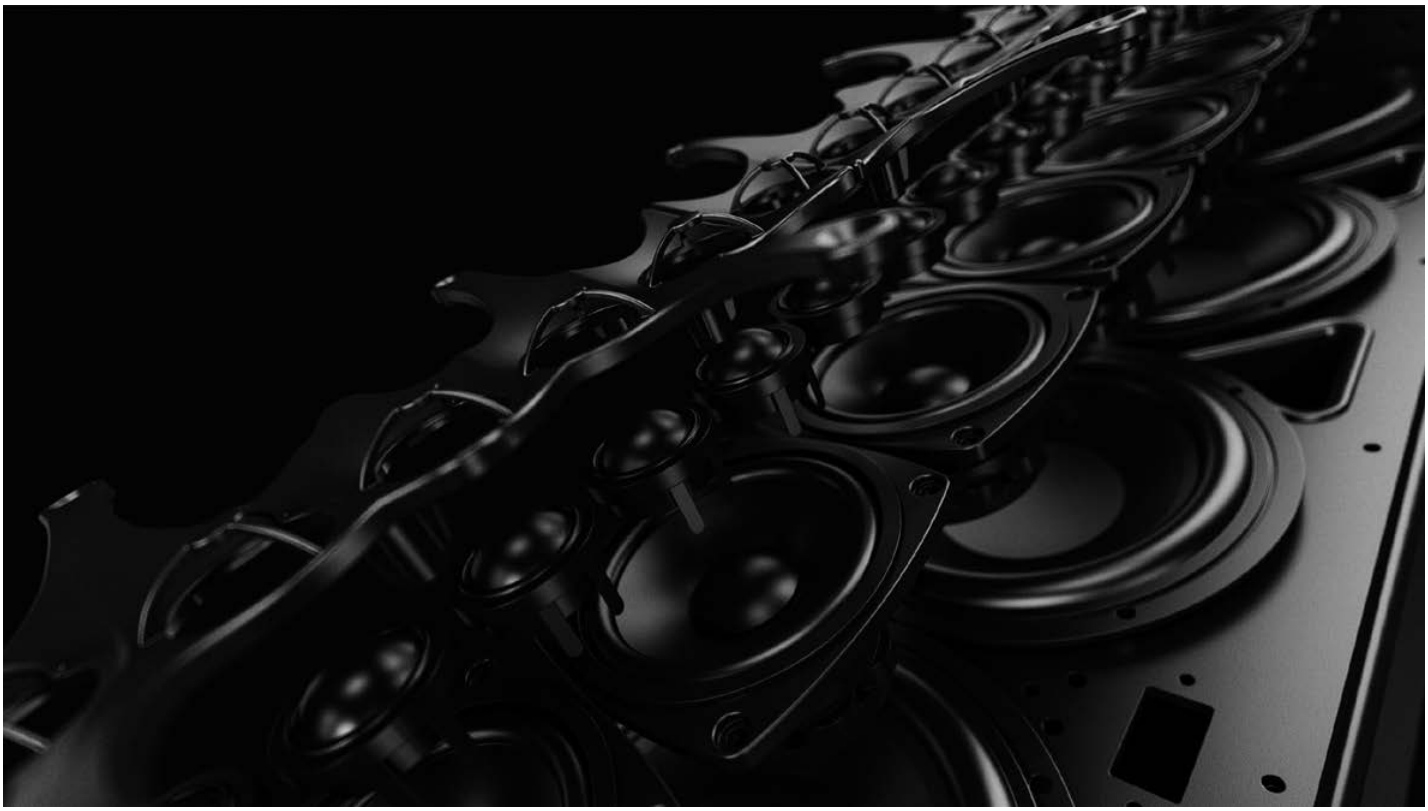

Foto: Kling & Freitag

Abb. 1: Der quasi-koaxiale Aufbau der drei verschiedenen Linien des K&F Vida Systems

MEHR ALS „NUR FÜR SPRACHE“

Beam Steering für höchste klangliche Ansprüche

Text und Bilder *Marco Kuhnmünch*

Elektronisches Beam Steering gibt es schon relativ lange am Markt und entsprechende Lautsprechersysteme sind in großer Zahl verfügbar. Technologisch ist das meist recht einfach umgesetzt und basiert im Großen und Ganzen auf zwei physikalischen Grundlagen:

- Wenn zwei Schallquellen nicht weiter als die halbe Wellenlänge der abgegebenen Frequenz voneinander entfernt sind, können diese vereinfacht als eine einzelne Quelle betrachtet werden.
- Wenn eine Dimension der Schallquelle die Wellenlänge des abgestrahlten Signals erreicht, wird Schallenergie zunehmend gerichtet abgegeben.

