Laubholz im Ingenieurholzbau

Thomas Strahm
neue Holzbau AG
Lungern, Schweiz

Laubholz im Ingenieurholzbau

1. Laubholz als natürlicher Hochleistungsbaustoff

Laubhölzer – besonders Buche und Esche – weisen von Natur aus höhere spezifische Festigkeiten auf als Nadelhölzer. Dadurch lassen sich schlankere, tragfähigere Tragkonstruktionen entwerfen. Die *neue Holzbau AG* stellt seit über 10 Jahren Brettschichtholz in Laubholz her. Gerade mit Esche, aber auch mit Buche, Eiche und Robinie konnte die Firma durchwegs positive Erfahrungen sammeln. In der Verarbeitung ist Laubholz gegenüber Fichte deutlich aufwendiger. Ebenso ist die Beschaffung von Laubholzbrettern kostspieliger, da (noch) kein Massenprodukt. Der Mehraufwand verursacht im Vergleich zu BSH in Fichte deutliche Mehrkosten. Um BSH-Laubholz effizient einzusetzen, müssen die Vorteile des Laubholzes gegenüber dem Nadelholz ausgenutzt werden. Dies sind, neben den deutlich höheren Festigkeiten (insbesondere im Bereich Biegung, Schub, Zugfestigkeit quer und parallel zur Faser, Druckfestigkeit quer sowie Rollschubfestigkeit), die massiv höheren Leistungen im Bereich der Verbindungsmittel. Ein GS-Anker (Verbindungsmittel mit eingeklebtem Gewindestab) in Esche ist um 1.5x leistungsfähiger als in Fichte, ohne dabei an Leistung bezüglich Steifigkeit und Duktilität einzubüssen. Deutlich höhere Leistungen mit Laubholz werden auch bei Stabdübel- oder Schraubverbindungen erreicht.

1.1. n'H-BSH aus Laubholz

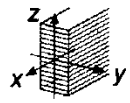
Laubholz wurde bisher durch die *neue Holzbau AG* meist nur für lokale Verstärkungen im Bereich eines Anschlusses eingesetzt. Damit können die durch Verbindungsmittel geschwächten Stellen gezielt lokal verstärkt werden. Mit der höheren Leistung in den Verbindungsmitteln wird zudem der Querschnitt weniger geschwächt. All diese Massnahmen ermöglichen die Ausführung von Montagestössen mit 100% Leistung von Fichte.

Abbildung 1: Rahmenecken mit Eschenverstärkung im Bereich des Zuganschlusses

Seit einigen Jahren nutzt die *neue Holzbau AG* die Leistungsfähigkeit des Laubholzes auch für ganze Bauteile. Zusammen mit Herrn Prof. Ernst Gehri wurden betriebsintern verschiedene Prüfserien im Bereich Laubholz durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war, Bemessungsgrundlagen für BSH in Esche und Buche zu erstellen. Die Untersuchungen umfassten alle relevanten Arbeitsprozesse der Brettschichtholz-Herstellung, von der Sortierung der Bretter über die Keilzinkungen bis zur Flächenverklebung. Daneben wurden im eigenen Prüfcenter Biege- und Schubprüfungen an Trägern vorgenommen, um die Leistung am Fertigprodukt zu kontrollieren. Die ganze Qualitätssicherung wurde auf die hoch beanspruchten Bauteile ausgerichtet.

1.2. n'H – BSH Festigkeitsklassen GL 40 und GL 48

Nachstehend die kennzeichnenden Eigenschaften und empfohlenen Bemessungswerte für n'H-Brettschichtholz aus Esche und Buche (für η_w = 1,0 und η_t = 1,0). Voraussetzung ist ein BSH-Produkt mit n'H-Qualität.

 Festigkeitsklassen				BSH - Laubholzklassen [4]			
				GL 40k	GL 40h	GL 48k	GL 48h
Kennzeichnende Eigenschaften [1]							
– Biegefestigkeit		$f_{m,k}$	N/mm²	40	40	48	48
– mittlerer Biege-E-Modul		$E_{m,mean}$	kN/mm²	14	14	15	15
Bemessungswerte [1]							
Festigkeit	Biegung	$f_{m,d}$	N/mm²	26,5	26,5	32	32
	Zug parallel zur Faser	$f_{t,0,d}$	N/mm²	20	22	22	25
	Druck parallel zur Faser	$f_{c,0,d}$	N/mm²	22	25	25	28
	Zug senkrecht zur Faser	$f_{t,90,d}$	N/mm²	0,25	0,25	0,25	0,25
	Druck senkrecht zur Faser	$f_{c,90,d}$					
	– generell		N/mm²	4,5	4,5	5,0	5,0
	– mit Vorholz [3]		N/mm²	6,3	6,3	7,0	7,0
	– Endauflagerung		N/mm²	5,0	5,0	6,0	6,0
	Schub	$f_{v,d}$	N/mm²	3,0	3,0	3,0	3,0
Verformung	$E_{0,mean}$ in Faserrichtung [2]	$E_{m,mean}$ / $E_{t,0,mean}$ / $E_{c,0,mean}$	kN/mm²	14	14	15	15
	$E_{90,mean}$ senkr. zur Faser [2]	$E_{t,90,mean}$ / $E_{c,90,mean}$	kN/mm²	1,0	1,0	1,0	1,0
	Schubmodul [2]	G_{mean}	kN/mm²	1,0	1,0	1,0	1,0
Rohdichte		ρ_k	kg/m³	550	580	600	620

1. Eigenschaften und Bemessungswerte beziehen sich auf eine Holzfeuchte von 12%.
2. 5%-Fraktilwerte sind auf das 0,85-Fache der Mittelwerte festgelegt.
3. Das Vorholz muss beidseitig mindestens 100 mm betragen, andernfalls ist mit dem generellen Wert zu rechnen.
4. Für n'H-Produktion und Laubholzarten Esche und Buche; für andere Holzarten nach Anfrage.

