

Text: Christiane Bangert Grafiken und Fotos: Yamaha Music Europe GmbH, Christiane Bangert

# Besser Hören per Knopfdruck

Multifunktionale Räume verlangen nach raumakustischer Flexibilität. Zudem ändern sich Nutzungsprofile über die Zeit und manchmal entpuppt sich die akustische Gestaltung eines Saals dann für die neue Nutzung als nicht ideal. Eine Möglichkeit, die Raumakustik per Knopfdruck für die jeweilige Nutzung zu optimieren, bietet die Active Field Control AFC von Yamaha. Bei der Präsentation des Systems im SoundLab des Lautsprecherherstellers Fohhn ließ sich überzeugend hören, dass das System für große Säle interessant ist.



Mit dem Satz „Jetzt schalte ich das System mal aus“ überraschte Ron Bakker von Yamaha bei seinem Vortrag wohl die allermeisten. Denn trotz der Lautsprecher rund um die Zuhörerfläche kam die Idee gar nicht auf, dass diese aktiv sein könnten. So normal hörte sich der Vortragende an, auch bei unterschiedlichen Sprechpositionen. Erst beim Abschalten des „Voice Lift“-Systems, ein Bestandteil des aktiven Schallfeldkontrollsystems mit

AFC3, wurde deutlich, welchen Einfluss die Signale aus den Lautsprechern hatten: Mit eingeschaltetem Voice Lift war die Stimme wesentlich besser zu hören, lauter und mit einem angenehmen, vollen Klang. Ohne Voice-Lift klang sie dünn und zu leise. Es wurde anstrengend, dem Vortrag zu folgen, in dem großen Raum mit sehr kurzer Nachhallzeit. Weil die ersten Reflexionen fehlten. Das Generieren dieser und einiger anderer Bestandteile, die den

räumlichen Höreindruck bestimmen, ist die Aufgabe des AFC3-Systems. Die Verlängerung des Nachhalls ist eine weitere.

Eine variable Raumakustik mit elektrischen Mitteln zu erreichen ist keine neue Idee (siehe „Variable Raumakustik – elektrisch erzeugt“). Die AFC3 ist bereits die dritte Generation aus dem Hause Yamaha und auch von anderen Herstellern gibt es solche Systeme. Welches diese sind und welchen An-

Das SoundLab bei Fohn, Vorführort des AFC3, ist auch Entwicklungs- und Vorführungsumgebung für 3D-Sound

... die sie verfolgen – es wird zwischen In-Line und regenerativen Systemen unterschieden –, aber u. a. der Inhalt des Vortrags von Ron Bakken. Auch die Grenzen der Variabilität waren Thema. Dazu gehört u. a., dass die Systeme keine Wunder vollbringen können – so lässt sich die Nachhallzeit nur verlängern, nicht verkürzen. Und auch wenn das Ändern der Raumakustik hinterher auf Knopfdruck funktionieren kann – der Entwurf und das Einstellen der Anlage braucht schon fächliches und zeitliches Engagement.

#### Wozu dient die elektroakustische Bearbeitung der Raumakustik?

Generell lässt sich zwischen zwei Hauptaufgaben dieser elektroakustischen Bearbeitung unterscheiden: Nachbesserung und Flexibilität.

Bei der Nachbesserung geht es um das Verbessern der raumakustischen Bedingungen in einem Raum, Saal oder einer Bühne, ohne massiv die baulichen Gegebenheiten zu ändern. Wenn z. B. die Nachhallzeit zu kurz für ein unverstärktes Sprechen ist, kann durch die Verstärkung der frühen Reflexionen von den



Wänden die Situation für Vortragende, Gesprächsrunden oder Schauspieler verbessert werden.

Flexibilität in der Raumakustik ist eigentlich ein Muss für multifunktionale Räume. Denn akustisch gesehen funktionieren sie sonst nur optimal für einen Nutzungstyp. Eine Raumakustik, die beispielsweise sowohl für Seminare und Vorträge als auch Aufführungen von einem Streichensembel oder kleinem Orchester gleichsam geeignet ist, gibt es nicht. Schon allein von der Nachhallzeit her. Im ersten Fall sollte die Nachhallzeit kurz sein und zum Beispiel in einem 2.000 m<sup>3</sup> großen Saal im Bereich von 1,1 Sekunden liegen. Bei Musik-

aufführungen sind längere Nachhallzeiten besser, es dürfen je nach Musikstil ruhig 1,5 Sekunden und mehr sein.