Das Ziel bei der Beschallung akustisch schwieriger Räume ist meist die übermäßige Anregung des Raumes und damit die Maskierung des ursprünglichen Signales mit Nachhall zu vermeiden. Folgt man nun den zuvor genannten physikalischen Grundlagen, muss man nur eine ausreichende Anzahl an Lautsprechern nah beieinander montieren, um auch bei tieferen Frequenzen noch eine ausreichende Richtwirkung zu erzielen. Je länger die Anordnung wird, desto tiefer ist auch die Frequenz, bei der man Schallenergie nun noch gerichtet abgibt. Wenn die Lautsprecher nun noch nah genug aneinander montiert sind, um auch bei höheren Frequenzen (und damit kleineren Wellenlängen) noch störungsfrei zusammenzuspielen, hat man schon eine gute Lösung gefunden, um Schallenergie gebündelt abzugeben.

Da sich Publikum prinzipbedingt meist auf horizontaler Ebene vor einem Lautsprecher ausbreitet, bei akustisch schwierigen Räumen aber meist hohe Deckenräume das Problem darstellen, ist eine engere Richtwirkung in der vertikalen Ebene eher erstrebenswert, um den Deckenraum nicht zu sehr anzuregen. Horizontal möchte man aber breiter abstrahlen, da man einen möglichst großen Teil des Publikums erreichen muss.

So weit, so gut. Wir haben nun eine Reihe an Breitbandlautsprechern in einem länglichen Gehäuse vertikal übereinander angeordnet, mit denen wir Schallenergie vertikal eng abstrahlen, horizontal aber einen großen Bereich erreichen können. Um Publikum vor dem Lautsprecher gleichmäßig zu beschallen, muss man diesen oberhalb der Kopfhöhe montieren, um Abschattungseffekte zu vermeiden. Eine Montage oberhalb der Kopfhöhe würde aber nun erfordern, dass der Lautsprecher selbst nach vorn geneigt wird, um nicht über den Köpfen der Zuhörer hörbar zu sein, sondern direkt im Publikum. Optisch ist es aber nun äußerst fragwürdig, einen langen Lautsprecher weit nach vorn zu neigen, wenn dieser eigentlich direkt an der Wand montiert werden könnte.

Genau hier kommt das Beam-Steering ins Spiel. Anstatt den gesamten Lautsprecher zu neigen, kann man auch einfach jedes einzelne Chassis zeitlich versetzt mit dem ursprünglichen Signal versorgen, so dass die aus dem Lautsprecher abgegebene

Foto: Kling & Freitag

Abb.2. Eine möglichst enge Abstrahlung garantiert gute Verständlichkeit auf allen Plätzen im Publikum während der Deckenraum kaum angeregt wird

Wellenfront geneigt wird, ohne dass man den Lautsprecher selbst anwinkeln muss. Passt man diese Verzögerungszeiten nun noch von innen nach außen an, kann man zudem den Öffnungswinkel der vertikalen Abstrahlung gestalten. Somit lässt sich nun sowohl der vertikale Abstrahl- als auch der Öffnungswinkel der abgegebenen Schallenergie wählen.

Für Systeme die vorwiegend Sprache übertragen sollen, ist das durchaus ein adäquater Weg. Für Musik (oder allgemeiner: Full-Range-Content) ist diese Lösung aber nur bedingt interessant, da Breitbandlautsprecher hier vor allem in zweierlei Hinsicht an ihre Grenzen stoßen.