Der Bemessungswert der Rollschubfestigkeit $f_{r,d}$ darf für alle Festigkeitsklassen zu 1,5 N/mm² in Rechnung gestellt werden.

Der zur Rollschubbeanspruchung gehörende Rollschubmodul darf mit $G_{r,mean} = 0{,}20 \cdot G_{mean}$ angenommen werden.

Obige Bemessungswerte beziehen sich auf folgende Referenzabmessungen; für andere Abmessungen sind die Korrekturen zu beachten.
Biegung: für h = 600 mm; für andere Werte (bis 1,80 m) keine Korrekturen
Zug parallel zur Faser: b oder h = 300 mm und ℓ = 3'600 mm; für grössere Werte mit $k_{t,size}$ multiplizieren: $k_{t,size} = (300/b)^{0,1}$ oder $(300/h)^{0,1}$ bzw. $(3'600/\ell)^{0,1}$, wobei $k_{t,size} \leq 1{,}0$
Druck parallel zur Faser: keine Korrekturen
Zug senkrecht zur Faser: gleichmässig beanspruchtes Volumen = 0,1 m³; für grössere Werte mit k_{size} = (0,1/Volumen)^{0,1} multiplizieren.
Druck senkrecht zur Faser: keine Korrekturen für generellen Wert.
Schub: für gleichmässig beanspruchte Schubfläche parallel zur Faser A_{shear} = 160'000 mm²; für andere Werte multiplizieren mit $k_{shear,size} = (160'000/A_{shear})^{0,28} \leq 1{,}2$.
(Definition A_{shear} : Scherlänge unter V_{max} · Trägerbreite b in mm²)

1.3. Qualitätssicherung

Gegenüber dem heute als Brettschichtholz am meisten verwendeten GL24 in Fichte hat das Laubholz auf charakteristischem Niveau in fast allen Bereichen die doppelte Leistung! Dies bedingt ein ganzheitliches Qualitätskonzept, beginnend beim Eingangsrohstoff Brett bis zum Endprodukt Tragelement inklusive Verbindungen. Um die in der Tabelle aufgeführten Festigkeitswerte zu gewähren, verfügt die *neue Holzbau AG* über eine vollumfängliche Qualitätssicherung, die auf drei Grundsätzen basiert:

1. Grad und Umfang den Kontrollen angepasst (Kontrollen wo nötig; so wenige Kontrollen wie möglich).
2. Grundmaterial sowie jeden Verarbeitungsprozess so realitätsnah wie möglich prüfen.
3. Die Vorgaben und Ziele (Festlegung von Prüfwerten) müssen einfach überprüfbar sein.

Als erstes wird dabei jeder Konstruktion aufgrund ihrer Nutzung ein Grad der Kontrolle gegeben:

KK1	Bauteil mit geringer statischer Ausnutzung
KK2	Ingenieurtragwerke generell
KK3	Anspruchsvolle Ingenieurtragwerke

Die drei Kontrollklassen unterscheiden sich durch Grad und Umfang der durchzuführenden Prüfungen.
Für die Herstellung von BSH werden folgende Kontrollen durchgeführt:

Zugeigenschaft der Bretter (Zugfestigkeit und Zug E-Modul)
Stichprobenweise Überprüfung des 5%-Fraktilwertes mittels Prüfbelastung.

Zugfestigkeit der Keilzinkenstösse
Stichprobenweise Überprüfung des 5%-Fraktilwertes auf Bruch.

Scherfestigkeit der Flächenverklebung
Stichprobenweise Überprüfung auf Bruch.

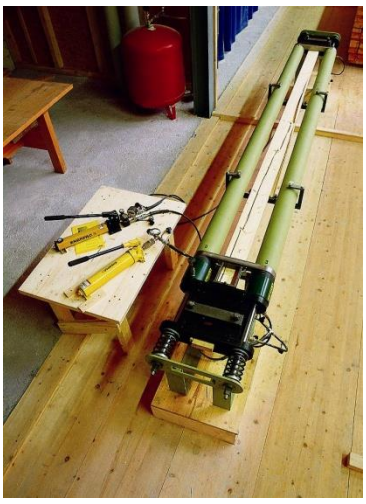


Abbildung 2: Zugprüfanlage Lamelle

Projekte oder Bauteile mit Festigkeit GL48 (Laubholz) werden in der *neuen Holzbau AG* in die Kontrollklasse 3 eingeteilt (anspruchsvolle Ingenieurtragwerke).

Gefordert werden dabei:
Zugprüfungen Brett: 1 von 25 Brettern.
Keilzinkenprüfungen auf Zug: 4 Proben pro Schicht.
Scherprobenprüfungen: Je Leimbauschicht 1 Abschnitt.

Entscheidend dabei ist, dass sowohl die Bretter als auch die Keilzinken direkt auf Zug geprüft werden. Zugprüfanlagen haben sich in vielen Betrieben noch nicht etabliert, da etwas aufwendiger. Gerade an die Keilzinkung werden enorme Anforderungen gestellt, die ohne Zugprüfungsanlage nur ungenügend überprüft und demensprechend nicht verantwortet werden können.

