

AKUSTISCHE OPTIMIERUNG DER OSTSCHWEIZER TONHALLE

# Der gute Ton in St. Gallen

In der St. Galler Tonhalle verdarb die problematische Akustik bis 2009 manches Musikerlebnis. Seither verteilen Schalldiffraktoren an der Decke den Klangstrom und verschaffen allen im Saal ungetrübten Hörgenuss.

Text: Aldo Rota



Bühnenbereich der Tonhalle St. Gallen mit dem unter der Decke aufgehängten Schalldiffraktor. Hinter der Bühne sind die schalldiffundierende weisse Holzverkleidung und die Holzbalustrade der Empore mit dem gleichen Zweck erkennbar. Die Bühne ist für ein Orchester mit sehr grosser Besetzung bestuhlt.

In der Blütezeit der St. Galler Stickerei-industrie um 1900 erstellte der Architekt Gottfried Julius Kunkler (1845–1923) im Auftrag eines privaten Trägervereins zwischen 1906 und 1909 die Tonhalle St. Gallen. Die Gebäudehülle im Stil eines französischen Gartenschlosses kaschiert eine damals hochmoderne Eisenbeton-Tragkonstruktion von Robert Maillart (1872–1940).

Trotz einigen Anpassungen und Erweiterungen ist die Bausubstanz, insbesondere die Tragkonstruktion, bis heute unverändert erhalten geblieben. Ihr heutiges äusseres und inneres Erscheinungsbild erhielt die Tonhalle bei der umfassenden Restaurierung und Modernisierung von 1990–1993, als auch ein Glas-Stahl-Anbau für ein Restaurant dazukam.

## Das Kreuz mit der Akustik

Klagen über die problematische Akustik zogen sich wie ein roter Faden durch die gesamte Geschichte der Tonhalle St. Gallen, und alle bisherigen Umbauten hatten nichts daran geändert. Das Hauptproblem war, vereinfacht gesehen, dass die Kuppel über der Bühne den Schall des Orchesters sehr ungleichmässig reflektierte und verteilte; das konnte auch zu extremer Fokussierung des Schalls im Bühnenbereich führen, sodass selbst gesundheitliche Schäden für die Musiker nicht auszuschliessen waren – während gleichzeitig die Musik im Saal schlecht wahrnehmbar war.

Nach einigen Voruntersuchungen beschloss schliesslich das Hochbauamt der Stadt St. Gallen als Bauherr eine grundlegende akustische Sanierung der Tonhalle im Bühnenbereich und schrieb im April 2009 einen entsprechenden Studienauftrag auf Einladung aus. Die eingeladenen fünf Architekturbüros wurden verpflichtet, für ihre Arbeit bereits im Projektstadium namhafte Akustiker beizuziehen.

## Ein Schalldiffraktor als Lösung

Das Beurteilungsgremium empfahl einstimmig das Projekt des Planungsteams Bosshard Vaquer Architekten in Zusammenarbeit mit dem spanischen Akustiker Higini Arau zur Weiterbearbeitung und Ausführung. Viele Akustiker äusserten aber Zweifel an der Wirksamkeit des von Arau vorgeschlagenen Schalldiffraktors, sodass die Ausführung des Projekts fraglich schien.

Bisher war erst ein Schalldiffraktor nach Araus Vorstellungen realisiert worden: zwei Jahre zuvor in einem Probesaal des «Gran Teatre del Liceu» in Barcelona. Als Entscheidungshilfe reiste die Bauherrschaft nach Barcelona, um die Wirkung dieser Installation vor Ort zu begutachten. Mit dabei waren auch drei erfahrene Orchestermusiker mit ihren Instrumenten.

Diese Reise war der Wendepunkt im Projekt- ablauf: Nur wenige Minuten brauchten die drei Musik- profis zu spielen, und es wurde klar, dass Araus Konzept die Lösung war. Der Vergleich mit einem identischen Saal ohne Diffraktor bestätigte diesen Befund: Der Saal



Südwestfassade der Tonhalle St. Gallen mit dem 1990–1993 erstellten Glas-Stahl-Anbau für das Restaurant.