Foto: Claudia Höhne / Kling & Freitag

Abb. 3: Die Vida-L im Detail

Unseren beiden physikalischen Grundlagen folgend wissen wir, dass die Größe eines Lautsprechers in direktem Zusammenhang zu seiner Richtwirkung steht. Wir nutzen dieses Wissen, um lange Lautsprecher für gute vertikale Direktivität zu nutzen, aber zu hohen Frequenzen hin wird das natürlich selbst bei den kleinen Dimensionen eines Breitbandlautsprechers problematisch, da auch ein 4"-Chassis bei S-Lauten und dergleichen schon sehr eng abstrahlt. Daher sind in Hinblick auf diese Thematik eigentlich möglichst kleine Lautsprecher ideal. Um aber auch tiefe Frequenzen noch mit ausreichend Energie wiederzugeben, wünscht man sich eher große Lautsprecherchassis in entsprechend dimensionierten Volumina, die auch ausreichend Tieftonenergie liefern können. Zudem wird die Auflösung der Steuerbarkeit durch Verzögerungen aber immer geringer, je größer das einzelne Chassis wird, da auf die gleiche Lautsprecherlänge immer weniger Chassis verteilt werden können.
Das Problem ist also nicht trivial lösbar, aber aus der Fertigung konventioneller Lautsprecher bekannt. Hier teilt man das Spektrum einfach auf und verwendet für jeden relevanten Teilbereich einen spezialisierten Treiber. Für den Hochton ein kleines, leichtes Chassis und für den Tiefton ein großes, kräftiges Chassis.

Ist dieses Prinzip einfach auf Beam Steering Lautsprecher übertragbar? Ja und Nein. Auch in der Fertigung konventioneller Systeme muss man sehr darauf achten, dass die Lautsprecher nah genug beieinander montiert sind, um im Übergangsbereich störungsfrei miteinander zu agieren. Annähernd Ideal ist hier der koaxiale Aufbau, bei dem sich der Hochtontreiber in der Mitte des Tief-/Mitteltontreibers befindet. Wie ist das aber nun auf Linienstrahler anwendbar?

Kling & Freitag hat sich bei der Entwicklung der Vida Systeme dazu entschieden, konsequent das koaxiale Konzept zu verfolgen. Grundgerüst ist eine 1,10 m lange Linie aus zwölf 3,5" Chassis, die einem klassischen Linienstrahler sehr nah kommen, aber aus oben genannten Gründen eben sowohl im Hochton als auch im Tiefton nicht ideal sind. Zur Erweiterung im Tieftonbereich wurden daher in dahinter liegende Kammern über die gesamte Höhe des Lautsprechers sechs 6,5" Tieftöner integriert. Damit ist auch die Wiedergabe tieffrequenter Musikanteile mit ausreichend Energie

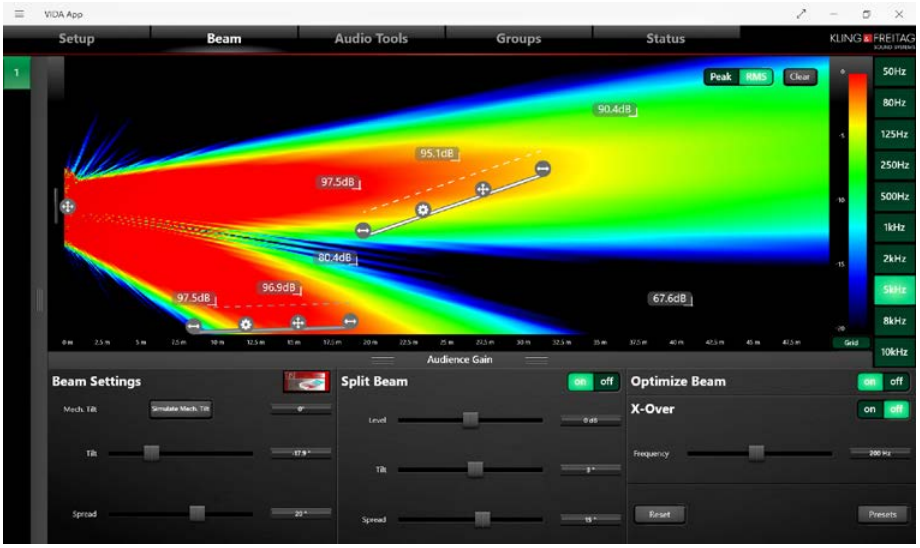

Foto: Kling & Freitag

Abb. 4: Die Benutzeroberfläche zeigt das intuitive Bedienkonzept mit wenigen Reglern und bietet zeitgleich bereits eine Vorschau auf die Ausrichtung der beiden Beams