2. Warum wird nicht mehr Laubholz verwendet?

2.1. Kosten

Obschon die Fichte eher knapp wird, bildet sich dies in den Fichten-Endprodukten noch nicht ab. BSH Fichte zum Beispiel ist auf einem sehr tiefen Preisniveau, die Preise je m^3 sind in den letzten Jahren gesunken und nicht gestiegen. Trotz massiv höherer Leistung des Laubholzes und dadurch deutlich kleineren Dimensionen kann ein festigkeitsmässig gleichwertiges BSH Fichtenbauteil preislich „noch nicht" konkurrenziert werden. Auch sind die längst bekannten Problemkreise: Einschnitt, Trocknung, Sortierung, Keilzinkung und Flächenverklebung noch nicht vollständig gelöst. Insbesondere bei der Buche ist die Ausbeute des Rundholzes sehr gering. Der Ausschuss der Bretter liegt bei über 30%. Abweichend von der Fichte werden zudem meist deutlich dünnere Lamellen verarbeitet, die Bretter sind kürzer, was zu mehr Keilzinkenstössen führt. Die Weiterverarbeitung ist deutlich aufwendiger, die Abnutzung des Werkzeugs um ein vielfaches höher.

2.2. Esche/Buche mit Feuchte

Die für den Bau idealen Laubholzarten (Buche/Esche) sind für den Einsatz in feuchter Umgebung ungeeignet. Schwind und Quellmasse sind extrem, die Formstabilität bei zu hohen Feuchteschwankungen nicht mehr zu kontrollieren. Auch die Verklebung ist deutlich anspruchsvoller. Unter der Leitung von Herrn Prof. Niemz führten Teams an der ETH Zürich sowie an der Berner Fachhochschule Biel im Jahr 2014 ein Projekt zur Flächenverklebung von Esche durch. Das Projekt wurde durch das BAFU über den Fond „Wald und Holz" mitfinanziert. Die Idee war, möglichst viele Klebsstoffsysteme auf ihre Eignung für die Flächenverklebung von Esche zu testen, verschiedene Parameter zu verändern und die besten herauszufiltern. Dabei wurden sowohl Delaminierungsprüfungen als auch Zugscherversuche A1 und A4 durchgeführt.

Abbildung 3: Delaminierungsproben

Die Ergebnisse der Delaminierungprüfungen waren ernüchternd. Kein einziger Prüfkörper hat die Anforderungen gemäss EN 302 erreicht. Die Abbildung 3 zeigt dies beispielhaft. Die Unterschiede zwischen den Klebstoffen sind sehr gross. Ebenso erwiesen sich Prozessparameter als äusserst einflussreich.

