden.

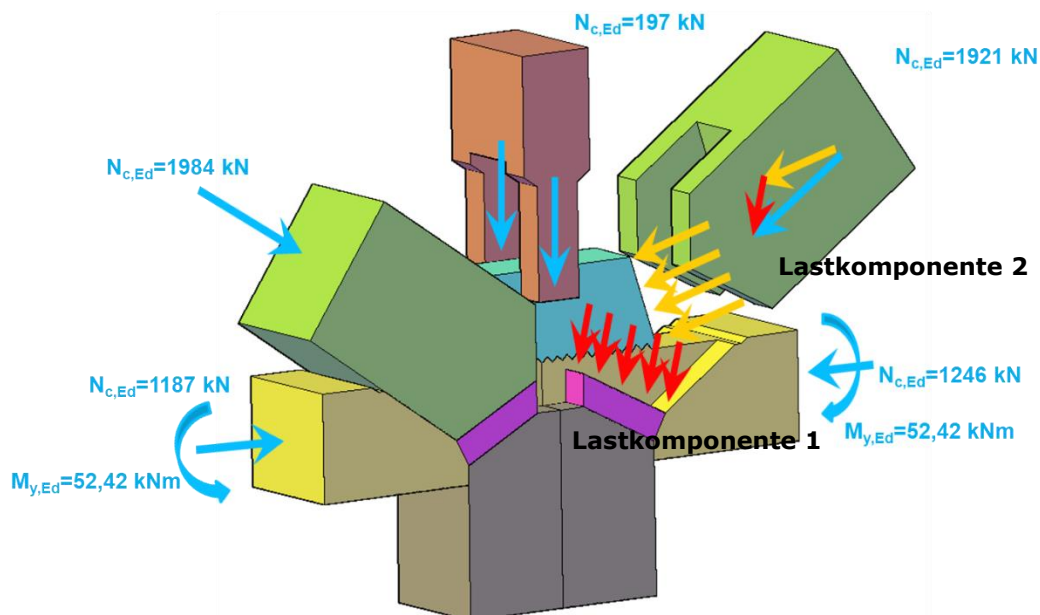


Abbildung 6: Lasteinwirkung am Mittelauflegerknoten.

Die Konstruktion dieses Anschlusses erfolgte unter der Berücksichtigung folgender Vorgaben:

- Druckkräfte aus vertikalen Stäben möglichst direkt in Stütze einleiten, d.h. Lastdurchleitungen über Querdruck im Untergurt vermeiden.
- Entgegengerichtete Lastkomponenten aus Stäben soweit möglich kurzschließen.
- Lastkomponenten der Auflagerkraft, welche aus den Diagonalen resultieren, möglichst direkt in Stütze einleiten, d.h. Lastdurchleitungen über Querdruck im Untergurt vermeiden.

Der Anschluss der Diagonalen erfolgt jeweils über zwei Druckpunkte. Hierdurch werden die Kräfte der Diagonalen im Anschlussbereich jeweils in zwei Komponenten aufgeteilt:

- Lastkomponente 1 wirkt senkrecht zur Winkelhalbierenden zwischen Diagonale und Stütze.
- Lastkomponente 2 wirkt senkrecht zur Winkelhalbierenden zwischen Diagonale und Gurtstab/Schubholz (siehe Abb. 6).



Um diese Aufteilung der Kräfte zu erreichen, wurden die Diagonalen innenseitig ausgenommen, die Untergurtstäbe außenseitig reduziert. Somit kann je ein Teil der Diagonalen außenseitig am Untergurt vorbeigeführt werden, und Teile der Untergurte können bis zum Schwerpunkt des Anschlusses durchlaufen und stumpf gestoßen werden. Für den Anschluss der Kräfte aus den Diagonalen ( $N_{c,Ed} \leq 1984 \text{ kN}$ ) werden die Kontaktflächen zwischen Stütze und die äußeren Laschen der Diagonalen auf deren gemeinsame Winkelhalbierende angeschnitten und stumpf gestoßen. Innenseitig stoßen die Diagonalen gegen eine Schubknagge, welche u.a. die beiden Diagonalen horizontal kurzschließen. Die Schubknagge und der innere Bereich der Diagonalen werden auf deren gemeinsame Winkelhalbierende angeschnitten und gestoßen.