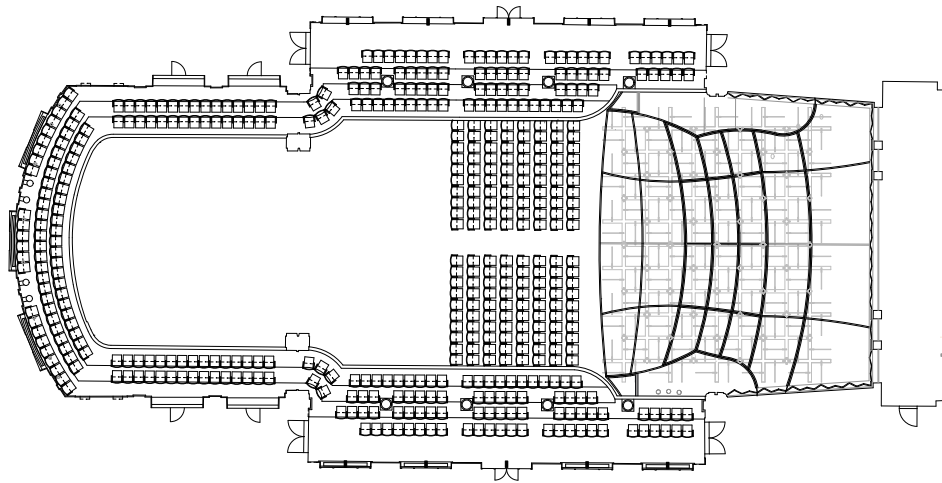
mit dem Diffraktor erscheint akustisch doppelt so gross. Dieser in St. Gallen dann tatsächlich auch eintretende Effekt beruht auf der Verdoppelung der Nachhallzeit – auch das Volumen der Tonhalle schien nach dem Einbau des Diffraktors verdoppelt.

## Vergoldete Platten gegen Schall

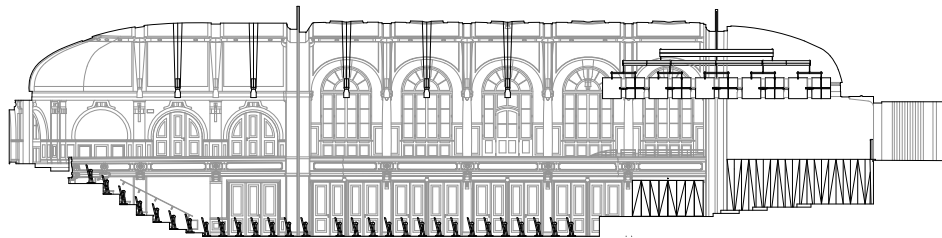
In der Folge entstand eine eindruckliche und doch luftig und filigran wirkende Konstruktion am gewölbten Himmel über der Bühne: eine schwebende, dezent strahlende goldene Wolke. Dabei wird die akustische und visuelle Wirkung mit einfachen Mitteln, ohne hochgezüchtete Hightechmaterialien erzielt: Als eigentliche Schalldiffraktoren fungieren 96 periodisch in einem orthogonalen Raster angeordnete, einzeln vertikal aufgehängte rechteckige Platten aus handelsüblichem



Erste Ausführung 2007 des Schalldiffraktors an der Decke in einem Probesaal des «Teatre del Liceu» in Barcelona.



Grundriss, nach Einbau des Diffraktors, Mst. 1:350.



Längsschnitt, nach Einbau des Diffraktors.



Blick zur Bühne in der Tonhalle St. Gallen. Der Diffraktor scheint wie eine goldene Wolke über dem Orchester zu schweben. Die Bühne ist für ein Orchester mit sehr grosser Besetzung bestuhlt.