möglich. Vor diesen beiden Linien ist nun eine weitere Linie aus 32 Kalottenhochtönern montiert, die durch ihre sehr kleinen Abmaße eine äußerst hohe Präzision in der Auflösung des Beam Steerings ermöglichen, aber auch höchste Frequenzen noch sehr sauber und klar wiedergeben. Durch die hohe Auflösung ist damit ein präzises, artefaktfreies Beam Steering bis deutlich über 10 kHz möglich.
Im Grunde genommen befinden sich also in einem dieser Lautsprecher drei unabhängige Linienstrahler mit jeweils für ihren Frequenzbereich optimierter Auflösung und Chassisgröße. Die Prozessoren berechnen dabei in Echtzeit das für jeden Frequenzbereich passende Maß an Verzögerungen für jedes Einzelchassis, um die tonale Balance im gesamten Abstrahlbereich immer ideal zu gestalten. Selbstverständlich sind die drei Linien auch zeitlich so aufeinander angepasst, dass die Wiedergabe vor der Linie absolut zeitrichtig erfolgt. Durch diesen quasi-koaxialen Aufbau von drei spezialisierten, gleich langen Linienstrahlersystemen lässt sich Beam Steering in einem Frequenzbereich von 65 Hz bis hinauf zu 22 kHz realisieren.

J-Beam: Beam Steering 2.0

Die vorhin erläuterte Herangehensweise. Die Neigung und den Öffnungswinkel des Beams zu kontrollieren, führt zu sehr guten Ergebnissen und ist in vielen Fällen das Mittel der Wahl. Es gibt allerdings Anforderungen an moderne Beschallungen, in denen man gern mehr Möglichkeiten hätte. Mit J-Beam gibt es nun einen neuen Algorithmus, der in unserer Software als Auswahlmöglichkeit zur Verfügung steht. Während sich in konventionellen Beam Steering Systemen der Beam immer von der Mitte aus öffnet, funktioniert J-Beam anders.
Die Grundüberlegung war, wie man es gewährleisten könnte, die Pegelverteilung zwischen der ersten und der letzten Reihe im Publikum ideal zu gestalten. Dazu muss man grundsätzlich mehr Energie in die hinteren Reihen bringen, um dort den gleichen Pegel zu erreichen, wie in den vorderen Reihen. Allerdings gilt es dabei zu beachten, dass man im Beam Steering nicht einfach beliebig Energie verteilen kann und ein einfaches leiser machen der unteren Treiber der Zeile hilft nicht, die Pegel besser zu verteilen. Es wurde also von Grund auf überlegt, welche Herangehensweise wohl zum Ziel führen würde.