Die Lastenkomponenten 1 der Diagonalen werden somit über deren äußere Laschen, per Schrägdruck direkt in die Stütze eingeleitet.

Die Lastenkomponenten 2 der Diagonalen werden über deren inneren, verbleibenden Querschnittsanteil, mittels Schrägdruck in die Knagge eingeleitet und kurzgeschlossen. Ein verbleibender Anteil dieser Lastkomponente, resultierend aus der Differenz der entgegengesetzt wirkenden Kräfte, wird über die an der Knagge unterseitig angeordnete Verzahnung in die Gurtstäbe eingeleitet. Durch den Lastabtrag über die Verzahnung entstehende Umlenkkräfte werden durch zusätzliche, vertikal angeordnete Schrauben aufgenommen und ebenfalls in die Gurte abgeleitet.

Die verhältnismäßig geringe Druckkraft aus dem Vertikalstab wird ebenfalls unmittelbar über äußere Laschen und Längsdruck in die Stütze eingeleitet (siehe Abb. 6).

Die Druckkraftkopplung der beiden Untergurtstäbe erfolgt durch den stumpfen Stoß der beiden Bauteile. Das an diesem Punkt wirkende Moment im Untergurt wird in ein horizontal wirkendes Kräftepaar aufgeteilt. Die an der Oberkante des Gurtholzes entstehende Zugkraftkomponente wird über die Verzahnung der Gurthölzer mit der darüber liegenden Knagge übertragen. Aus der Verzahnung resultierende Umlenkkräfte werden, wie bereits oben beschrieben, über zusätzlich angeordnete Schrauben aufgenommen.



Abbildung 7: Rechts: Abbund der Diagonalen und der zugehörigen Knagge des Mittelauflegerknotens; Links: montierter Knoten.

### 3.2. Anschlussdetail - Hauptfachwerk, Hauptdiagonale

Das statische System des Hauptfachwerkträgers wurde so gewählt, dass die Diagonalstäbe immer auf Druck und alle Vertikalstäbe auf Zug beansprucht werden.

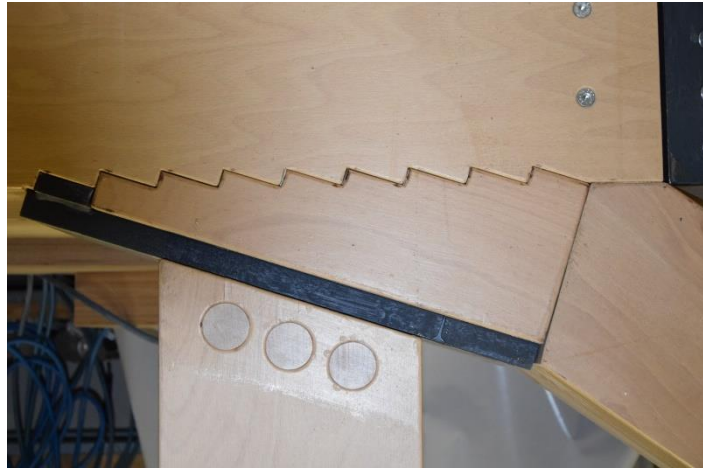
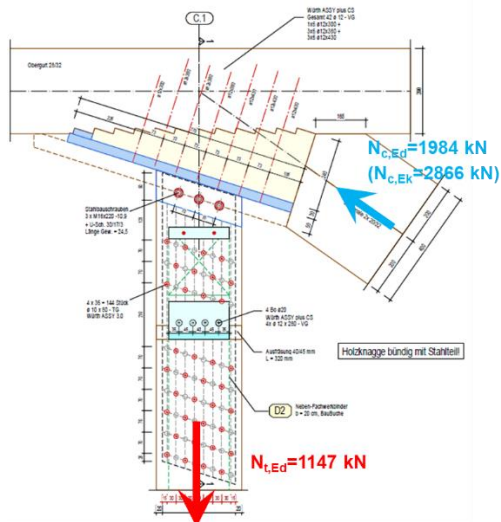


Abbildung 8: Beispiel eines «verlängerten» Treppenversatzes.