Brettschichtholz. Ihre Funktion ist nicht die Dämpfung, sondern die Reflexion, Umlenkung und Verteilung des Schalls. Dass die Holzplatten rundum mit Blattgold beschichtet sind, hat ästhetische Gründe – die durch aus zu einem ansprechenden visuellen Raumeindruck geführt haben – und ist für die Akustik nicht relevant.

Die goldenen Holzplatten werden jeweils in Vierergruppen von einer Mobile-artigen, aufgehängten Tragkonstruktion aus Flachstählen mit drei Ebenen gehalten. An der unteren Ebene sind auf Höhe der Diffusorplatten auch die neuen Leuchten angebracht. Das gesamte «Mobile» ist, auch mithilfe einiger Gewichte auf den Trägern, sorgfältig austariert und stabilisiert. Die über zwei Tonnen wiegende Wolke ist mit drei Zugstäben an einem Fachwerkquerträger der ursprünglichen Dachkonstruktion aufgehängt. Einer der Fachwerkträger der Dachkonstruktion über der Bühne ist doppelt ausgeführt; im Zwischenraum dieses Doppelträgers wurde ursprünglich der schwere Vorhang aufgehängt. An diesem doppelten Träger ist der Diffraktor abgehängt. Die statische Überprüfung zeigte, dass seine Tragsicherheit dafür ausreicht.

## Flankierende Massnahmen

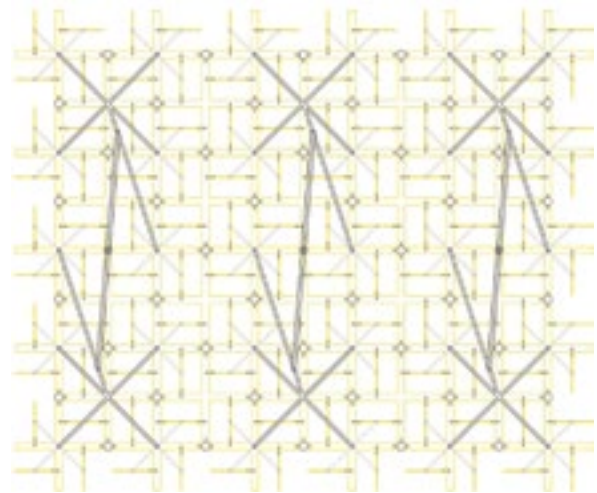
Die allgemein geschätzte Verbesserung der Raumakustik ist aber nicht ausschliesslich dem Einbau des Diffraktors zuzuschreiben. Flankierende Massnahmen tragen einiges zum Gesamtergebnis bei, darunter vor allem der Umbau der Bühne, die jetzt generell niedriger ist. Bei baulichen Massnahmen in diesem Bereich musste auch beachtet werden, dass die Bühne auf einem Stahlbeton-Kuppelgewölbe steht, das wie die übrigen Tragkonstruktionen von Robert Maillart entworfen wurde und nicht verändert werden durfte. Unter diesem Gewölbe ist nach wie vor ein stimmungsvoller kleiner Saal eingerichtet, der separat oder als Erweiterung des Hauptsaaes genutzt werden kann.

Als weitere Massnahmen zur Optimierung der Konzertakustik sind die ursprünglich glatten Rück- und Seitenwände der Bühne mit Holzverkleidungen versehen worden, die dank ihrer unregelmässigen Geometrie als Diffusoren wirken und Flatterechos verhindern. Ebenfalls zum Zweck der Schallwellendiffusion erhielt die zuvor ungesicherte Empore hinter der Bühne eine massive, unregelmässig zusammengesetzte Holzbalustrade.

## Der Diffraktor funktioniert wirklich

Der Aufwand für den Einbau des Diffraktors hat sich offenbar gelohnt: Endlich können die Musiker jetzt ungestört musizieren, hören, wie die anderen Orchestermitglieder spielen, und sie müssen ihr Gehör nicht mehr aufs Spiel setzen. Und für das Konzertpublikum im Saal klingt es einfach besser, an jedem Platz, bei jeder Musik. Oder, wie es Projektleiter Andreas Schneiter formuliert: «Eine Flöte beispielsweise klingt jetzt noch «flötiger».» •

Dr. Aldo Rota, Redaktor Bautechnik/Werkstoffe



Ein spezielles Mobile: Draufsicht (oben) und Modell des Schalldiffraktors in der Tonhalle St.Gallen. Der oberste, gewölbte Träger stellt den Stahlträger der Dachkonstruktion dar (unten).



