



*Bauing. Launo Laatikainen*  
*Projektleiter,*  
Turun Juva Oy FIN

## Der neue Konzertsaal von Lahti



# Der neue Konzertsaal von Lahti

## Holzbau in Finnland - alte und neue Winde

Schon seit Jahren dominiert Beton beim Bau von mehrstöckigen und öffentlichen Gebäuden. Aus dem Teufelskreis der ungenügenden Kenntnisse, des Unglaubens und der fehlenden Finanzierung löste sich zuerst der Stahlbau. Im letzten Jahrzehnt stieg er sehr schnell und aggressiv auf die Höhe des Betonbaus. Heutzutage sind sowohl die Fachkenntnisse als auch die Standardisierung im Stahlbauwesen in Finnland auf einem hohen Niveau. Dieser Aufstieg wurde durch die starke Metall- und Schiffsbauindustrie unterstützt. Stahlbauunternehmen konkurrieren als gleichwertige Partner mit Betonbauunternehmen um grosse und kleine Bauobjekte.

Die existierenden Brandschutzbestimmungen haben das Bauen aus Holz behindert. Als Resultat werden fast ausschliesslich Einfamilienhäuser aus Holz gebaut. Die strengen Normen bezüglich des Holzbaus mögen ihren Anfang darin gehabt haben, dass die Finnen einst die Angewohnheit hatten, ihre alten Holzställe abzubrennen.

Die Sägewerke und die Papiermacher waren die ersten, die die enormen Waldreserven industriell zu nutzen wussten. Aus der Papierherstellung wurde bald eine weitreichende Geschäftsaktivität. Die Waldbesitzer bekamen ihr Geld ohne grosse Mühe von der chemischen Holzindustrie. Die Sägewerkbesitzer befriedigten den Holzbedarf einheimischer, zum Teil auch ausländischer Bauunternehmer und entwickelten ihre Branche während Jahrzehnten, ohne einen richtigen Durchbruch zu erzielen. Zur Ergänzung des Holzangebots wurde aus Mitteleuropa Brettschichtholz (BSH) importiert, von dem später eine eigenen Version entwickelt wurde - das Kerto-Holz.

Nach der in diesem Jahrzehnt realisierten Normenreform hat der Holzbau in Finnland Fuss gefasst. Die finnischen Bestimmungen haben sich langsam den europäischen Normen angepasst. Aus den Richtlinien des RIL 205-1997 "Planung von Holzkonstruktionen" geht schon deutlich der Geist von EURO CODE hervor, und jetzt haben die finnischen Architekten die Möglichkeit, mehrstöckige Gebäude aus Holz zu entwerfen.

1998 wurde mit dem Entwurf des ersten öffentlichen Holzgebäudes seit hundert Jahren begonnen. Es ist der neue, hölzerne Kongress- und Konzertsaal von Lahti.

# Projektphasen



**Bild 1**

aus dem Architektenbüro Artto Kajiansinkko Palo Rossi Tikka Oy. Der Gewinner wurde am 15.4.1998 bekanntgegeben. Die Gruppe bestand aus Vertretern aller zentralen Konstruktionszweige und dem Bauunternehmen NCC Puolimatka Oy aus Lahti.

Seit dem Sommer 1997 sind wir Mitglied der vom Architekten zusammengestellten Gruppe. Am Anfang arbeiteten wir am Aufbau und an der Strukturentwicklung und seit dem Sommer 1998 als eigentliche Bauplaner.

Der hölzerne Konzertsaal von Lahti hat in der finnischen Presse ungewöhnlich viele Spalten gefüllt und positive Aufmerksamkeit erregt.

Das Bauobjekt wird im Herbst 1999 fertig.

## Besondere Eigenschaften des Konzertsaals von Lahti

### Das Holzmaterial:

Die grossen, modernen Konzertsäle sind fast ohne Ausnahme aus Beton gebaut. Holz wird meistens nur als Beschichtungsmaterial und als zweitrangiges Stützwerk eingesetzt. Die Übermacht von Beton basiert auf seiner Massivität und den schalldämmenden Eigenschaften, die bei niedrigen Frequenzen besonders gut sind. Zum anderen eignet sich die Gießbarkeit von Beton ausgezeichnet für die plastischen Formen eines Konzertsaals.

Für die Wahl von Holz als Baumaterial hört man am häufigsten als Begründung: "Auch eine Violine ist aus Holz". Mit anderen Worten, ein Entschluss von grundlegender Bedeutung wurde in den meisten Fällen sehr emotional getroffen. Vielleicht haben die zahlreichen, im letzten Jahrhundert gebauten Holzkirchen mit hervorragender Akustik dazu beigetragen, dass sich die Einstellung positiv geändert hat.

Im Sommer 1996 trug der Bürgermeister von Lahti dem Stadtrat eine mutige Idee vor - ein Konzerthaus aus Holz. Der Stadtrat begann mit der Vorbereitung des Projekts.

Im Oktober 1996 bekam das Projekt öffentliche Subventionen und es wurde zum nationalen Projekt im "Jahr des Holzes" benannt.

Im Februar 1997 wurde das Architektenbüro Artec Consultants von Russel Johnson mit dem Entwurf des Akustikplans für die Ausschreibung beauftragt. Die erste Phase der Ausschreibung startete im März.

Der Schwierigkeitsgrad des Architektenwettbewerbs spiegelt sich in der Tatsache wieder, dass über hundert Ausschreibungsprogramme eingelöst wurden, aber im Oktober 1997 nur 36 normengerechte Vorschläge eingereicht wurden. Drei Vorschläge kamen in die Endauswahl, und schliesslich gewann der Vorschlag des Teams von Hannu Tikka und Kimmo Lintula

Die Akustiker haben sich schon immer für die Anwendung hölzerner Flächen begeistert. Saiteninstrumente - und hohe Frequenzen überhaupt - klingen schön in einem Holzsaal. Für die Reflexion der niedrigen Frequenzen und für die Erreichung genügender Schalldämpfung mussten weiterentwickelte Baulösungen gefunden werden. Normalerweise werden dicke Holzplatten angewendet.