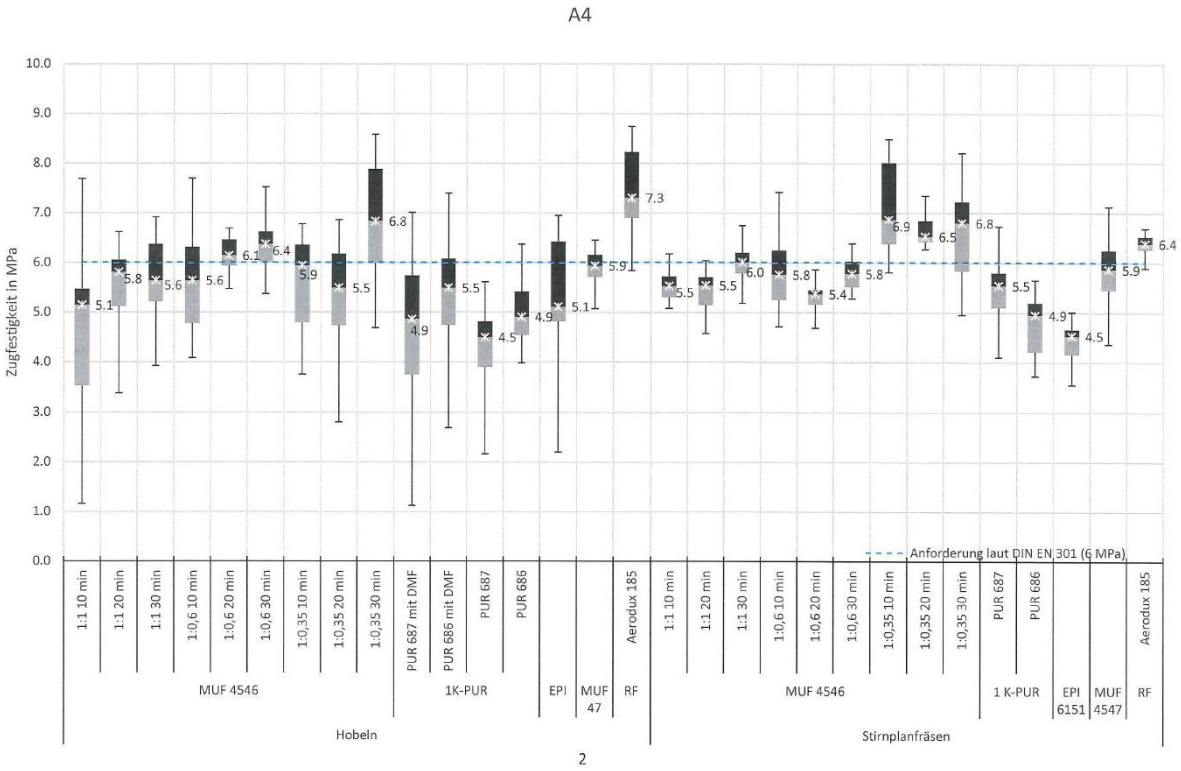


Abbildung 4: Ergebnisse Zugscherprüfungen A4

Die unterschiedlichen Ergebnisse widerspiegeln sich auch bei den feuchten (A4) Zugscherprüfungen. Erstaunlich ist, dass die Art der gehobelten Oberfläche keinen grossen Einfluss hatte. Ob Flächen normal gehobelt oder stirnplangefräst sind, hat eher zweitrangige Bedeutung – zumindest bei nasser Prüfung. Die normal gehobelten Flächen ergaben tendenziell sogar eher die besseren Werte. PU und EPI funktionieren ohne Primer gar nicht. Das zeigen sowohl die nassen Zugscherversuche wie auch die Delaminierungsproben. Bei den MUF Verklebungen sind äusserst grosse Unterschiede sowohl im Mischverhältnis aber auch bei den geschlossenen Zeiten erkennbar – wird zu früh gepresst, wird der Klebstoff einfach herausgedrückt. RF stellt nach wie vor die Referenz dar. Die Verklebungen mit PUR und Primer haben bei den Delaminierungsprüfungen die besten Ergebnisse erzielt. Während MUF im optimierten Prozess bei Zugscherversuchen neben RF die besten Resultate erzielte. Leider wurde auf eine Herstellung von Delaminierungsprüfungen mit RF verzichtet. Selbstverständlich gibt es weitere Hersteller, die an diesem Projekt nicht mitgewirkt haben. In der Buche scheint die Problematik der Delaminierung weniger gravierend zu sein. Trotzdem, das Verkleben von Laubholz ist eine grosse Herausforderung. Nicht nur in der Fläche, sondern auch im Keilzinkenstoss.

2.3. Fehlende Normierung

Die Normierung von Laubholzprodukten fehlt. Zwar besteht in Deutschland eine Zulassung für BSH Buche, die jedoch die Querschnitte auf h=600 mm beschränkt und nur auf Biegung gegenüber der Fichte höhere Bemessungswerte zulässt. Ein Leimwerk, welches an der Verarbeitung von Laubholzprodukten interessiert ist, muss sehr viel Forschungsaufwand betreiben, um die Produkte überhaupt verantwortungsvoll und sinnvoll einzusetzen. Neben Sortierungsmerkmalen muss jeder Prozess zum fertigen Bauteil entwickelt werden. Zudem müssen die Bemessungswerte definiert werden. Neben der Bauherrschaft muss auch der ausführende Ingenieur vom Laubholz überzeugt sein, denn auch er geht ohne Normierung ein grösseres Risiko ein. Einige normierte Prüfungen, wie zum Beispiel die Delaminierung, müssen für Laubholzprodukte überdacht werden, da diese rein vom Material her wahrscheinlich gar nicht zu erreichen sind. Um Laubholzprodukte wirklich eine Chance zu geben, dürfen diese auch nicht durch zu «hohe» Hürden verunmöglicht werden. Bezüglich Einsatzbereich werden sich Laubholz- von Fichtenprodukten unterscheiden müssen. Eine Konstruktion in Esche oder Buche eignet sich primär in Feuchteklasse I.

Der Hersteller hat zwar sehr viele Freiheiten bei der Herstellung und Vermarktung seiner Produkte, jedoch auch eine grosse Eigenverantwortung. Neben nicht vorhandenen rechtlichen Grundlagen können die meisten Erfahrungen nur über ausgeführte Objekte gewonnen werden. Durch eine saubere Aufarbeitung der Grundlagen sowie durch Bemessungshilfen im Bereich der Anschlüsse könnte die Akzeptanz sowie der Einsatzspielraum von Laubholz im Bau deutlich vergrössert werden. In der Schweiz sind diesbezüglich Bemühungen im Gang.

3. Realisierte Bauwerke

3.1. Überdachung Parkgarage in Arosa

Die Gemeinde Arosa baute 2009 in Innerarosa eine zweigeschossige Tiefgarage mit aufgesetztem Holzdach. Die Konstruktion überdacht auf beiden Seiten ein für die Bergbahnen und Skischule genutztes Gebäude. Das Parkgebäude liegt an der Hauptverbindungsstrasse von Arosa.

Bauherrschaft: Politische Gemeinde Arosa
Architektur: Lutz&Buss Architekten, Zürich + masKarade, Montreuil
Tragwerksplanung: Walt + Galmarini AG, Zürich
Holzbau: Brunner Erben AG, Zürich
Lieferung Hauptragwerk: neue Holzbau AG, Lungern

Abbildung 5: Parkgarage Innerarosa (Photo: Daniele Portanome, Milano)

Das Holzgebäude erstreckt sich über eine Breite von 42 m und Längen von 37 und 32 m. Die Überdachung der ganzen Breite erfolgt nur im vorderen Teil. Bergseitig bleibt das Dach in einer Länge von ca. 24 m zwischen den Gebäuden offen und gibt dadurch von der Strasse aus den Blick frei auf den Weisshorngipfel. Die ersten fünf Trägerachsen stehen zudem in einem Winkel zueinander.