**Bauherrschaft**  
Stadt St. Gallen,  
Hochbauamt; Projektleiter  
Andreas Schneiter

**Architektur und Bauleitung**  
Bosshard Vaquer  
Architekten bsa sia, Zürich

**Akustikplanung**  
Arau Acustica, Barcelona

**Statik**  
Création – Holz GmbH,  
Herisau; Ferroplan  
Engineering AG, Zürich;  
Kurt Jeisy Ingenieur-  
büro AG, St. Gallen

**Prüfstatik**  
HSLU Hochschule Luzern,  
Abt. Technik und Architek-  
tur, Luzern

**Bauphysik**  
Bakus, Bauphysik &  
Akustik GmbH, Zürich;  
Empa, Eidgenössische  
Materialprüfungs- und  
Forschungsanstalt,  
Dübendorf

**HLK-/Elektroplanung**  
IBG B. Graf AG  
Engineering, St. Gallen

**Projektteam**  
Daniel Bosshard,  
Alessandro Mattle,  
Meritxell Vaquer



**Projekttablauf**  
Studienauftrag auf  
Einladung,  
Dezember 2008 bis  
März 2009

**Planungsbeginn**  
Juli 2009

**Ausführung**  
Juni bis August 2010

**Baukosten**  
CHF 2435000

# TEC21 2014 | 10 Mater

Translations from German (blue) to English (red) and Spanish (black)

Verleger : Verlags-AG

## Der gute Ton in St.Gallen -The good sound in St.Gallen- La buena tonalidad del sonido en St. Gallen

In der St.Galler Tonhalle verdarb die problematische Akustik bis 2009 manches Musikerlebnis. Seither verteilen Schalldiffraktoren an der Decke den Klangstrom und verschaffen allen im Saal ungetrübten Hörgenuss.

07. März 2014 Aldo Rota

The problematic acoustics have spoiled many musical experiences in the Tonhalle of St.Gallen until 2009. Since then, sound diffractors at the ceiling distribute the stream of sound and provide everybody in the hall a clear and pleasurable listening.

07. March 2014 Aldo Rota

La acústica problemáticas en el Tonhalle de St. Gallen ha echado a perder muchas experiencias musicales hasta 2009. Desde entonces, difractores de sonido en el techo distribuyen la corriente de sonido y proporcionan todo el público de la sala de un sonido claro y agradable.

07. March 2014 Aldo Rota

In der Blütezeit der St. Galler Stickereiindustrie um 1900 erstellte der Architekt Gottfried Julius Kunkler (1845–1923) im Auftrag eines privaten Trägervereins zwischen 1906 und 1909 die Tonhalle St. Gallen. Die Gebäudehülle im Stil eines französischen Gartenschlosses kaschiert eine damals hochmoderne Eisenbeton-Tragkonstruktion von Robert Maillart (1872–1940). Trotz einigen Anpassungen und Erweiterungen ist die Bausubstanz, insbesondere die Tragkonstruktion, bis heute unverändert erhalten geblieben. Ihr heutiges äußeres und inneres Erscheinungsbild erhielt die Tonhalle bei der umfassenden Restaurierung und Modernisierung von 1990–1993, als auch ein Glas-Stahl-Anbau für ein Restaurant dazukam.