### **Das Artec-System:**

Das von Russel Johnsson entwickelte Schallkammersystem gibt dem Saal eine gut überlegte technische Prägung. Der Saal befindet sich innerhalb eines grossen Gewölbes. Die Wände bestehen zum grossen Teil aus Türflächen. Durch Öffnen der Türen kann die Grösse des Saals geändert, und dadurch auch die Nachhallzeit beeinflusst werden. Durch das Schliessen aller Türen und durch eine zusätzliche Schalldämpfung mit akustischen Vorhängen bekommt man aus dem Saal ein sowohl für moderne Musik als auch für Diskussionsveranstaltungen geeignetes Forum.

Der Eingang zum Parkett geschieht durch die Schallkammer. Der dämmerige Raum verschwindet in die Höhe, für das Auge unerreichbar, und "stimmt" den Klang des Orchesters und bringt das Publikum gleich in die richtige Stimmung.

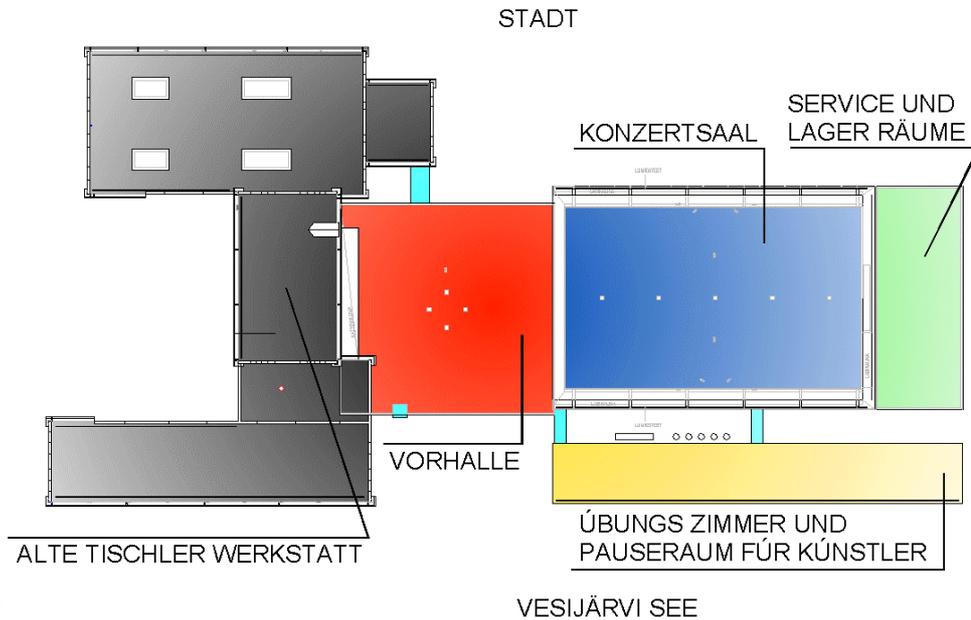
### **Schalldämpfung:**

Der Strassenlärm, das Getöse der überfliegen Flugzeuge und das Heulen der Sirenen der anliegenden Dampfschiffe müssen auf 19 Dezibel gedämmt werden. Dies erfordert mehrere schalldämpfende Mäntel und dazwischen Luftkammern und Masse. Die Ausbreitung des Schalls in der Baustruktur muss bis hin zum Fundament verhindert werden. Die Belüftungsgeräte müssen ausserhalb der Baumasse des Saals installiert werden. Es muss auf die Bauweise von Türen und Lüftungsöffnungen geachtet werden. Es gibt im Saal keine richtigen Fenster, obwohl der äussere Mantel aus Glas ist.

### **Brandsicherheit:**

Um den Brandschutz und um die anderen Sicherheitseinrichtungen des Gebäudes kümmert sich ein spezialisiertes Planungsbüro. Es werden drei verschiedene Brandschutzarten eingesetzt. Das hohe Niveau, das die Brandschutzbestimmungen voraussetzen, wird durch die Kombination von feuerfesten Materialien (Ausgänge), dicken Holzteilen mit 60 Minuten Feuerfestigkeit und einer Sprinkleranlage erreicht.

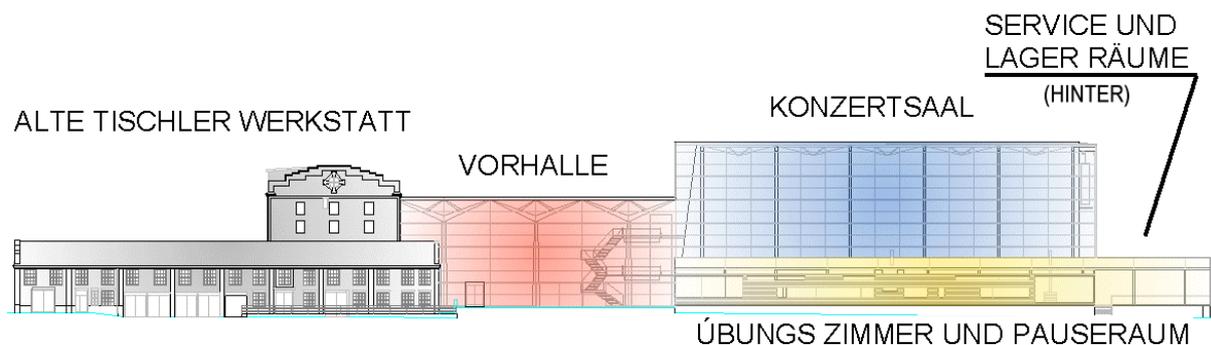
## Die verschiedenen Gebäudeteile



**Bild 2**

Die verschiedenen Gebäudeteile gemäss der obigen Zeichnung:

- Die alte Tischlerei wurde zu Ausstellungsräumen umgebaut und beherbergt auch Reserveräumlichkeiten, die später je nach Bedarf benutzt werden können.
- Die Aula wurde 'der Wald' getauft. Sie ist ein einheitlicher Raum ganz aus Holz. Bei Konzerten dient die Aula als Foyer, bei Konferenzen können dort Ausstellungen und Bewirtung organisiert werden.
- Der Konzertsaal ist hauptsächlich aus Holz. Die Feuertreppen an beiden Enden und die Schacht für die Gegengewichte der einstellbaren Akustikelemente sind aus Beton.
- Der Serviceflügel ist hauptsächlich aus Holz. Der Schutzraum ist aus Beton.
- Der Flügel mit den Räumlichkeiten für Proben und dem Foyer für die Künstler ist ganz aus Holz.
- Das Fundament und die unterirdischen Räume werden aus Beton gebaut.