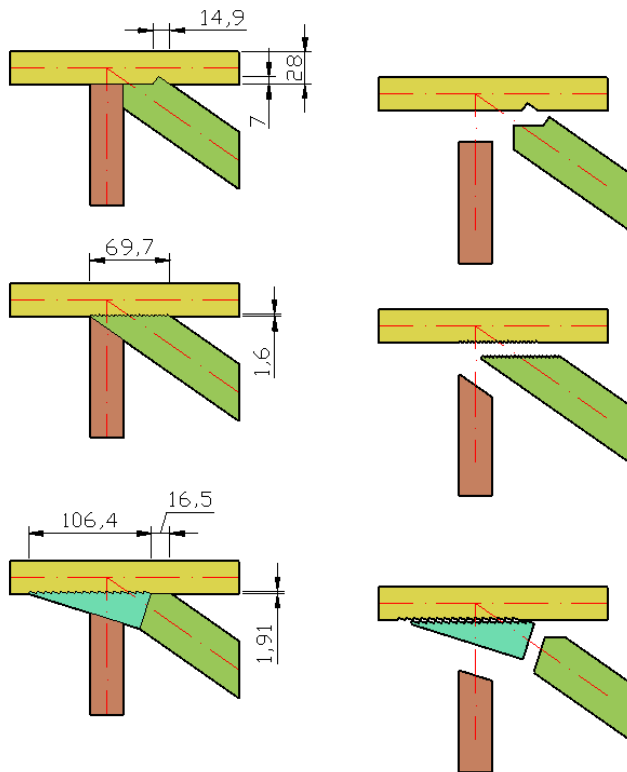
### Anschluss der Diagonalen

Der Anschluss der Diagonalen erfolgt in Abhängigkeit der anzuschließenden Kraft durch einen Treppen- oder einen «verlängerten» Treppenversatz. Der Treppenversatz entspricht dabei einer Aneinanderreihung von Fersenversätzen.

In der Regel wird beim Nachweis von Treppenversätzen das Abscheren der Treppenstufen am Gurt maßgebend. Eine Steigerung der Tragfähigkeit dieser Anschlüsse konnte durch folgende Überlegungen erreicht werden:

- Gemäß ETA-12/0354 ist die Schubfestigkeit von BauBuche mit  $4,5 \text{ N/mm}^2$  (unter Berücksichtigung der Querschnittsabmessungen hier mit ca.  $4,9 \text{ N/mm}^2$ ) anzunehmen. Werden die Furniere stehend angeordnet, kann für diese Variante der Anschlüsse die Schubfestigkeit mit  $8 \text{ N/mm}^2$  angenommen werden.
- Wenn die Schubfestigkeit nicht ausreichend ist, muss die Anschlussfläche vergrößert werden (z.B. durch verlängert der Anschlussfläche). Dies wird durch die Anordnung einer Anschlussknaagte erreicht. Hierbei wird die Diagonalkraft in einen flacheren Winkel umgelenkt. Die korrespondierende, senkrecht zum Gurtholz wirkende Kraftkomponente wird über Querpressung in den Gurt eingeleitet.

Vergleicht man im vorliegenden Fall die Kapazität eines konventionellen Fersenversatzes mit der eines Treppenversatzes bzw. eines «verlängerten» Treppenversatzes ergeben sich folgende Tragfähigkeiten:



**Fersenversatz**

$F_{c,Ek} = 998 \text{ kN}$

**Treppenversatz**

$F_{c,Ek} = 2178 \text{ kN}$

Viele kleine Fersenversätze mit größerer Scher- und Druckfläche

**<Verlängerter> Treppenversatz**

$F_{c,Ek} = 2178 \text{ kN}$

Verlängerung der Anschlussfläche mit weiteren Fersenversätzen und zusätzlicher Anschlussfläche

Abbildung 9: Laststeigerung durch Variation des Fersenversätze – einfacher Fersenversatz, Treppenversatz, <verlängerter> Treppenversatz.