**In 1900, in the heyday of the embroidery industry of St.Gallen, the architect Gottfried Julius Kunkler (1845-1923) built, between 1906-1909, as an order from a private carrier association, the Tonhalle of St.Gallen. The building envelope, in the style of a French castle's garden, covered up a then highly modern ferroconcrete supporting structure from Robert Maillart (1872-1940). Despite some adaptations and extensions, the substance of the building, essentially the supporting structure, hasn't been modified. The Tonhalle holds its current external and internal appearance by its restorations and modernizations from 1990-1993, as well as a glass-steel extension for a restaurant that came along.**

**En 1900, en el apogeo de la industria del bordado de St. Gallen, el arquitecto Gottfried Julius Kunkler (1845-1923) construyó, entre 1906 a 1909, como una asociación transportista privada, conocida por Tonhalle de St. Gallen. La envolvente del edificio, y el estilo del jardín se parece a un castillo francés, construyó una estructura de soporte de hormigón armado entonces altamente moderna de Robert Maillart (1872-1940). A pesar de algunas adaptaciones y ampliaciones, la sustancia del edificio, en esencia la estructura de soporte, no se ha modificado. El Tonhalle mantiene su actual apariencia externa e interna por sus restauraciones y modernizaciones desde 1990-1993, así como una extensión de vidrio de acero para un restaurante que llegó más tarde..**

***Das Kreuz mit der Akustik -The cross with the acoustics- El cruce con la acústica***

**Klagen über die problematische Akustik zogen sich wie ein roter Faden durch die gesamte Geschichte der Tonhalle St. Gallen, und alle bisherigen Umbauten hatten nichts daran geändert. Das Hauptproblem war, vereinfacht gesehen, dass die Kuppel über der Bühne den Schall des Orchesters sehr ungleichmäßig reflektierte und verteilte; das konnte auch zu extremer Fokussierung des Schalls im Bühnenbereich führen, sodass selbst gesundheitliche Schäden für die Musiker nicht auszuschliessen waren – während gleichzeitig die Musik im Saal schlecht wahrnehmbar war.**

**Complaints about the acoustical problems had moved like a thread through the entire history of the Tonhalle St.Galle, and each consecutive renovation wouldn't be able to change anything. The main problem, in a simplified explanation, was that the dome over the stage reflected and distributed the sound of the orchestra irregularly; that could also lead to an extreme focusing of the sound into the area of the stage, so that injuries to the musicians weren't removed –while the music, at the same time, was poorly perceived in the hall.**

**Las quejas sobre los problemas acústicos se habían trasladado como un hilo a través de toda la historia de la Tonhalle St.Gallen, y cada renovación consecutiva no fueron capaces de cambiar nada. El problema principal, en una explicación sencilla, era que la cúpula sobre el escenario refleja y distribuye el sonido de la orquesta irregularmente; que también podría dar lugar a un extremo de focalización del sonido en la zona del escenario, por lo que las molestias en los músicos nunca se eliminaron -mientras la música, al mismo tiempo, fue pobremente percibida en la en la audiencia.**

## ARAU ACUSTICA

Nach einigen Voruntersuchungen beschloss schliesslich das Hochbauamt der Stadt St. Gallen als Bauherr eine grundlegende akustische Sanierung der Tonhalle im Bühnenbereich und schrieb im April 2009 einen entsprechenden Studienauftrag auf Einladung aus. Die eingeladenen fünf Architekturbüros wurden verpflichtet, für ihre Arbeit bereits im Projektstadium namhafte Akustiker beizuziehen.

**After some preliminary investigations the council's building department of St.Gallen, as the owner of the building, eventually agreed to start a fundamental acoustic refurbishment of the Tonhalle in the stage area, and wrote out in April 2009 the corresponding instructions of the study on invitation. The five architecture studios that were invited had the obligation to consult a renowned acoustician since the beginning of the projectual stage.**

*Ein Schalldiffraktor als Lösung - A Sound Diffractor as a solution- La difracción del sonido fue la solución.*

Das Beurteilungsgremium empfahl einstimmig das Projekt des Planungsteams Bosshard Vaquer Architekten in Zusammenarbeit mit dem spanischen Akustiker Higiní Arau zur Weiterbearbeitung und Ausführung. Viele Akustiker äusserten aber Zweifel an der Wirksamkeit des von Arau vorgeschlagenen Schalldiffraktors, sodass die Ausführung des Projekts fraglich schien.