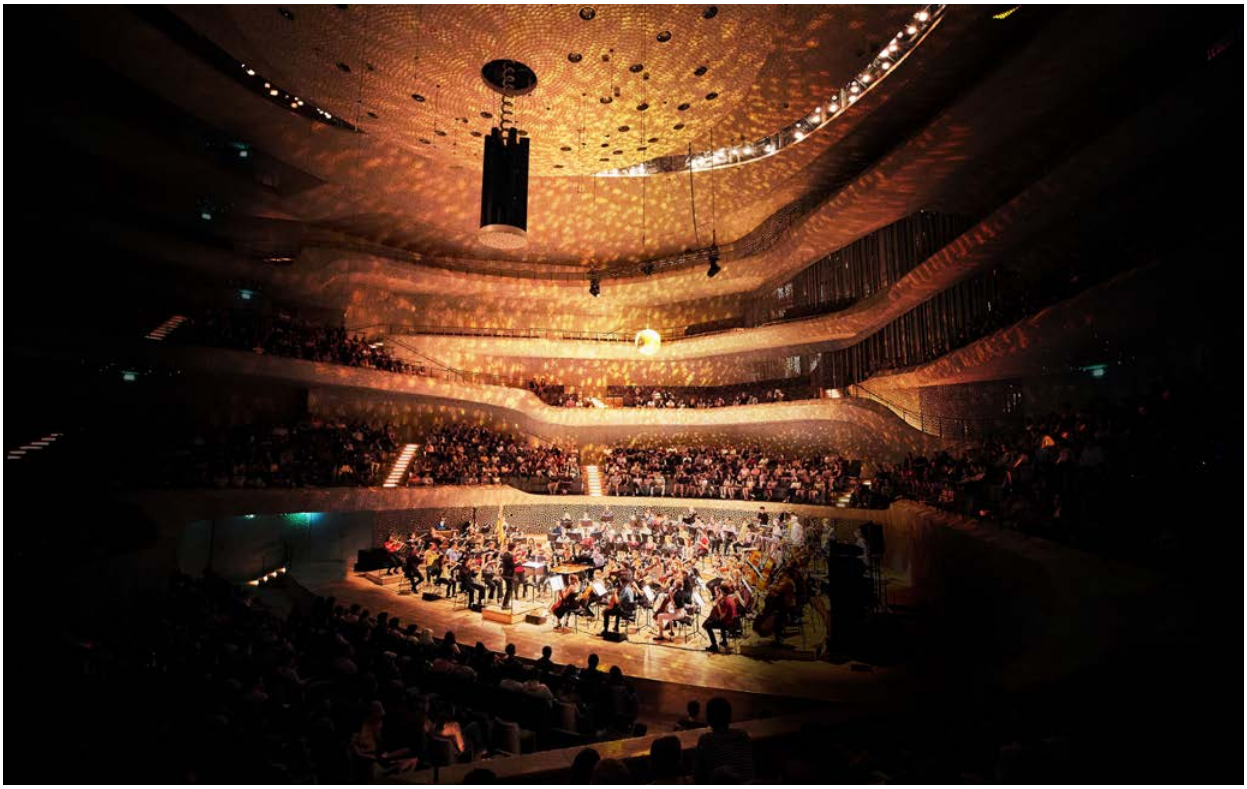

Foto: Claudia Höhne / Kling & Freitag

Abb. 5: Das zentrale Vida-Array der Elbphilharmonie in Hamburg: Sechs Linien aus je drei K&F Vida L arbeiten neben der musikalischen Beschallung dank der Sprachverständlichkeit sogar als SAA

Im Grunde genommen reicht es schon aus, mit mehr Lautsprechern Energie für die hinteren Reihen zur Verfügung zu stellen und weniger Einzelchassis für die vorderen Reihen zu verwenden. Grundlage für die Berechnung der Verzögerungen in der vertikalen Dimension ist hier nun ein mathematisch korrekt dargestelltes Segment einer Spirale, also einer sich zunehmend verengenden Kurve als ideale Basis für eine Pegelanpassung über die Distanz. Bei der Anpassung des Beams bzw. dessen Neigung zielt man nun also nicht mehr mit der Mitte des Beams auf die Mitte des Publikumsbereiches und öffnet den Beam dann von dieser Mitte aus in der Vertikalen, sondern man zielt auf die letzte Reihe und öffnet dann nach unten hin immer weiter, behält dabei aber die Gleichmäßigkeit der Energieverteilung in Balance, da die mathematische Grundlage der Öffnung nicht das Kreissegment ist, sondern die Spirale und somit immer mehr Energie in den hinteren Bereich abgegeben wird. Diese Form entspricht quasi auch dem Ideal eines Line-Array-Systems mit vielen, fast gerade untereinander gehängten Elementen im oberen Teil und nach unten hin immer größeren Winkeln, so dass sich die charakteristische J-Form ergibt.