**Bild 3**

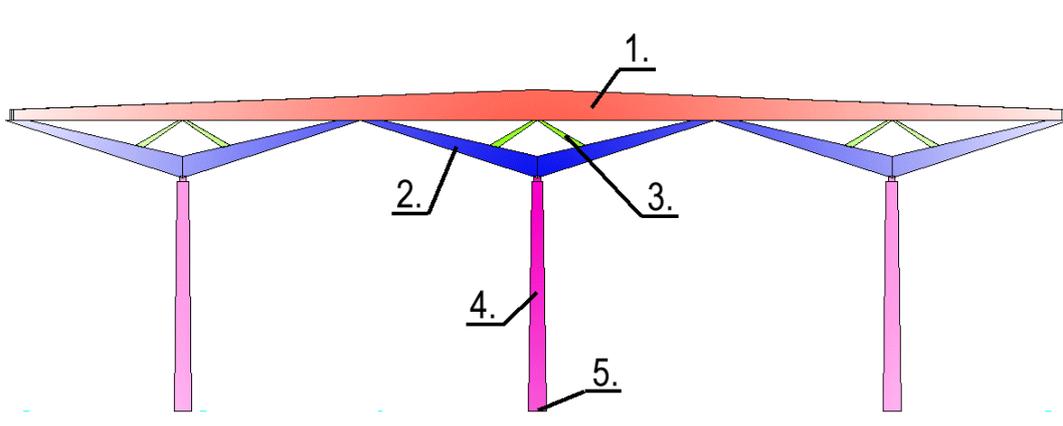
Die Aula, der Konzertsaal und der Serviceflügel bilden eine einheitliche Baumasse. Sie sind aber bis zum Fundament voneinander getrennt, damit der Schall in der Struktur nicht weitergeleitet wird. Die wenigen, absolut notwendigen Berührungspunkte sind schalltechnisch isoliert.

## Beschreibung der Holzstrukturen

Die Beschreibung basiert auf existierenden Zeichnungen und Visionen. Der Bau befindet sich in einer so frühen Phase, dass die Holzteile noch nicht gefertigt worden sind.

### Der Wald

Die Aula heisst also 'der Wald'. Der Name kommt daher, da das Modell für das Pfeiler-Balken-System einen Wald nachahmt. Die Masse des Waldes sind ca. 31 m x 31m x 14 m.

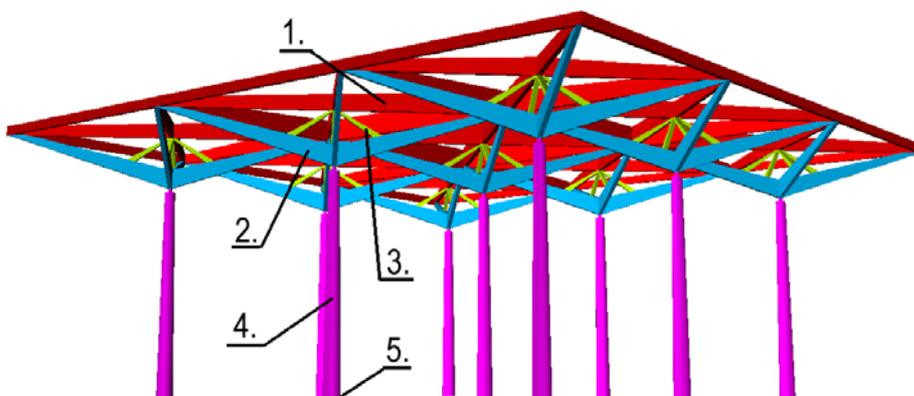


**Bild 4**

Die im Bild 4 dargestellte Struktur ist gänzlich aus BSH.

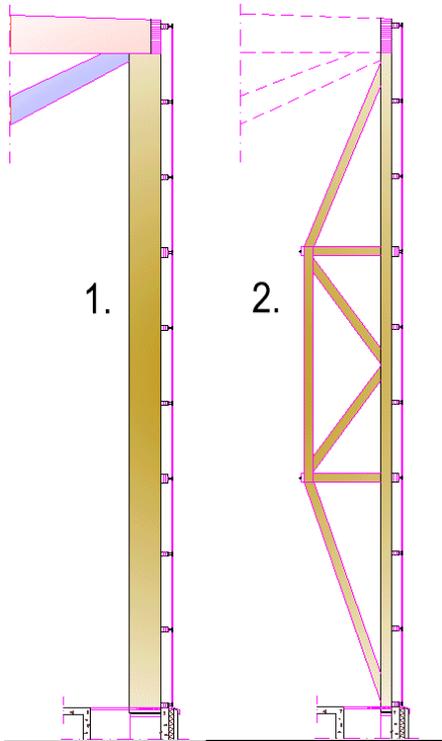
1. Ein kontinuierlicher Balken aus BSH im Diagonalrichtung der Aula. Die Oberfläche ist mit den fürs Regenwasser nötigen Inklinationen versehen.
2. Die Primärträger des Balkens, Äste.
3. Die Sekundärträger des Balkens.
4. Ein rundgedrehter Pfeiler aus BSH im 3x3 Feld cc 11,2 m. Raumhöhe ca. 13,5 m.
5. Der Pfeilerschuh aus BSH-Stangen.