**The judging committee unanimously recommended the project of the planning team Bosshard Vaquer – Architects, working together with the spanish acoustician Higiní Arau for further processing and execution. Many acousticians expressed doubts about the effectiveness of Arau's proposed sound diffractors, so that the execution of the project seemed uncertain.**

El comité del jurado recomendó por unanimidad el proyecto del equipo de planificación Bosshard Vaquer - Arquitectos, trabajando junto con el español en acústica Higiní Arau para su posterior procesamiento y ejecución. Muchos opinaron con dudas acerca de la eficacia acústica de los difractores de sonido propuestos de Arau, por lo que la ejecución del proyecto parecía incierta.

Bisher war erst ein Schalldiffraktor nach Araus Vorstellungen realisiert worden: zwei Jahre zuvor in einem Probesaal des «Gran Teatre del Liceu» in Barcelona. Als Entscheidungshilfe reiste die Bauherrschaft nach Barcelona, um die Wirkung dieser Installation vor Ort zu begutachten. Mit dabei waren auch drei erfahrene Orchestermusiker mit ihren Instrumenten.

**By that time, a first sound diffractor has been realized, according to Arau's presentation: two years before, in a rehearsal room of "Gran Teatre del Liceu" in Barcelona. To help the decision, the building owners traveled to Barcelona, in order to examine the effect of these on-site installation. Three experienced orchestral musicians were there as well.**

En ese momento del concurso, en su presentación Arau explicó que existía un primer difractor de sonido que había diseñado, dos años antes, en una sala de ensayo del "Gran Teatre del Liceu" en Barcelona. Para ayudar a la decisión, a dos meses antes de la construcción, los propietarios de edificios viajaron a Barcelona, con el fin de examinar el

efecto de éstas la instalación in situ. Tres músicos de orquesta experimentados estaban allí también.

Diese Reise war der Wendepunkt im Projektablauf: Nur wenige Minuten brauchten die drei Musikprofis zu spielen, und es wurde klar, dass Araus Konzept die Lösung war. Der Vergleich mit einem identischen Saal ohne Diffraktor bestätigte diesen Befund: Der Saal mit dem Diffraktor erscheint akustisch doppelt so gross. Dieser in St. Gallen dann tatsächlich auch eintretende Effekt beruht auf der Verdoppelung der Nachhallzeit – auch das Volumen der Tonhalle schien nach dem Einbau des Diffraktors verdoppelt.

**This trip was the turning point in the development of the project: the three professional musicians needed few minutes of playing, and it would be clear that Arau's concept was the solution. The comparison with an identical hall without diffractors confirmed these results : the hall with diffractors appeared to be acoustically twice as big. The diffractors in St.Gallen ...is based on the doubling of the reverberation time – also the volume of the Tonhalle appears to have doubled after the construction of the Diffractors.**

Este viaje fue el punto de inflexión para la aceptación del proyecto: los tres músicos profesionales necesitaron unos pocos minutos de escuchar musica, y fue claro que el concepto de Arau era la solución. La comparación con un hall de idéntica sin diffractors confirmó los resultados: La sala con difractores parecía ser acústicamente el doble de grande. Los difractores en St. Gallen .... se basaron en la duplicación del tiempo de reverberación - también el volumen de la Tonhalle parece haberse duplicado después de la construcción de las difractores.