Das „Problem" klassischer Line-Arrays ist aber, dass sich aufgrund der schieren Gehäusegröße und der geringen Zahl der Treiber in der Vertikalen eine sehr geringe Auflösung ergibt. Mit einer Auflösung von rund 30 Treibern pro Meter lässt sich mit Vida eine sehr hohe Annäherung an die mathematisch perfekte Spirale erreichen und somit auch eine präzise Pegelverteilung bei hervorragender tonaler Balance. Wendet man diesen Algorithmus nun auf alle drei hintereinander liegenden Zeilensysteme an, hat man ein echtes Fullrange-Beam-Steering-System mit der Möglichkeit, die Pegelbalance zwischen erster und letzter Reihe stufenlos zu verstellen. Selbstverständlich funktioniert J-Beam – wie auch schon der Standard-Beam – in Echtzeit.

Marco Kuhnmünch, Director of Sales & Marketing bei Kling & Freitag, ist seit über 20 Jahren in der Pro Audio Welt tätig und realisierte weltweit viele spannende Beschallungsprojekte.

Vida-L im Volkstheater Wien

Vor zwei Jahren wurde im Volkstheater Wien im Zuge einer Generalsanierung auch die komplette Tontechnik inkl. der Lautsprecheranlage erneuert. Michael Sturm berichtet über die Neuinstallation des K&F Vida-L Systems.

Interview und Text *Elke Wisse* **Fotos** *Sebastian Hartl*

Foto: EMILBLAU/Martin Geyer/Volkstheater

Abb. 7: Das Volkstheater Wien

Warum wurde K&F Vida-L System installiert?

Bei der Neubeschaffung der Beschallungsanlage kamen verschiedene Aspekte zum Tragen. Von den Architekten kam die Forderung, dass sich die Lautsprecher unaufdringlich und elegant in das historische Erscheinungsbild einfügen sollen. Der optische bzw. ästhetische Aspekt stand klar im Fokus.

Für mich als verantwortlicher Tonmeister war natürlich die Klangwiedergabe einer neuen PA Anlage entscheidend. Zu dem Zeitpunkt wurde ich zu einer Listening Session des Vida-L Systems von Kling & Freitag eingeladen, die mich sehr beeindruckt hat. Es war eine Open Air Veranstaltung, bei der ich ca. 20 Meter von der Bühne entfernt vor einer Wand stand. Das Beam Steering funktionierte extrem gut, das Klangbild war vor allem in den Höhen unfassbar klar, weil die Rückwand nicht mehr angeregt wurde. Laut Datenspezifikationen überträgt die Vida-L Frequenzen bis 60 Hz, so dass sie – ggf. ergänzt durch einen Subwoofer – eine vollwertige PA für mittelgroße Veranstaltungen generell und speziell im Theater geeignet ist.

Für mich stand fest, dass diese Lautsprecher klanglich perfekt in unser Haus passen und gleichzeitig auch den optischen Anforderungen genügen.
Noch während des Umbauprozesses war klar, dass der für seine Technikaffinität bekannte Kay Voges der neue Intendant des Theaters wird. Sein Ziel war es, das Repertoire des Theaters zu erweitern, so sollten zum Beispiel auch Rock-Konzerte bei uns stattfinden.
Und da hat sich die Entscheidung für Vida bezahlt gemacht, denn wir können damit alles realisieren von der leichten Sprachverstärkung, über eine vollverstärkte Theater-Show mittlerer Lautstärke mit musikalischer Untermalung bis hin zu Rockkonzerten.
Es waren mittlerweile einige Pop/Rockbands bei uns, die alle kein eigenes Beschallungs-Equipment für das Konzert mitgebracht haben, sondern auf unserer Vida Festinstallation gemischt haben. Selbst die Bandtechniker, die die Lautsprecher gar nicht kannten, waren sehr zufrieden.

Eine kleine Anekdote dazu: Wir haben einen Mitschnitt gemacht von einer Live-Band, den wir über die Vida Anlage gemischt haben. Ein Kollege hat später das gleiche Konzert auf seinen Studiolautsprechern gemischt. Beide Mischungen haben wir verglichen und waren überrascht, wie ähnlich sie sich beide Mischung waren. Die Vida Anlage hat also durchaus Studiomonitor Qualitäten.