Die gleiche Bauweise wiederholt sich in rechteckiger Richtung, wobei aber der Hauptbalken (1.) aus verschiedenen Teilen besteht. Die Fugen sind mit Zapfennägeln ausgeführt.



**Bild 5**

Auf das Dach werden SPU-Elemente installiert (Dachelemente aus Holz, s. Bild 8), die schon mit Feuchtigkeits- und Wärmeisolierung versehen sind. Die Struktur wird in der Installationsphase durch eine steife Verbindung im Unterteil des Pfeilers stabilisiert. Später, in der normalen Situation, wird die Dachkonstruktion mit der Tischlerei und dem Giebel des Konzertsaals verbunden.



**Bild 6**



**Bild 7**

Die **Fenster** des Waldes werden aus BSH-Gittern und Pfeilern gebaut. Die Pfeiler tragen und stabilisieren die massiven Ausleger des Gezweigs.

Als Hauptpfeiler dient eine Vierkantsäule aus BSH (1.) cc 11,2 m. Im unteren Teil ein aus geleimten Stangen gebauter Pfeilerschuh.

Zwischen den Hauptpfeilern befinden sich drei Windgitter (2.), die aus BSH mit Zapfennagelverbindungen gebaut worden sind. Die inneren Holme der Gitter sind horizontal mit Stangen verbunden.



**Bild 8 SPU-Element**

Das **Foyer** wurde auf Trägerbalken gebaut, die zwischen der Rückwand des Saals und der dem Saal am nächsten stehenden "Baumreihe" angebracht worden sind.

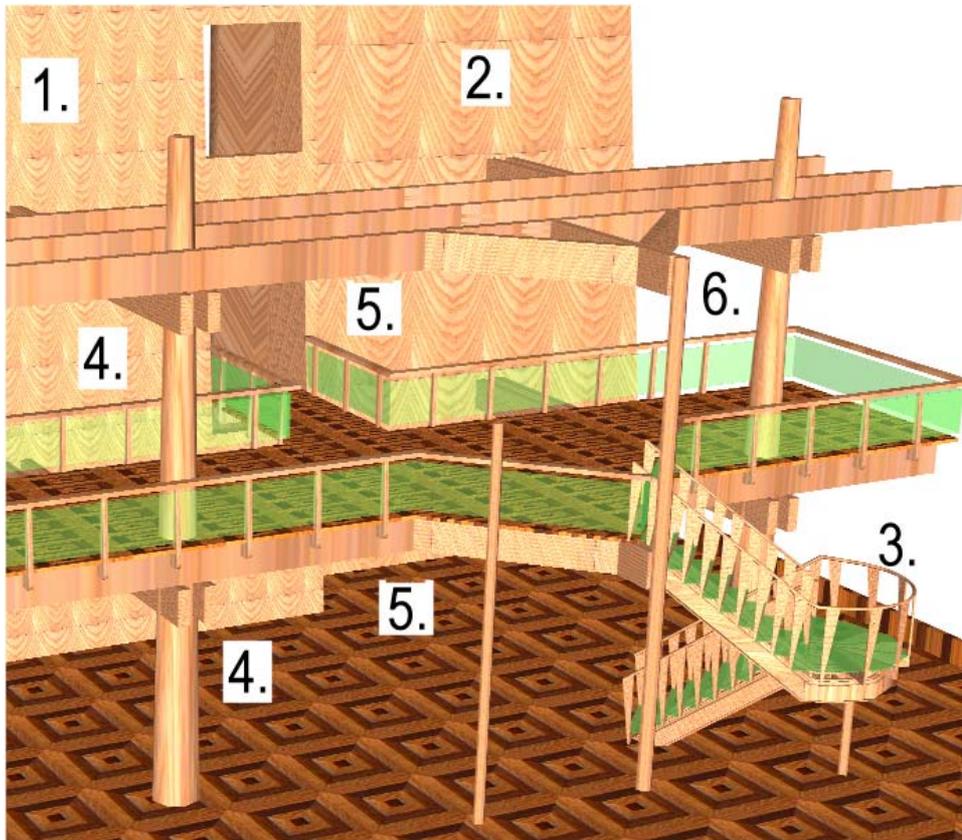


Bild 9

Auf der Zeichnung fehlen die Paneele des oberen Foyers:

1. Holzverkleidete Rückwand des Konzertsaals
2. Ausgänge (Holzverkleidung)
3. Treppen (eine der vier Treppen ist zu sehen)
4. Primärträger
5. Sekundärträger
6. Trägerbalken des Treppenauslegers

Die Pläne beinhalten **eine Brücke** aus der alten Tischlerei zum Foyer. So kann die Ausnutzung der Räume des alten Teils verbessert werden. Die endgültige Form der Brücke steht noch nicht fest, aber sie wird in jedem Fall an der Decke befestigt. Die Länge der Brücke wird ca. 25 m betragen.

## Der Konzertsaal

Die Masse des Konzertsaals sind ca. 51m x 36m x 22m, der Trägerabstand beträgt 9 Meter. Ein Grossteil der nebenbei realisierten Entwicklungsarbeit konzentriert sich auf den Konzertsaal.