*Vergoldete Platten gegen Schall - Gold-plated boards against sound- Tableros chapados de oro producen la reflexion del sonido.*

In der Folge entstand eine eindruckliche und doch luftig und filigran wirkende Konstruktion am gewölbten Himmel über der Bühne: eine schwebende, dezent strahlende goldene Wolke. Dabei wird die akustische und visuelle Wirkung mit einfachen Mitteln, ohne hochgezeichnete Hightechmaterialien erzielt: Als eigentliche Schalldiffraktoren fungieren 96 periodisch in einem orthogonalen Raster angeordnete, einzeln vertikal aufgehängte rechteckige Platten aus handelsüblichem Brettschichtholz. Ihre Funktion ist nicht die Dämpfung, sondern die Reflexion, Umlenkung und Verteilung des Schalls. Dass die Holzplatten rundum mit Blattgold beschichtet sind, hat ästhetische Gründe – die durchaus zu einem ansprechenden visuellen Raumeindruck geführt haben – und ist für die Akustik nicht relevant.

**Here follows an impressive ,yet light and delicate active construction at the curved sky over the stage: a suspended, discreet radiant golden cloud. With it , will the acoustical and visual effect achieved with simple means, without any sophisticated high-tech materials. The actual sound diffractors function as a 96-piece periodical orthogonal pattern, being each piece a vertically hanged board made of commercial laminated wood. Their function is not the attenuation, rather than the reflection, redirection and distribution of sound. The fact that the wood boards were all coated with gold has an aesthetical foundation – which targets the visual room impression – and is irrelevant for the acoustics.**



Con la propuesta sigue una construcción activa imaginativa impresionante, pero ligera y delicada perpendicular al cielo curvado sobre el escenario: una suspensión, discreta y radiante como nube dorada y transparente. Con todo ello, un efecto acústico y visual fantástico, logrado con medios sencillos, y sin materiales sofisticados de alta tecnología. Los difractores sonido reales funcionan como un patrón ortogonal 96 pieza periódica, siendo cada pieza un tablero vertical colgado de madera laminada comercial. Su función no es la atenuación, en lugar de la reflexión, la redirección y la distribución de sonido. El hecho de que los tableros de madera fueron recubiertos con oro tiene un fundamento estético - que se enfoca en la impresión visual del auditorio- y es irrelevante para la acústica.

Die goldenen Holzplatten werden jeweils in Vierergruppen von einer Mobile-artigen, aufgehängten Tragkonstruktion aus Flachstählen mit drei Ebenen gehalten. An der unteren Ebene sind auf Höhe der Diffusorplatten auch die neuen Leuchten angebracht. Das gesamte «Mobile» ist, auch mithilfe einiger Gewichte auf den Trägern, sorgfältig austariert und stabilisiert.

**The golden wooden boards will always be in groups of four, as mobile-like, suspended supporting structures of three levels made of plain steel. At the lower levels, the new lamps are mounted on top of the diffusers plates. The entire mobile is, with the help of some weight of the trusses, carefully balanced and stabilised.**

Die über zwei Tonnen wiegende Wolke ist mit drei Zugstaben an einem Fachwerkquerträger der ursprünglichen Dachkonstruktion aufgehängt. Einer der Fachwerkträger der Dachkonstruktion über der Bühne ist doppelt ausgeführt; im Zwischenraum dieses Doppelträgers wurde ursprünglich der schwere Vorhang aufgezo-gen. An diesem doppelten Träger ist der Diffraktor abgehängt. Die statische Überprüfung zeigte, dass seine Tragsicherheit dafür ausreicht.

**The more than two-ton cloud pends by three tensors from a half-timbered crossmember of the original roof. One of the half-timbered trusses of the roof over the stage was duplicated; in the space between these double trusses was the heavy curtain originally hauled up. The diffractor hangs from this double truss. The static examination showed that its carrying security for that purpose was enough.**

La nube de oro de más de dos toneladas pende por tres tensores de un travesaño de entramado de madera del techo originales. Una de las armaduras de entramado de madera del techo sobre el escenario se duplicó; en el espacio entre estas dobles cerchas fue la pesada cortina originalmente arrastrado hacia arriba. El difractor cuelga de esta doble armadura. El examen estático mostró que su seguridad llevando para tal fin fue suficiente.