**Anschluss der Vertikalen**

Der Anschluss der Vertikalstäbe erfolgt in Abhängigkeit der jeweiligen maßgeblichen Kraft durch zwei Varianten:

- Bei <kleineren> Kräften werden ausschließlich lange Vollgewindeschrauben für den Anschluss verwendet. Hierzu werden die Schrauben senkrecht zum Gurtholz und faserparallel zum Vertikalstab angeordnet. Die hier verwendeten Vollgewindeschrauben Würth ASSY plus VG Ø10mm benötigen lediglich eine Verankerungslänge von 314 mm parallel zur Faserrichtung, um deren maximale Tragfähigkeit (Stahltragfähigkeit  $f_{tens,k}$ ) in den Vertikalstab einleiten zu können.

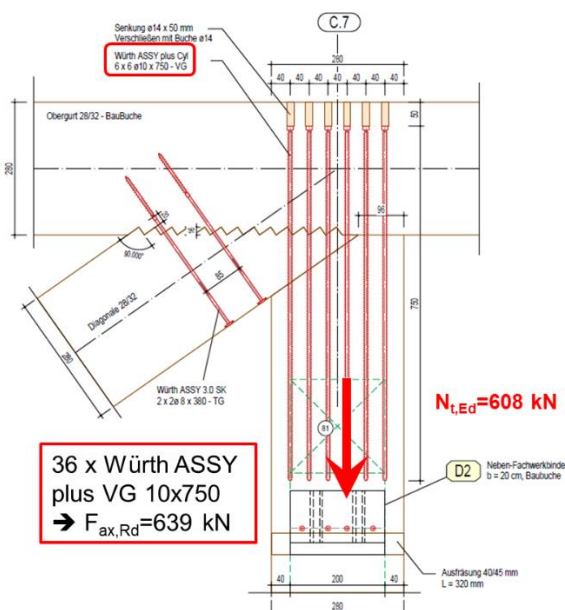


Abbildung 10: Zeichnung für einen Vertikalstabanschluss mit <kleineren> Kräften.

- Hochbeanspruchte Vertikalstäbe werden über Stahlteile angeschlossen. Die Vertikalstäbe werden dreiteilig (80mm/160mm/80mm) ausgeführt und für das Einlassen von Zuglaschen aus Stahl ausgenommen. In Kombination mit den senkrecht zur Scherfläche angeordneten Schrauben Würth ASSY 3.0 10x80 entsteht eine vierschnittige Verbindung mit innenliegenden, verdeckten Stahllaschen. Diese Zuglaschen werden mit drei Stahlbauschrauben M16 (10.9) an eine Kopfplatte angeschlossen, welche mit Vollgewindeschrauben Würth ASSY plus VG Ø 12 mm in das Gurtholz rückverankert wird. Da diese Schrauben nicht parallel zur Zugkraft aus dem Vertikalstab angeordnet werden, entsteht hier ergänzend zu der Kraft in Richtung der Schraubenachse eine Umlenkraft parallel zur Verlängerungsknagge. Diese Umlenkraft wird über die Kopfplatte unmittelbar mit den Kräften der Diagonalen kurzgeschlossen.

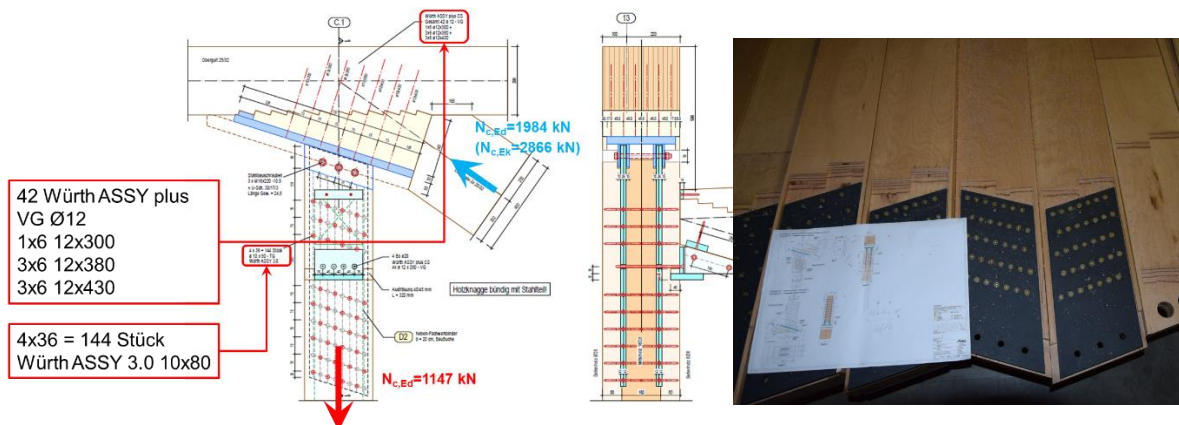


Abbildung 11: Hochbeanspruchter Vertikalstabanschluss (rechts: vormontierte Stahlplatten).