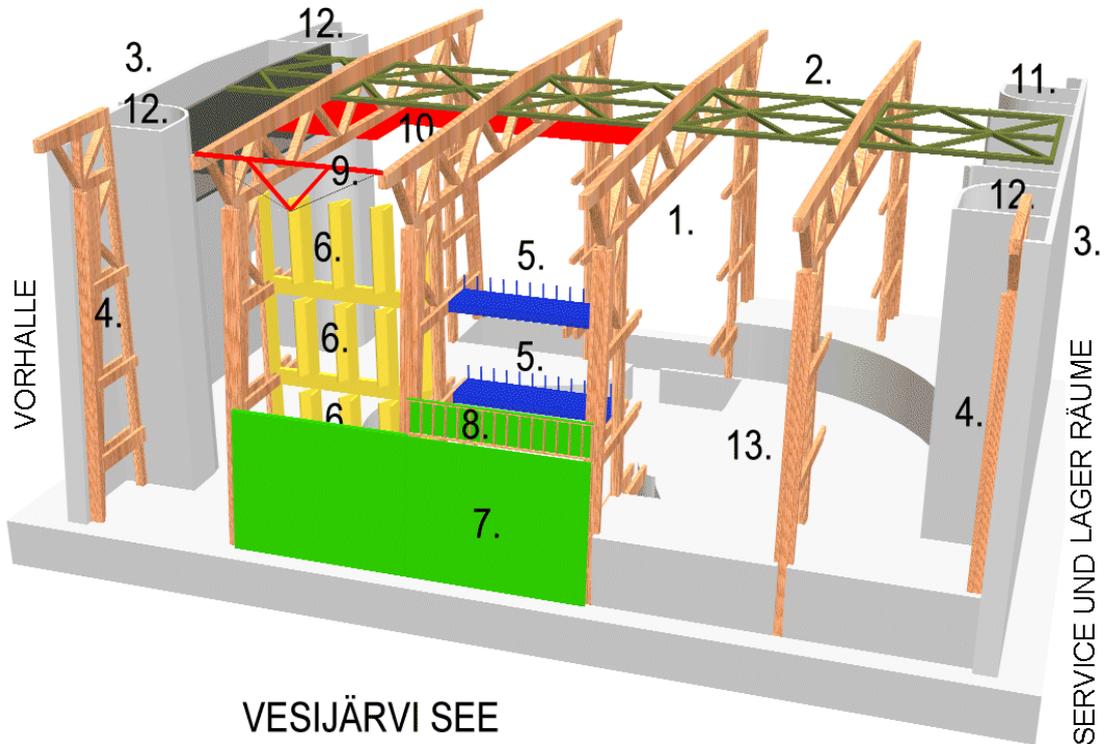


Bild 10 Konzertsaal

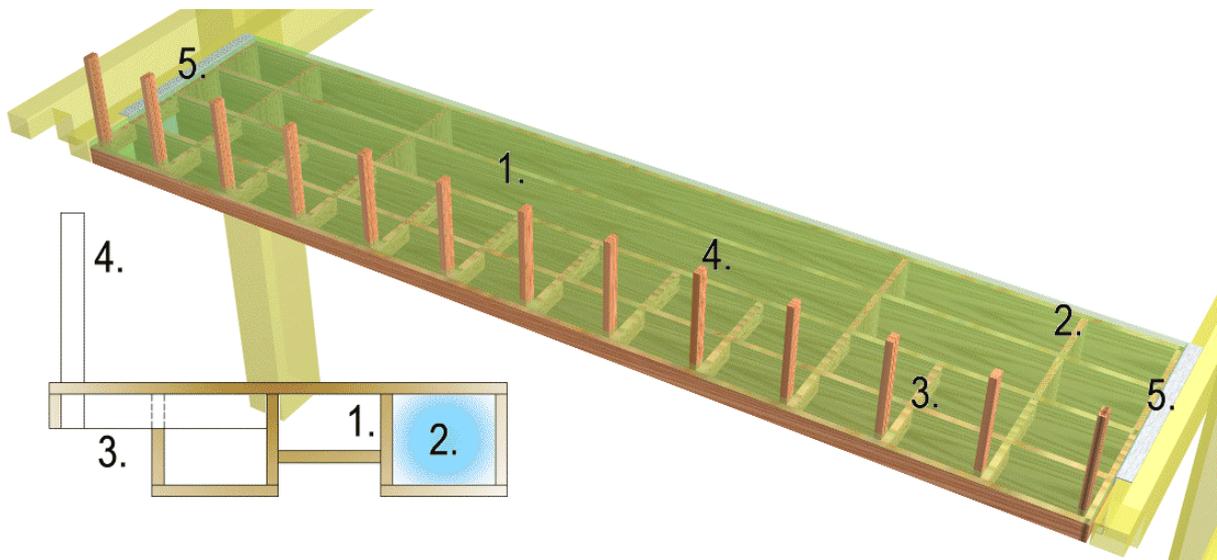
### Ausführung des Saals:

- |                               |   |     |
|-------------------------------|---|-----|
| 1. Primärträger aus BSH       | (Fugen mit Zapfennägeln)                              |     |
| 2. Windgitter aus BSH         | (Fugen mit Zapfennägeln)                              |     |
| 3. Giebelmauer                | (11. Schacht für Gegengewichte                        | 12. |
| Feuertreppe)                  |   |     |
| 4. Die unvollständigen Träger | (Fugen mit Zapfennägeln)                              |     |
| 5. Rang                       | (Kerto-Holz, Leim-+ Schraubenverbindung)              |     |
| 6. Türe mit BSH-Trägern       | (Aus Holz, gekerbte Oberfläche für Schallzerstreuung) |     |
| 7. Akustisches Wandelement    | (Kerto-Holz, Leim- + Schraubenverbindung)             |     |
| 8. Akustisches Wandelement    | (Versteifungen sichtbar)                              |     |
| 9. Träger der Fensterwand     | (Holm aus Kerto-Holz + Zugstange)                     |     |
| 10. Akustisches Deckenelement | (Kerto-Holz, Leim- + Schraubenverbindung)             |     |

Für die **Stabilität des Saals** sorgen die Betonkonstruktionen, d.h. die Ausgänge und die Schächte für die Gegengewichte. Da der Saal den Binnenseewinden ausgesetzt ist, wurden Verformungen der Hauptträger durch die Konstruktion eines Windgitters aus BSH zwischen den steifen Enden vermieden.

Mit den Hauptträgern verbunden sind die Träger der Türwände, der Ränge, des Dachs und der Akustikdecke sowie die Stütze der akustischen Wand und die Träger der beweglichen Akustikelemente.