## *Flankierende Massnahmen - Accompanying measures*

Die allgemein geschätzte Verbesserung der Raumakustik ist aber nicht ausschliesslich dem Einbau des Diffraktors zuzuschreiben. Flankierende Massnahmen tragen einiges zum Gesamtergebnis bei, darunter vor allem der Umbau der Bühne, die jetzt generell niedriger ist. Bei baulichen Massnahmen in diesem Bereich musste auch beachtet werden, dass die Bühne auf einem Stahlbeton-Kuppelgewölbe steht, das wie die übrigen Tragkonstruktionen von Robert Maillart entworfen wurde und nicht verändert werden durfte. Unter diesem Gewölbe ist nach wie vor ein stimmungsvoller kleiner Saal eingerichtet, der separat oder als Erweiterung des Hauptsahls genutzt werden kann.

**The general estimated improvement of the room acoustics is not exclusively due to the construction of the diffusers. Accompanying measures contribute to the overall result, among them the renovation of the stage, which is now overall lower. As constructive measures in these areas, it should also be regarded that the stage is set on a reinforced concrete dome vault, which, as the remaining trusses, was designed by Robert Maillart and would not be changed. Below this vault there is still a small atmospheric hall prepared, that could be used separately or as an extension of the main hall.**

La mejora general estimada de la acústica de la sala, no se debe exclusivamente a la construcción de los difusores. También hubieron medidas complementarias que contribuyeron al resultado final. Como medidas constructivas en esta área, son producidas en el escenario está listo en una bóveda de la cúpula de hormigón armado, que, como los entramados, fueron diseñados por Robert Maillart y no se pueden cambiar. Por debajo de esta bóveda todavía hay una pequeña sala atmosférica preparada, que podría ser utilizada separadamente o como una extensión de la sala principal.

Als weitere Massnahmen zur Optimierung der Konzertakustik sind die ursprünglich glatten Rück- und Seitenwände der Bühne mit Holzverkleidungen versehen worden, die dank ihrer unregelmässigen Geometrie als Diffusoren wirken und Flatterechos verhindern. Ebenfalls zum Zweck der Schallwellendiffusion erhielt die zuvor ungesicherte Empore hinter der Bühne eine massive, unregelmässig zusammengesetzte Holzbalustrade.

**As extensive measures in order to optimise the concert acoustics, the original back and side-walls were treated by a wood covering, that thanks to its irregular geometry serve as diffusers and hide the echo flutter. Likewise, with the purpose of diffusing the sound waves, the previous unsecured gallery of the stage preserved a massive, irregular assembled balustrade made of wood.**

## *Der Diffraktor funktioniert wirklich - The diffractor really works*

Der Aufwand für den Einbau des Diffraktors hat sich offenbar gelohnt: Endlich können die Musiker jetzt ungestört musizieren, hören, wie die anderen Orchestermitglieder spielen, und sie müssen ihr Gehör nicht mehr aufs Spiel setzen. Und für das Konzertpublikum im Saal klingt es einfach besser, an jedem Platz, bei jeder Musik. Oder, wie

es Projektleiter Andreas Schneiter formuliert: «Eine Flöte beispielsweise klingt jetzt noch <flötenähnlicher>»

**The effort on the construction of the diffusers was totally worth it: the musicians can finally make music without being disturbed, hear how the other orchestra companions play, and they don't have to put their hearing at risk anymore. And for the concert-goers, in the hall it sounds even better, in any seat for any music. In other words, as the project director said : “A flute, for example, sounds now even more 'flute-like'. ”**

El esfuerzo en la construcción de los difusores valió la pena: los músicos pueden finalmente hacer música sin sentir molestia ninguna, escuchar bien cómo tocan los demás compañeros de la orquesta, y no tener que poner en peligro su audición nunca más. Y para la audiencia al concierto, entienden que la sala suena mucho mejor, desde cualquier asiento, y para cualquier tipo de música. En otras palabras, como el director del proyecto, dijo: "Una flauta, por ejemplo, suena ahora más 'como una flauta'

**SHARE ON**

**Responsible for the post: TEC21 Contact person for this page: Judit Solt**