Eine Variabilität einrichtungstechnisch herzustellen ist aufwendig und erwartet im Betrieb von den Mitarbeitern, den Saal akustisch immer wieder umzurüsten. Dies setzt voraus, dass die Mitarbeiter Kenntnisse darüber haben, welche Vorhänge z. B. für welche Anwendungen gezogen oder wie die Deckensegel gestellt werden müssen. In der Praxis geht dieses Wissen manchmal verloren, so dass Räume und Säle trotz Variationsmöglichkeiten nicht auf die jeweilige Nutzung angepasst werden. Das Umstellen der Raumakustik mittels



## Raumakustik // Verlängerung der Nachhallzeit

elektroakustischem System per Knopfdruck kann hier eine praktikablere Möglichkeit sein. Denn es lassen sich fachmännische Einstellungen für verschiedene Szenarien generieren, in Presets speichern und bei Bedarf abrufen. Ist der Einmessvorgang abgeschlossen, so kann auch ein elektroakustischer Laie in Abhängigkeit von der Nutzung mit der entsprechend beschrifteten Taste die Raumakustik anpassen.

### AFC3 – Hybrid zwischen In-Line und Regeneration

Was passiert bei der aktiven Kontrolle des Schallfeldes durch AFC3? Und wie wird dadurch die Raumakustik verändert? Um diese Fragen soll es im folgenden Abschnitt gehen.

Zur Beeinflussung des Schallfeldes beinhaltet AFC3 zwei Module: das ER (Early Reflection) Modul für die frühen und seitlichen Reflexionen und das REV (Reverberation) Modul für den Nachhall.

Das ER-Modul bearbeitet den von einer Quelle erzeugten Direktschall, der danach über Lautsprecher an den Wänden wiedergegeben wird. Die Signale sind leicht verzögert und emulieren damit das Verhalten der frühen Reflexionen. Auf diesem Modul basiert das Voice-Lift-System und macht sich dazu eine Eigenschaft des Ohres zunutze: Das Ohr unterscheidet bei der Empfindung der Lautstärke nicht zwischen den Signalen, sondern „hört“ den Pegel als Summe aus Direktschall und ersten Reflexionen. Dadurch wird das Summensignal aus Direktschall und mit den AFC3 erzeugten ersten Reflexionen lauter empfunden als nur der Direktschall in einem „trockenen“ Raum. Das Voice Lift kennt zwei Modi – den Präsentations-Modus, bei dem der Vortragende unterstützt wird und den Konferenz-Modus, bei dem Sprecher auch an unterschiedlichen Positionen im Raum verstärkt werden, ohne dass sie selber ein Mikrofon brauchen. Gerade in Sitzungssälen kann man sich gut vorstellen, dass das Anheben der Stimme per Voice Lift wesentlich angenehmer sein kann als die Ausstattung mit Mikrofonen oder Sprechstellen. Im Datenblatt gibt Yamaha eine Pegelzunahme im Präsentations-Modus von 1–3 dB, im Konferenz-Modus von 0,5–1 dB an. Einen Nachteil hat das System: Auch wenn das Sprechen und Hören angenehmer wird – der STI als Kriterium für die Sprachverständlichkeit nimmt meist ab. Dies ist aber sicher in Räumen mit hoher Absorption und hoher Sprachverständlichkeit hinzunehmen. Gerade wenn man dies auf dem Hintergrund des „Selbstversuchs“ bei Fohhn sieht, bei dem das Verstehen des Vortrags durch eine wesentlich angenehmere Hörumgebung durch das Voice Lift eindeutig gefördert wurde. Aus diversen Gründen ist das Voice Lift nicht in Räumen beliebiger Größe einsetzbar, von Yamaha wird es für Säle zwischen 50 und 200 m<sup>2</sup> empfohlen.