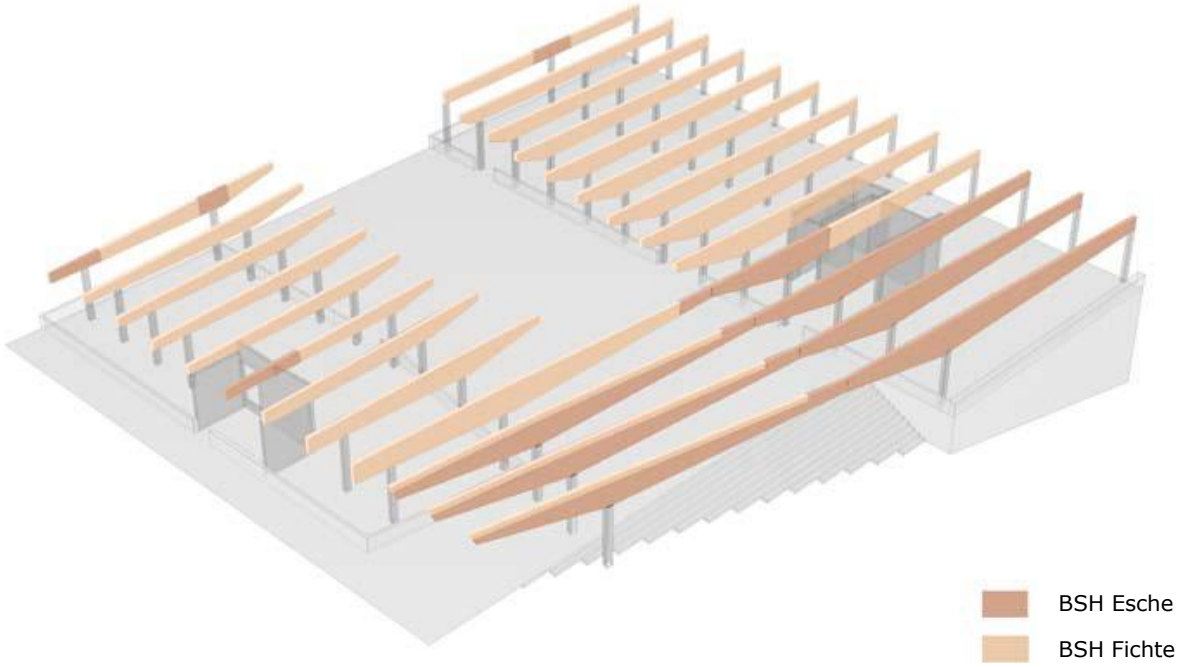


Abbildung 6: Traggerippe Parkgarage Innerarosa

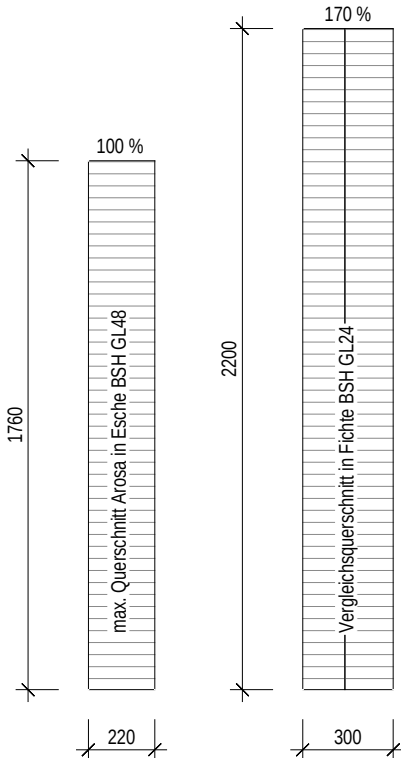
Statisch interessant sind die ersten vier Binderachsen. Die Träger stehen nur auf drei Stützen, so dass Spannweiten bis zu 19.70 m entstehen. Der Winkel der Achsen würde bei einer biegesteifen Firstverbindung grosse Zwängungskräfte verursachen. Deshalb sind die Träger über ein Gelenk zusammengeschlossen. Das Gebäude liegt auf über 1800 m.ü.M, die charakteristische Schneelast beträgt rund 11 kN/m^2. Die Trägerform entspricht der statischen Beanspruchung. Dies führt zu einer optimalen Ausnutzung in jedem Schnitt. Zwar ist das Gebäude breit, jedoch nicht hoch. Architektonisch gewünscht war eine filigrane Holzkonstruktion.

Abbildung 7: Gelenkig abgewinkelter Firststoss der ersten vier Binderachsen

Um die gewünschten Querschnitte zu erreichen, wurden bereits im Vorfeld der Submission verschiedene Varianten geprüft. Am Anfang sah das Wettbewerbskonzept den Einsatz von blockverleimten Furnierschichtholz vor. Ausgeschrieben wurde schliesslich eine visuell wie auch festigkeitsmässig bessere Laubholzlösung.

Eine Fichtenkonstruktion mit gleichen Abmessungen könnte weder dieselben Biegemomente noch deren Schubkräfte aufnehmen. Durch den Einsatz von Eschenholz ist es möglich, Lamellen mit einer charakteristischen Zugfestigkeit von 40 N/mm^2 zu produzieren (die höchste Klasse der Fichte ist das T26 mit einer charakteristischen Zugfestigkeit von

26 N/mm^2). Auch die Schubfestigkeit der Esche kann gegenüber der Fichte um den Faktor 1.5 erhöht werden. Zudem hat Esche den Vorteil der einfachen Kombination mit Fichte. Die Auslastung der ersten Achsen ist derart gross, dass auch in der Druckzone keine angeschnittenen Fasern stehen dürfen. Da die Träger eine veränderliche Höhe aufweisen, wurde die Druckzone über dem Auflager mittels Generalkeilzinkenstoss verklebt. Nach genauem Abrichten erhielten die Träger ihren durchgehenden Zuggurt.