Die Ausführung des **Rangelements** geht am besten aus der unteren Zeichnung hervor:



**Bild 11 Rangelement**

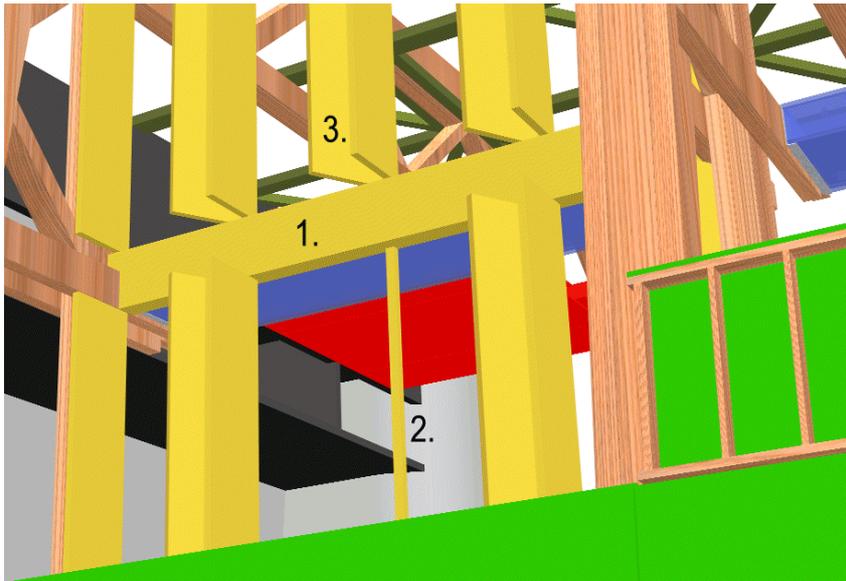
**Ausführung des Elements** (ohne Verkleidungen):

1. Die Stegplatten aus Kerto-Holz laufen ununterbrochen von einem Ende zum anderen. Unterhalb des mittleren Hohlraums ist eine Einsparung für Installationen reserviert. Spannweite ca. 8,1 m
2. An den Stützen Querversteifungen.
3. Wegen der Akustik wird eine Aushöhlung im Vorderteil des Elements benötigt. Im Moment gibt es noch verschiedene konkurrierende Versionen für die Ausführung. Hier die Version ganz aus Holz.
4. Die Geländer müssen sehr stabil sein.
5. Da das Element mit dem tragenden Auslegerbalken gefügt ist, musste man auf ein Verbindungsstück aus Metall zurückgreifen.

FinnForest Oy hat die Bauweise des Elements in der Technischen Hochschule von Helsinki untersuchen lassen, und im Wissenschaftlichen Forschungszentrum des Staates wurden Belastungsproben für die Entwicklung der Leimungstechnik durchgeführt. Mit PU-Leimen sind gute Ergebnisse erzielt worden, vorausgesetzt, dass die Leimung kontrolliert geschieht.

Die Paneele des Elements sind aus dicker Kerto-S-Platte, Stegplatten aus Kerto-Q (kreuzweise furniert) und die Geländer sowie die Auslegerbalken aus Kerto-Q-Platte.

**Die akustischen Türen** zwischen dem Saal und der Schallkammer sind aus Holz. In die Oberflächen werden Kerben gefräst, um die akustischen Eigenschaften zu verbessern. Die Breite der Doppeltüren ist 2 m, die Höhe variiert zwischen 2,7 und 3,8 m. Die Stärke der Türplatte aus massiven Holz ist 100 mm. An die Dichtigkeit und Funktionalität der Türen wurden hohe Ansprüche gestellt. Für die Geradheit der Türkanten wird mit einem Stahlteil gesorgt.

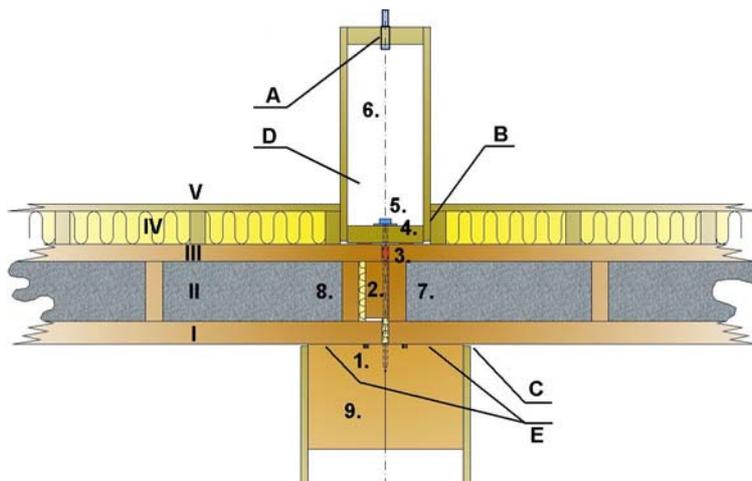


**Bild 12 Die akustischen Türen**

1. Ein stabiler BSH-Balken trägt die oberen Türen (vertikal und horizontal versteift)
2. Die Rahmenpfeiler aus Metall, im oberen Teil nur horizontal versteift.
3. 100 mm dicke Holztüren, eine Metalleinlage garantiert die Geradheit der Kanten.

### Akustisches Wandelement

Den Kern des akustischen Wandelements bildet ofentrockener Kies, der zwischen zwei dicken Kerto-Platten gepresst wird. Am Anfang rief diese Wahl starke Skepsis hervor und wurde eifrig diskutiert. Es zeigte sich jedoch später bei Untersuchungen, die von TEKES finanziert und von Suomen Puu Info (Finnland Holz Info) organisiert wurden, da es sich um eine gute Lösung handelt. Der Hauptakustiker des Objekts, Artec Consultants inc, hat besonders die Bedeutung der Abdichtung bei dieser Wand betont. Das Eindringen des Strassenlärms wird hauptsächlich durch diese Wand verhindert. Sie bildet zusammen mit dem Aussenverkleidungsglas und dem Luftzwischenraum eine effiziente Dämmung.