## 4. Decken

Die Decke des westlichen Seitenbaus hat eine Spannweite von 4,6 m und wurde mit einer 16 cm dicken Decke aus Brettsper Holz ausgeführt.

Die Decke über der Spange Ost überspannt 9 m und hat zudem noch einen Überstand von ca. 2 m, welcher als Balkon bzw. Besuchersteg für die Besichtigung der Produktion genutzt werden soll. Die Decke wurde in Holz-Beton-Verbundbauweise ausgeführt und besteht aus Deckenbalken 24/40, GL28c im Abstand von 1,25 m mit 12 cm Beton. Die Betonplatte besteht aus Fertigteile-Filigranplatten (Schalung) welche entsprechend Statik bewehrt und mit Ortbeton zu einer monolithischen Platte aufbetoniert wurde. Der Schubverbund zwischen Deckenbalken und Beton wurde mit Würth FT-Schubverbindern in Kombination mit Schrauben Würth ASSY plus VG 10x430 hergestellt.

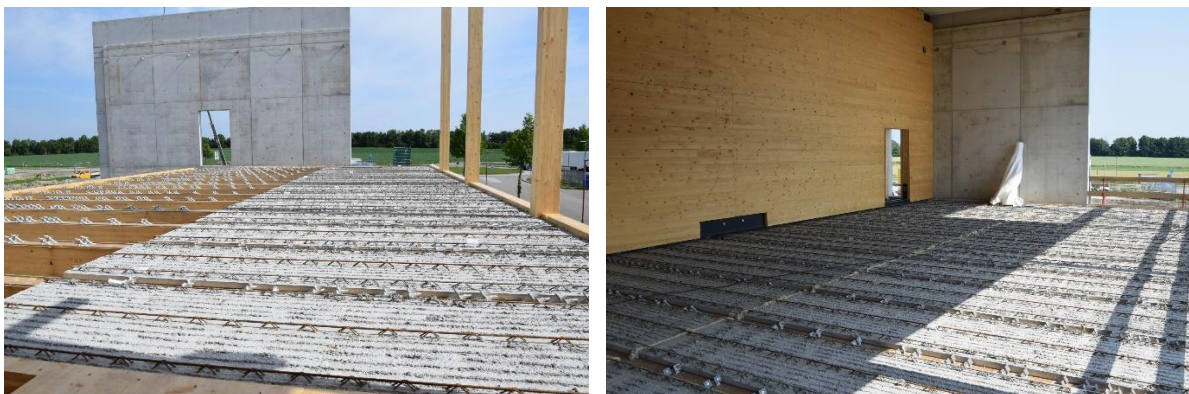


Abbildung 12: HBV-Decke im Montagezustand vor dem betonieren.

Die Decke lagert an der Außenfassade auf einem deckengleichen Randunterzug. Innen-seitig wurde die Decke in eine Kombination aus Wandscheiben aus Brettsper Holz und abgestrebtem System hoch gehängt. Dabei spannen die Wandscheiben jeweils ca. 9,35 m

von den angrenzenden Aussteifungskernen bis zur Mitte eines Hallenschiffes. Hier binden die Wandscheiben in eine Abstrebung ein, welche sich wiederum in die Wandkrone der Aussteifungskerne rückverankert.