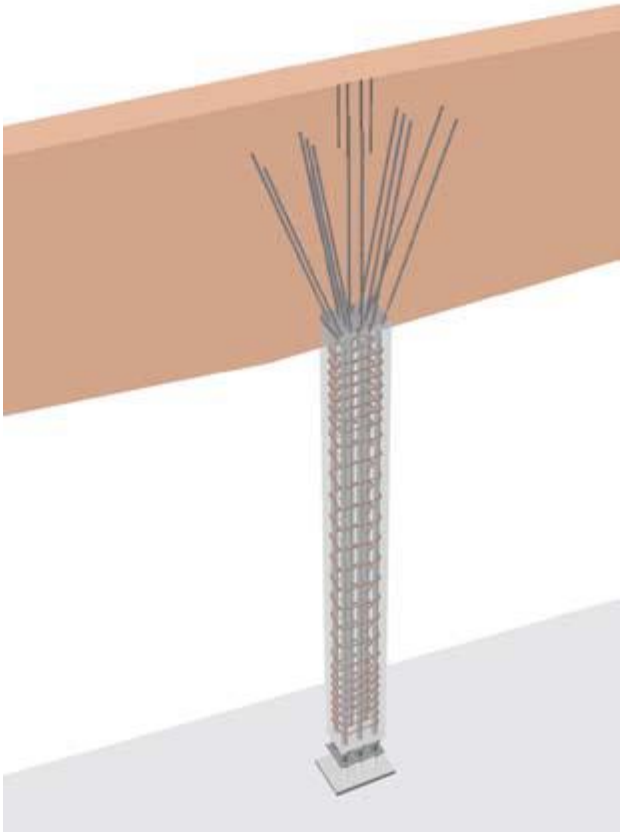


Abbildung 8: Querschnittvergleich Abbildung 9: Anschluss an Betonstütze

Nicht zu unterschätzen ist der Anschluss der Holzkonstruktion an die Betonstützen. An dieser Stelle werden Lasten von bis zu 1200 kN fast nicht sichtbar in eine Betonstütze bzw. Stahlstütze mit einem Querschnitt von 200/300 mm geleitet. Die Lasten werden über gespreizte GS-Anker (ins Holz eingeklebte Gewindestangen) zu der ebenfalls ins Holz eingelassenen Auflagerplatte geleitet. Eine Verschraubung der Auflager- mit der Kopfplatte bildet die Verbindung mit der Stütze

3.2. RSA Sargans

In Sargans entstand 2011 eine neue Vierfachsporthalle. Diese ersetzte die bestehende Dreifachhalle aus dem Jahre 1981 und entspricht bezüglich betrieblicher, statischer und energetische Standpunkte den heutigen Bedürfnissen. Besonders interessant wirkt die feingegliederte Tragstruktur. Diese prägt den Bau und führt zu spektakulären Raum- und Lichtstimmungen. Der Hauptpart stellt die Vierfach-Halle dar. An diesen angehängt wird auf der einen Seite der Baukörper des Gerätelagers, auf der anderen ein Zweigeschosser, dessen Räume als Umkleidung und Gymnastikflächen dienen.

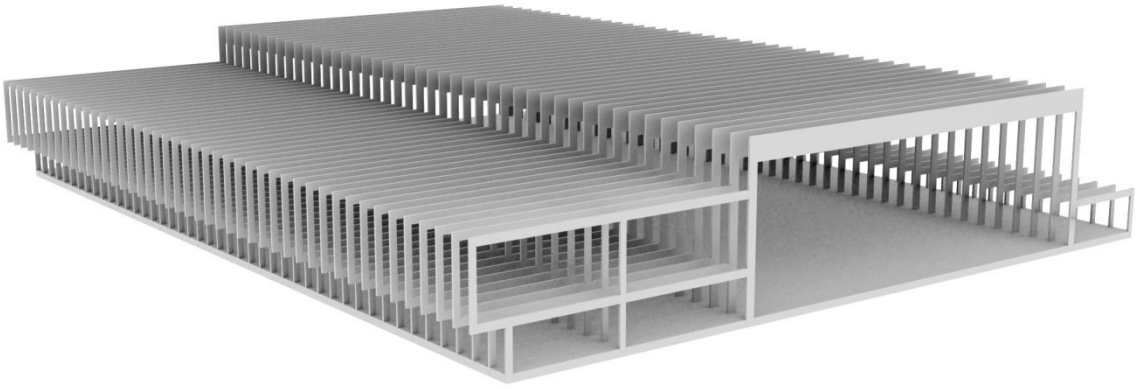


Abbildung 9: Systemzeichnung RSA

Bauherrschaft: Hochbauamt des Kantons St. Gallen, St. Gallen
Architekten: blue architects + Ruprecht Architekten, Zürich
Ingenieur Tragwerksplanung: Walt + Galmarini AG, Zürich
Planung Fassaden und Innenausbau: Pirmin Jung, Rain
Holzbau: Blumer-Lehmann, Gossau
Lieferung Rahmen und HBV-Träger: neue Holzbau AG, Lungern

Die eigentliche Halle besteht aus 40 filigranen Holzrahmen in einem Achsraster von 1.65 bzw. 1.84 m. Die Rahmen steifen das Gebäude in Querrichtung aus. In Längsrichtung stabilisiert eine Dachscheibe aus grossformatigen Brettsperrholzplatten die Rahmen und leitet die horizontalen Lasten (Wind, Erdbeben) in die jeweiligen Wandscheiben. An den Rahmen angehängt sind die Dach- bzw. Deckenträger der Nebengebäude. Dabei werden die Dachträger beidseitig mit Sherpaverbindern an die Rahmen angeschlossen. Sie bestehen aus Brettschichtholz und werden wie beim Mitteltrakt mit grossformatigen Brettsperrholzplatten beplankt. Die Deckenträger sind aus armierten Eschen-BSH und werden als Holzbetonverbundelement teileingespannt an die Rahmen angeschlossen. Aus statischer Sicht interessant sind vor allem die für eine Spannweite von 28.8 m sehr filigranen Rahmen, sowie die über 10.65 m gespannte Holzbetonverbunddecke.

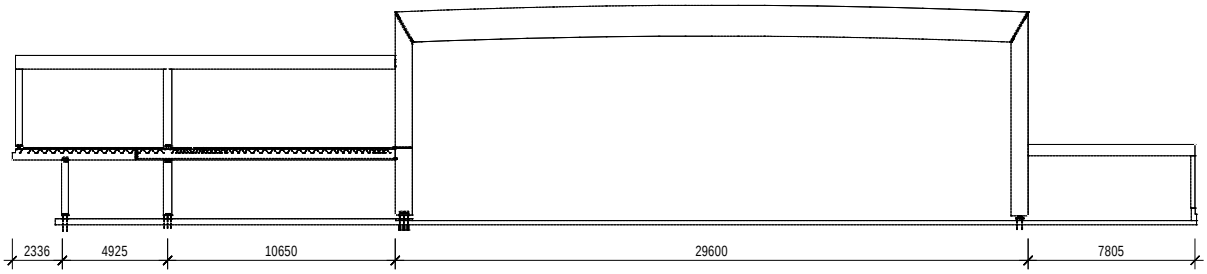


Abbildung 10: Querschnitt

Die Träger des RSA wurden aus Esche in einer Festigkeitsklasse GL40 hergestellt. Die Esche war infolge der hohen Schubbeanspruchungen nötig. Neben der höheren Festigkeit hat das Laubholz auch im Bereich der Verbindungen Vorteile. So können Kosten in den Verbindungen, trotz etwas grösserem Aufwand in der Bearbeitung, eingespart werden.