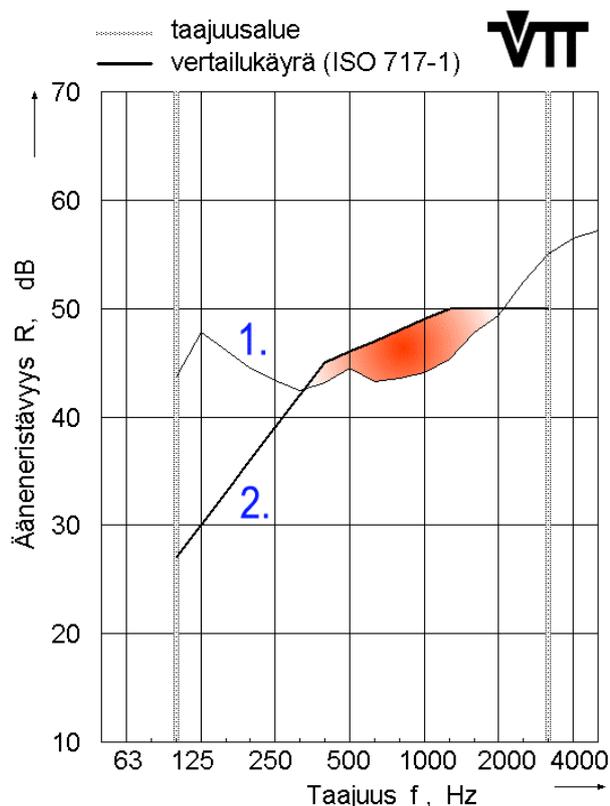
**Bild 13 Verbindung des akustischen Elements mit dem Primärträger**

Die vielen Markierungen zeugen für die Vielfalt von Einzelheiten, die bei der Isolation berücksichtigt werden müssen. Die Isolationen werden hauptsächlich schon in der Fabrik beim Zusammenbau der Elemente befestigt. In der Fabrik ist es leichter, die Qualität der Arbeit zu kontrollieren.

Der Primärträger trägt nicht die Elemente. Das untere Element trägt immer das Element darüber. Der Primärträger stützt die Elemente lateral und empfängt die Windbelastung der äusseren Glasverkleidung (A).

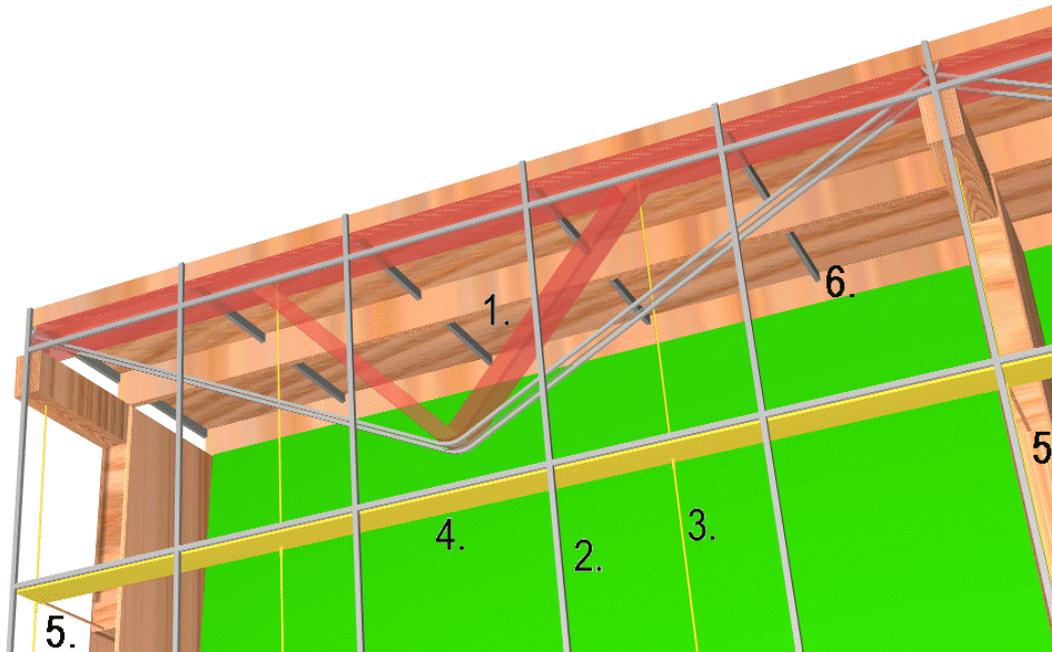
Aus dem Bild 14 gehen die Messergebnisse hervor, wenn auf der Prüfbank ein Grundelement ohne Oberflächenverkleidung getestet wird. Die Kurve wird wie folgt gelesen:

- Die Kurve 2 (ISO 717-1) wird im Diagramm schrittweise, jeweils 1 dB bewegt, bis zwischen ihr und der Kurve 1 (Messergebniskurve) ein Bereich von 32 dB bleibt (im Bild schattiert).
- Man bekommt 32 dB, wenn man die Differenz zwischen den Kurven gemäss den Frequenzbändern zusammenzählt.
- Aus dem Bild geht hervor, dass die Kurve bei niedrigen und hohen Frequenzen gut ist.
- Im mittleren Frequenzbereich (schattiert) gibt es eine sogenannte Koinzidenzgrube, in der die Schalldämpfung wegen der Elastizität des Elements schwächer wird. Dieser Bereich kann mit geeigneter Oberflächenverkleidung verbessert werden.
- Die geringe Grösse der Koinzidenzgrube und die Tatsache, dass sie sich in reparaturfähigem Frequenzbereich befindet (s. Verkleidungen im Bild 13), macht aus dieser Wand eine wettbewerbsfähige Lösung im Vergleich zu Betonwänden von gleicher Stärke.



**Bild 14 Akustische Wandelemente - Messergebnisse**

Die **Glasscheiben der Fassade** sind an den Trägern aufgehängt, die durch die freitragenden Balken ('Hörner') des Primärträgers gestützt werden. So konnten die Metallprofile sehr klein gehalten werden. Die Windbelastung wird auf Querbalken (aus Kerto-Holz) übertragen, die am selben Träger angebracht sind. Von den Querbalken (cc 1500) wird die Last über dünne Stahlstangen auf den Primärträger übertragen.