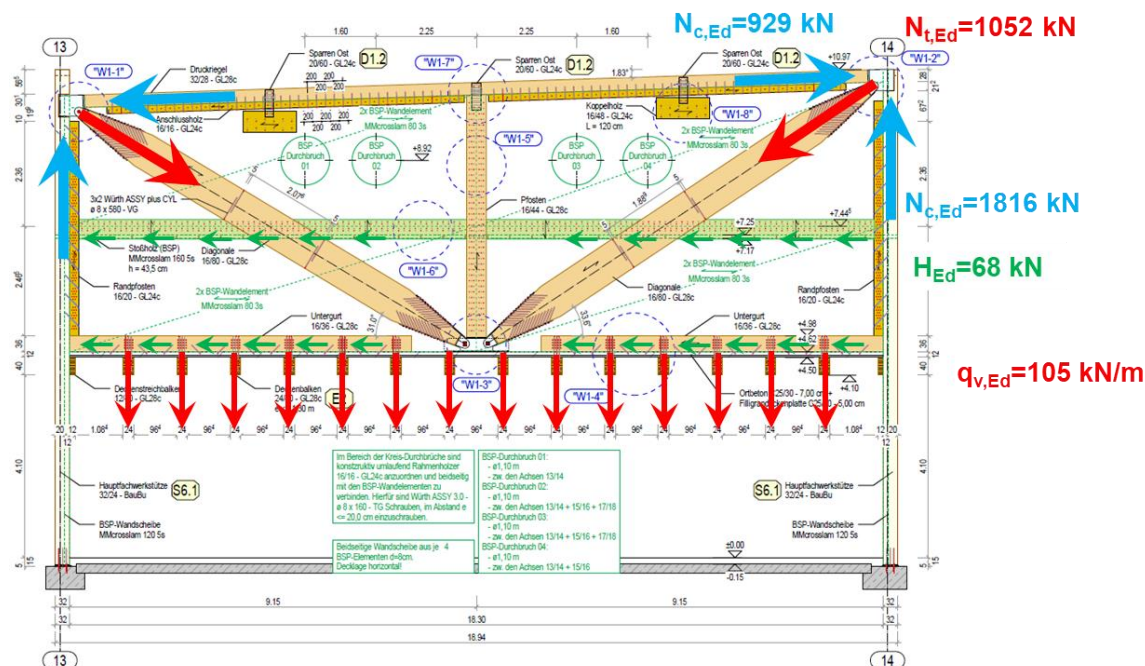


Abbildung 13: Kombination aus Wandscheiben und abgestrebtes System; Lasteinwirkung aus HBV-Decke «Spange Ost» (rot); Lasten aus Hauptfachwerkträger auf Randstütze und aus Aussteifung auf Wandscheibe (grün).

## 5. Aussteifende Kerne

Die aussteifenden Kerne bestehen aus Wandelementen aus Brettsperrholz der Dicken 12 cm, 16 cm und 24 cm (in dezidierten Bereichen aus Gründen des Feuerwiderstandes, der dort z.T. 90 Minuten beträgt).

Die Wandelemente sind vertikal gestoßen und bis zu 12 m hoch (ohne horizontalen Stoß). In den an die Produktionshalle angrenzende Ecken sind die Stützen aus BauBuche 32/24 des Hauptfachwerkträgers integriert. Die Stützen sind mit den Wandelementen verschraubt und werden durch diese gegen Knicken gehalten.

Ein integrierter Fahrstuhlschacht besteht ebenfalls aus 16 cm dicken Brettsperrholz-Elementen.

Treppenläufe und zugehöriges Podest wurden als Stahlbetonfertigteile ausgeführt.

Die Wandscheiben der Kerne übernehmen die Aussteifung der gesamten Halle. Deren Verankerung erfolgte ausschließlich mit Betonschrauben und Spreizdübel.

## 6. Zusammenfassung

Durch die Verwendung von BauBuche ist es gelungen, ein weit gespanntes Hallentragwerk zu bauen, dessen Konstruktion sehr schlank, filigran und leicht ist. Die Materialeigenschaften in Kombination mit Würth ASSY Holzbauschrauben ermöglichen zudem die Ausführung sehr kompakter und leistungsfähiger Anschlüsse. Dies wiederum ermöglicht den wirtschaftlichen Einsatz des Materials BauBuche – Querschnitte können bis zu 100% ausgenutzt werden. Material und Ressourcen werden effizient genutzt.

Unter Berücksichtigung der Anforderungen an den Feuerwiderstand ist das Bauen mit Holz und BauBuche bei solchen Projekten mehr als nur eine Alternative zum Bauen mit Stahl, Stahlbeton oder Spannbeton.