Abbildung 11: verbaute HBV-Träger

3.3. Neumattbrücke Burgdorf

Die Neumattbrücke ist eine gedeckte Fuss- und Radwegbrücke. Sie überspannt die Emme zwischen Burgdorf und Kirchberg. Mit einer Spannweite von 59 Metern ist sie die grösste frei gespannte Fachwerkholzbrücke der Schweiz. Die beiden Hauptträger bestehen aus raumhohen Fachwerkbindern. Bei der Optimierung der Querschnittabmessungen war das Montagegewicht der Brückenkonstruktion wichtig. Da optisch die Gurten, aber auch die Streben über die ganze Brücke die gleichen Abmessungen haben, konnten dank Laubholz die hoch beanspruchten Teile kleiner dimensioniert werden und so, trotz höherer Dichte der Esche, eine leichtere Brücke konstruiert werden. (Eschenholz der FK GL40 beim Mittelteil des Untergurtes sowie die äussersten Randstreben). Die Beanspruchungen im Fachwerk sind sehr hoch. In den Gurten bestehen unter Bemessungslast Normalkräfte von rund Nd=3000 kN, in den Randstreben Druckkräfte von Nd=850 kN. Dank der im Vergleich mit Fichte grossen Anschlussleistung der Esche konnten zudem die Montagestösse erheblich vereinfacht werden.

Bauherrschaft: Gemeinde Burdorf und Kirchberg
Architektur: Arn und Partner AG, Münchenbuchsee
Ingenieur Tragwerksplanung: ingenta ag Ingenieure und Planer, Bern
Holzbau: Hector Egger Holzbau AG, Langenthal
Lieferung Fachwerkträger+ Aussteifungsverbände: neue Holzbau AG, Lungern