Die Aufnahme des Direktschalls nahe an der Quelle für das ER-Modul ist „Schuld“ daran, dass das AFC3 eine Mischung aus In-Line und regenerativem System ist und im Prinzip für beides eingesetzt werden kann. Deshalb wird es auch als Hybrid-System bezeichnet. „Im Prinzip arbeitet das System hier in diesem sehr trockenen Raum eher In-Line als regenerativ bei der Erzeugung des Nachhalls“, sagte Ron Bakker. „Es gibt nicht genug Nachhall, der verstärkt werden kann, es wird also eher ein Nachhall generiert, der die gewünschten Eigenschaften hat.“

Um nun einem Raum die Raumakustik nicht „aufzusetzen“, sondern auf der vorhandenen – inklusive Ereignissen wie Klatschen oder Stimmengemurmel – aufzubauen, nimmt das REV-Modul den Raumklang als Grundlage und bearbeitet ihn. Dazu arbeitet Yamaha mit einem sogenannten Loop-Flattening-Algorithmus, der die rückgekoppelten Kanäle in der Schleife linearisiert, um höhere Schleifenverstärkungen vor Rückkopplungen und damit weniger Kanäle zu ermöglichen. In aller Kürze und schematisch zusammengefasst arbeitet das

Das Vorführ-Rack umfasst Verstärker und Controller des 3D-Systems (JOSOUND und Yamaha) mit insgesamt 18 LX-10, 24 LX-100 und vier AS-40

Bei der Vorführung des AFC3 kam auch Live-Musik zum Einsatz (rechts Referent Ron Bakkers im „Pause“-Modus)



AFC3 so: Die Signale von z. B. vier Kugelmikrofonen werden im sogenannten EMR (Electronic Microphone Rotator) u. a. räumlich gemittelt und über vier getrennte Busse parallel den variablen FIR und Convolution-FIR mit vier verschiedenen Faltungs-Algorithmen zugeführt. Die variablen FIR mindern die größten Überhöhungen, die Faltungs-FIR passen das akustische Verhalten mit einer der vier Faltungsalternativen an. Danach stehen zwei 8-Band parametrische Equalizer-Blöcke für das Entfernen etwaiger Verfärbungen und manuelle Feinjustierung bereit.



Die Yamaha DME64 mit einer AFC3-Firmware und MY4-AFC FIR DSP-Karte übernehmen die Signalbearbeitung und -verwaltung

bevor es dann in die Matrix und Verteilung der Signale zu den Lautsprechern geht. Im Ausgang sind Pegelanpassung, Verzögerung und ein weiterer 8-Band parametrischer Equalizer vorhanden.

Durch die Mischung aus In-Line und regenerativem System lassen sich ganz unterschiedliche Nachhall-Szenarien kreieren, theoretisch auch mit sehr langen Nachhallzeiten in einem sehr trockenen Raum. Wenn es aber um einen als natürlich empfundenen Nachhall geht – und das wird beim Einsatz für klassische

Darbietungen wohl immer der Fall sein – so gibt es auch hier Grenzen. „Eine Verdopplung der Nachhallzeit ist in der Regel die Grenze, wenn räumlicher Eindruck und Höreindruck zusammenpassen sollen“, erläuterte Ron Bakker.

#### Bestandteile des AFC3-Systems

Diese Frage wird im Design-Prozess beantwortet. Mikrofonseitig sind es im einfachsten Fall vier gerichtete Mikrofone zur Aufnahme des Direktschalls und vier Kugelmikrofone für das

## AFC-REFERENZEN

Yamahas AFC3-Systeme sind laut Hersteller derzeit in mehr als 80 Einrichtungen in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Japan installiert. Es gibt jedoch auch europäische Einrichtungen, die AFC3 nutzen, zum Beispiel das Lørenskog Hus in Norwegen (siehe Aufmacherbild oben), ein kommunales Multifunktionsgebäude in der Nähe von Oslo. Es umfasst 15.000 m<sup>2</sup> verteilt auf acht Stockwerke, die neben Kinos, Restaurant und einer Bücherei auch sieben Meetingräume und fünf Auditorien beinhalten. Das AFC3-System wurde im Haupt-Auditorium eingesetzt, das für die „unverstärkte“ Wiedergabe von klassischer Musik „zu trocken“ geraten war.