**Bild 15 Der Träger aus Kerto-Holz für die Glaswand**

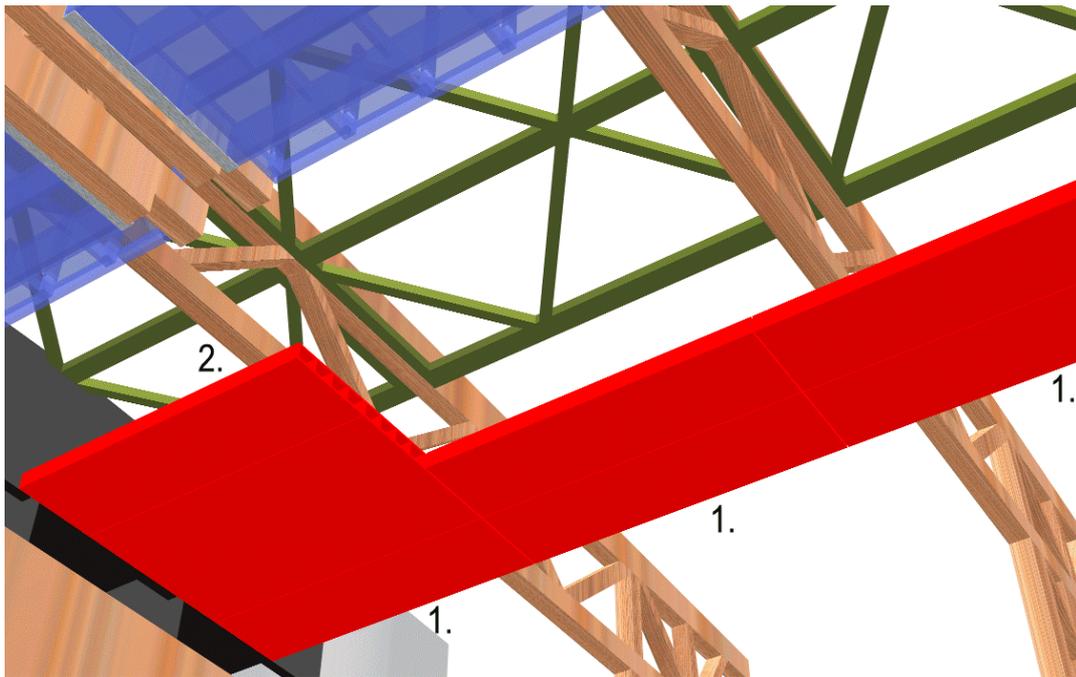
1. Träger aus Kerto-Holz, am Ausleger des Hauptkreises gestützt.
2. Dünnes Fensterprofil, an dem die Fensterscheiben hängen. (Befestigung am Balken 6.)
3. Aufhängestangen für die Windbalken (4.)
4. Von den Windbalken aus Kerto-Holz wird die Last über Stangen (5.) auf den Primärträger übertragen.
5. Abstützgestänge für die Windbalken.
6. Trägerbalken für die Fensterprofile (geht über den Träger hinaus).

Die akustische Decke des Konzertsaals ist keine bloße Holzverkleidung, sondern dient auch als Plattform für Wartungsarbeiten. Je nach Bedarf werden von dort aus, durch die zahlreichen Löcher an der Decke, Lampen, Mikrofone usw. installiert. Die Elementdecke aus Kerto-Holz ist für eine variable Last von max. 2 kPa ausgelegt.

Die Unterseite fungiert als Reflexionsfläche. Darum müssen die Platten dicker sein. Die zahlreichen Öffnungen schwächen die schalldämpfenden Eigenschaften der Decke. Alle Öffnungen und Klappen an der Decke werden mit einer Schallsperre oder mit Deckeln ausgerüstet, die einen direkten Luftschall verhindern. Das schlechte oder durchschnittliche Dämmniveau der akustischen Decke muss durch Verbesserung der Dämmeigenschaften der SPU-Elemente ausgeglichen werden. Die Lüftungsöffnungen des Dachs werden mit einer Schallsperre versehen.

Die Elemente werden am Holm des Hauptträgers mit Stahlstangen (8 St./Element) befestigt. Zwischen zwei längere Elemente wird ein kürzeres Element installiert. Die Befestigungstellen der Elemente am Hauptstruktur werden mit Gummidämpfern isoliert.

Die Bauart der akustischen Deckenelemente ist ähnlich wie die der Rangelemente, nur etwas einfacher und leichter.



**Bild 16 Die Elemente der Akustikdecke**

1. Zwei lange Elemente werden zwischen zwei Hauptträgern befestigt. Zwischen zwei lange Elemente wird ein kurzes Element installiert. So wird die Gefahr eines kontinuierlichen Abrutschens vermieden.
2. Die Befestigung der Elemente geschieht einfach durch das Pressen der Elemente mit einer Stahlstange gegen den Holm.

### **Probe- und Pausenräume für das Orchester**

Die Probe- und Pausenräume für das Orchester sind in einem separaten Flügel untergebracht. Die Struktur des Flügels ist aus BSH. Der gebogene Dachträger wird mit einer Zugstange versehen. Es wurde noch kein endgültiger Entschluss über die Bauweise der Aussenwände getroffen.

### **Service- und Lagerräume**

In den Service- und Lagerräumen gibt es Kerto-Holzpfiler und als Dachträger ein Maxiträger aus Kerto-Holz (I-Träger)

### **Nachwort**

Bisher waren die höchsten Holzbauwerke in Finnland Sprungschanzen. Im Skispringen waren wir lange Zeit die besten Europas, aber in den letzten Jahren hat sich die Situation geändert, und die Rollen haben sich getauscht. Hoffentlich tauschen sich die Rollen auch im Holzbauwesen.