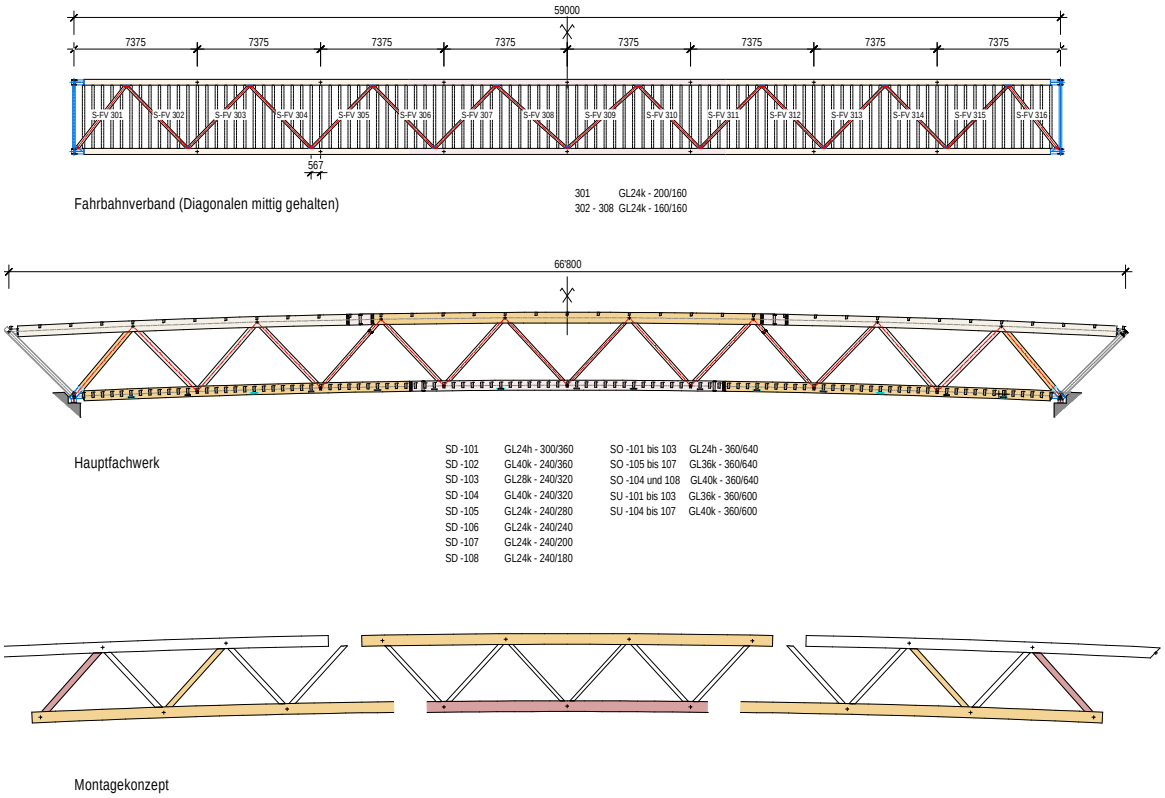


Abbildung 12: Querschnitte und Einsatz BSH Esche der Fachwerke

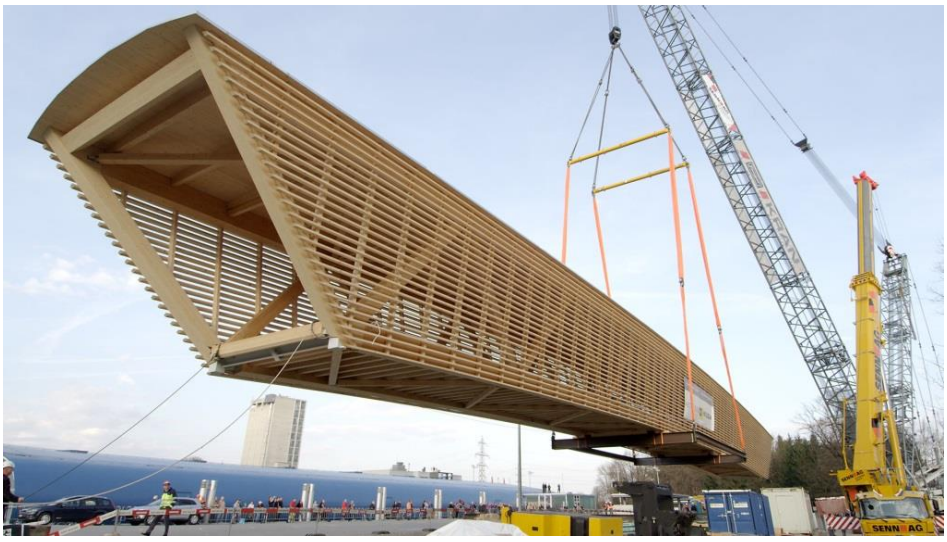


Abbildung 13: Montage Neumattbrücke

3.4. Bürogebäude Raurica Wald AG, Muttenz

In Muttenz realisierte 2015 die Raurica Wald AG auf 7500 m^2 ihre neue Firmenzentrale und das grösste Energie-Holzzentrum der Region Basel. Die Raurica Wald AG fördert aktiv die Nutzung von Produkten aus Buche. So war klar, dass sowohl die neu erstellten Überdachungen wie auch das 3-Geschössige Bürogebäude in Buche erstellt werden. Für uns bot sich hier die Möglichkeit neue Ideen/Konstruktionsmethoden in Laubholz zu entwickeln und direkt am Bau umzusetzen. Gegenüber dem Massivbau hat der Holzbau den Nachteil, dass die Geschossdecken in der Regel deutlich massiver werden und so «unnötiges» Bauvolumen generiert wird. Da Laubholz gegenüber Nadelholz massiv höhere Festigkeiten hat liegt es auf der Hand, ins besonders die Unterzüge aber auch die Stützen in Laubholz zu erstellen. Zudem wird häufig seitens Architektur eine flexible Raumgestaltung gewünscht, um dies zu erreichen werden die Stützenraster grösser gewählt. Laubholz hat zwar den Vorteil, dass es deutlich höhere Festigkeiten hat, der E-Modul gegenüber der Fichte jedoch

nicht massiv höher ist. Auch hier erfolgte ein Umdenken, weg von den Einfeldträgern zu den Durchlauftäger, ohne jedoch die Stützen zu unterbrechen. Die Lösung ein Skelettbau, an dem die Unterzüge biegesteif mit den Stützen verbunden sind. Neben dem Vorteil der Durchlaufwirkung konnte die ganze Konstruktion nur über den Skelettbau (Biegesteife Verbindung Stützen-Unterzüge) ausgesteift werden.

Bauherrschaft: Raurica Wald AG, Muttenz
Architektur: Architektur Rolf Stalder AG, Münchenstein
Holzbauingenieur: neue Holzbau AG, Lungern
Holzbau: Hess Holzbau AG, Ziefen

Abbildung 14: Bürogebäude Raurica Wald

Abbildung 15/16: GSA-H

Abbildung 17: Innenraum Bürogebäude Raurica Wald

4. BauBuche

Ein neues sehr interessantes Produkt welches dem Ingenieurholzbau neue Möglichkeiten öffnet ist die BauBuche der Firma Pollmeier. Im Gegensatz zum Laubholz BSH entsteht die BauBuche aus Buchen Schälfurnier, die unter grossen Druck zuerst als Platte danach als Balken verklebt werden. Durch die Vielzahl der Furniere entsteht ein sehr homogenes Produkt mit sehr hohen Festigkeiten. Die Ausbeute des Materials ist als Schälfurnier gegenüber dem Brett viel besser, so dass schlussendlich das Endprodukt preislich sehr interessant ist. Um die hohen Festigkeiten zu nützen ist eine geeignete Verbindungstechnologie notwendig. Mit der GSA Technologie verfügt die neue Holzbau AG über ein Verbindungsmittel mit sehr hoher Leistung, welches bereits mehrfach in Laubholzkonstuktionen eingesetzt wurde. Unter Aufsicht von Herr Prof. Gehri wurde die GSA Technologie 2015 auf die BauBuche angepasst Von Einzel über Gruppenversuche bis hin zu kleineren Fachwerken wurde die verschiedensten Prüfkörper hergestellt und getestet. In der Schweiz sind bereits einige kleinere Bauwerke entstanden, ein grosses BauBuchenfachwerk ist in Planung. Zudem entsteht an der TU München eine europäische Zulassung für die GSA Technologie mit BauBuche.

Abbildung 18: Prüfung Fachwerk BauBuche mit GSA

5. Varia

Laubholz besitzt das Potential eines natürlichen Hochleistungsbaustoffs im Ingenieurholzbau, davon bin ich überzeugt. Heute weisen hochwertige Werkstoffe gegenüber Massenware immer noch einen entscheidenden Nachteil auf: die Kosten. Das gilt nicht nur für Laubholz, sondern etwa auch für BSH GL36. Massenware ist derart billig, dass ein Bauteil in GL24 trotz des fast doppelten m^3-Verbrauchs günstiger zu stehen kommt als ein Bauteil mit gleicher Leistung in GL48. Die Kosten des Laubolzes beeinflussen das Konstruieren. Der Ingenieur muss sinnvolle Lösungen mit möglichst wenig Materialeinsatz finden. Nur auf diese Weise hat Laubholz gegenüber den Nadelhölzern eine wirkliche Chance.