

Line Array 2.0

Bei Großbeschallungen sind Line-Array-Lautsprechersysteme längst zum Standard geworden. In der neuen Rubrik „knowledge“ wird erläutert, warum.

Line-Array-Systeme haben zumeist die Cluster aus mehreren horizontal und vertikal aufgereihten Hornlautsprechern abgelöst. Wenngleich es bei kleineren Beschallungsaufgaben vehemente Verfechter konventioneller Lautsprecherkonzepte gibt, kann auch dort der Einsatz von Line-Arrays durchaus sinnvoll sein.

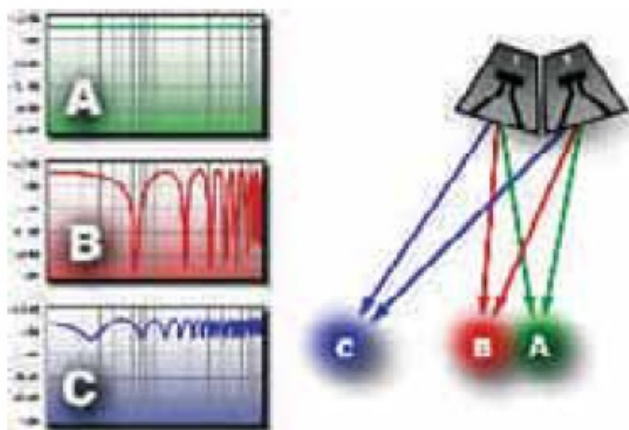
Hier kommt bei nur wenigen Line-Array-Elementen zwar der oft zitierte „Line-Array-Effekt“ (Ausbreitung einer Zylinderwelle), bedingt durch die geringe Länge des Arrays, nicht sonderlich zum Tragen, aber es bestehen durchaus noch andere Vorteile gegenüber konventionellen Lautsprecherkonzepten. Das wird bei der Diskussion um den Sinn von Line-Arrays bei kleineren Anwendungen oft vernachlässigt.

Genau hier setzen Line-Array-Systeme der quasi zweiten Generation an, die gezielt nicht darauf ausgelegt sind, lange Arrays zu bilden, aber dennoch entscheidende Vorteile gegenüber üblichen Lautsprechern ausspielen können:

1. Keine Interferenzen zwischen den einzelnen Lautsprechern
2. Gleichmäßige Pegelverteilung über große Distanzen
3. Bessere Skalierbarkeit gegenüber konventionellen Hornlautsprechern

Schauen wir uns dazu einmal an, wie ein konventionelles Lautsprecher-Cluster agiert. Grundsätzlich gilt, dass beim gleichzeitigen Betrieb mehrerer Lautsprecher unweigerlich Interferenzen im Abstrahlbereich auftreten, da die Signale der einzelnen Quellen bedingt durch den räumlichen Versatz mit einer zeitlichen Differenz beim Zuhörer eintreffen. Wenn der Versatz eine halbe Wellenlänge (oder ein ungeradzahliges Vielfaches davon) ist, kommt es zu einer destruktiven Interferenz, was sich in einer Pegelauslöschung äußert.

Übliche Cluster-Lautsprecher haben im Mittel- und Hochtonbereich einen definierten horizontalen Öffnungswinkel von ca. 40 - 60° (ggf. auch weniger). Das bedeutet, dass der Pegel außerhalb dieses Winkels rasch abfällt. Dort wo sich die Abstrahlbereiche der einzelnen Lautsprecher aber überlappen, entstehen die beschriebenen Interferenzen, da vom Zuhörer zu den einzelnen Lautsprechern ein relativ großer Weglängenunterschied besteht.



Ein typisches Line-Array-Element ist bezüglich seiner Abstrahleigenschaften völlig anders konstruiert als ein konventioneller Cluster-Lautsprecher. Hier hat jedes einzelne Element einen sehr engen vertikalen Öffnungswinkel. Zusätzlich ist die Konstruktion so gewählt, dass die einzelnen Quellen möglichst nahe beieinander sind. Damit wird erreicht, dass der Weglängenunterschied zu den einzelnen Quellen möglichst klein ist. Außerhalb der Hauptabstrahlachse wird der Weglängenunterschied naturgemäß stetig größer; durch den geringen Öffnungswinkel der einzelnen

Quellen ist die Auswirkung der Interferenzen jedoch wesentlich geringer als bei einem konventionellen Cluster.

Wie leicht einzusehen ist, stellen sich die vertikalen Abstrahleigenschaften eines Line-Array-Elementes als Kompromiss dar - auf der einen Seite werden mit einem kleinen Öffnungswinkel negative Interferenzeffekte minimiert, auf der anderen Seite ist ein geringerer Öffnungswinkel aber hinderlich, wenn man das Array curven möchte, um eine große vertikale Abstrahlung zu erreichen.

Große Line-Arrays tendieren hier eher in Richtung eines engen Öffnungswinkels, um möglichst viele Elemente zu einer langen Linienquelle zusammenfügen zu können. Bei Line-Arrays speziell für kleine Anwendungen geht man nun genau den umgekehrten Weg und sieht einen eher großen Öffnungswinkel vor, um mit wenigen Elementen - oder gar nur einem einzigen Element - schon eine brauchbare vertikale Abstrahlung zu bekommen.

Die JBL VRX-Serie ist beispielsweise ein solcher Vertreter. Hier ist man sogar noch einen Schritt weiter gegangen und gibt ein festes Curving vor. Es werden also keine unterschiedlichen Winkel zwischen den einzelnen Elementen eines Arrays eingestellt. Das hat zum Einen den Vorteil, dass man sich keine Gedanken um das Curving machen muss und zum Anderen können so die Waveguides der Hochtöner exakt für diesen einen Winkel optimiert werden.

Bei einem konventionellen Line-Array wird durch das Curving, mit kleinen Winkeln zwischen den oberen Elementen und stetig größer werdenden Winkeln zu den unteren Elementen, eine gleichmäßige Pegelverteilung im Zuhörerbereich erreicht. Dieses Verfahren wird zuweilen auch als „Divergence Shading“ bezeichnet. Bei einem fixen Curving geht das natürlich nicht. Hier wird beispielsweise beim JBL VRX-System mit einem praktischen „Amplitude Shading“ gearbeitet, wobei sich der Pegel der Hochtoneinheiten direkt am Lautsprecher entsprechend einstellen lässt, so dass die unteren Elemente (die die kürzeste Entfernung zum Zuhörer haben) im Pegel reduziert werden.



Mit der Pegelanpassung wird aber noch ein weiterer wichtiger Punkt gewissermaßen „nebenbei“ erledigt. Und zwar entsteht bei der Array-Bildung mit mehreren Lautsprechern eine akustische Kopplung, die sich vornehmlich in einem höheren Tieftonepegel darstellt. Je größer das Array ist, desto ausgeprägter ist dieser Effekt der Tieftonzunahme. Durch das Anheben des Hochtonbereichs wird der Frequenzgang somit wieder ausgeglichen.

Wie man sieht, können also auch Line-Arrays, die nicht sehr lang sind, durchaus Vorteile gegenüber herkömmlichen Lautsprechern bieten - zu vorderst die kohärente Abstrahlung aller Komponenten, dann die praxiserprobte Skalierbarkeit der Systeme und nicht zuletzt die gleichmäßige Pegelverteilung auf der Zuhörerfläche.