Auch für mich war es sehr spannend, mit der neuen Anlage zu arbeiten. So durfte ich die Eröffnungs-Premiere mit dem Stück Die Politiker von Wolfram Lotz betreuen. Es war ein Technik-Spektakel mit vielen Mikroports und Live-Musik. Es ist mir noch nie gelungen, so einen klaren, transparenten und gut verständlichen Mikroport Sound einzustellen.

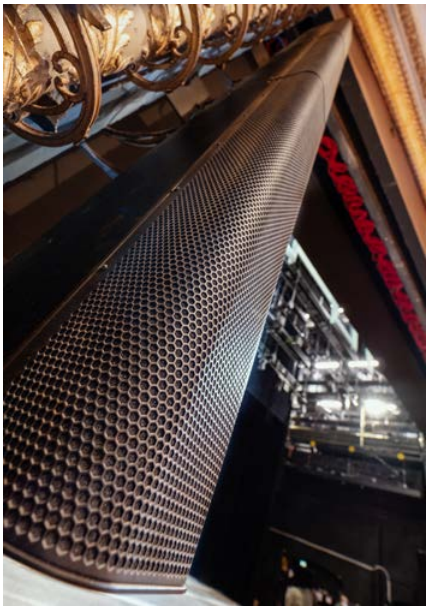

Abb. 6: Detailansicht der Vida im Volkstheater Wien

Warum setzen Sie Beam Steering im Theater ein?

Beim Beam Steering endet der Schall quasi bei den Ohren der Zuschauer in der letzten Reihe. Alles, was sich dahinter befindet, wird nicht mehr angeregt, erzeugt damit keine Reflexionen und weniger Diffusschall. Dadurch wird der Klang deutlich sauberer.

Was ist konkret installiert?

Wir haben drei Vida Module pro Seite installiert, arbeiten also mit sechs Vida-Module auf vier Wegen: Die beiden unteren strahlen jeweils als ein Modul ab. Das heißt, die beiden unteren Module versorgen die Parterre und den Balkon, die oberen Module beschallen den Rang. Diese werden gemutet, wenn der Rang nicht besetzt ist, um eine bessere Klarheit zu erzielen.

Wir haben zusätzlich ein Center Line Array, bestehend aus fünf Sequenza 5 Elementen von K&F, um das Image in die Mitte ziehen zu können. Es gibt links und rechts kleine Front Fills mit K&F Passio sowie in der Mitte drei Sona 6 Center Front Fills. Weitere Passio und Sona5 Lautsprecher sind als Fills für die Logen und als Delay Lines im Rang installiert.

Auch unsere alten PA Lautsprecher, die K&F Line 212-SP, nutzen wir weiterhin als Bühnen Side Fill bzw. Effektlautsprecher.

Für die Subbass-Erweiterung unterhalb von 60 Hz sorgt ein K&F Nomos XLT und ein K&F Nomos XLS. Speziell für Konzerte ist dies eine wichtige Ergänzung der Anlage.

Wie ist der Unterschied zu einer herkömmlichen Beschallungsanlage?

Wir haben vorher mit einem Kling & Freitag Line 212 System, also zwei Punktlautsprechern pro Seite gearbeitet. Mit dem neuen Vida System ist der Sound deutlich klarer und präziser. Beim Mischen ist jetzt jeder unerwünschte Boost im Frequenzspektrum deutlich ausgeprägt hörbar. Da wird nichts verschönt, sondern der Sound ist sehr ehrlich und direkt.

Gibt es weitere Vorteile des Systems?

Wir haben nach der Sanierung komplett auf ein Dante basierendes Audio-Netzwerk umgestellt. Wir arbeiten mit einem SSL System T, das den Dante Controller ersetzt und genießen damit alle Vorteile, die das System bietet. So können wir auch das Vida System über Dante ansteuern, was uns eine hohe Flexibilität gibt.

Abb. 5: Vida-Anlage im Volkstheater Wien

Michael Sturm ist Leiter der Tonabteilung im Volkstheater Wien.