

PRODUCTION PARTNER

Fachmagazin für Veranstaltungstechnik



Test
aus Ausgabe 11/2018



Plug&Play Line-Array Voice Acoustic Ikkarray-8

Als „Plug&Play Line-Array“ bezeichnet man bei Voice Acoustic das Ikkarray-8. Mit fest vorkonfigurierten Einheiten in 5 und 15 Grad soll es eine schnelle und einfache Konfiguration bieten, ohne dabei eine spezielle Software für die Einstellung bemühen zu müssen.



Das Fachportal
für die AV- und
Event-Branche

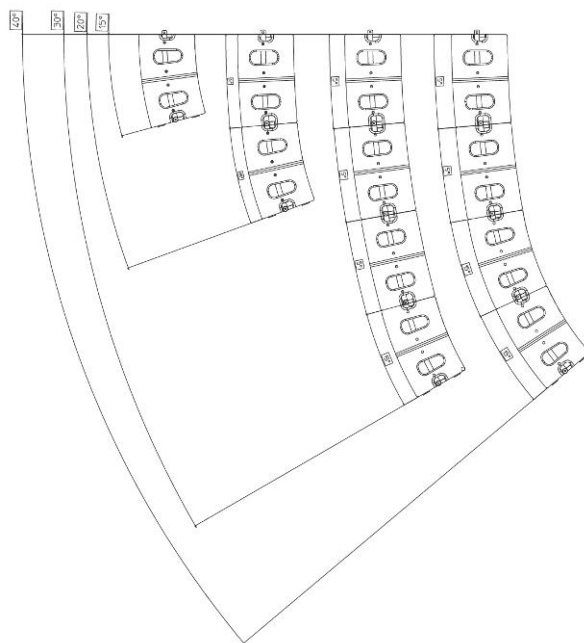
PRODUCTION
PARTNER
Fachmagazin für Veranstaltungstechnik



Ikarray-8 ohne Frontgitter, links die beiden 8"-Treiber mit einem kurzen Horn, rechts das Hochtonsystem, bei dem die Waveguides der vier Treiber auf eine Hornfläche mit 100° horizontalem Öffnungswinkel arbeiten

Text und Messungen: Anselm Goertz | Fotos: Anselm Goertz, Voice Acoustic (1)

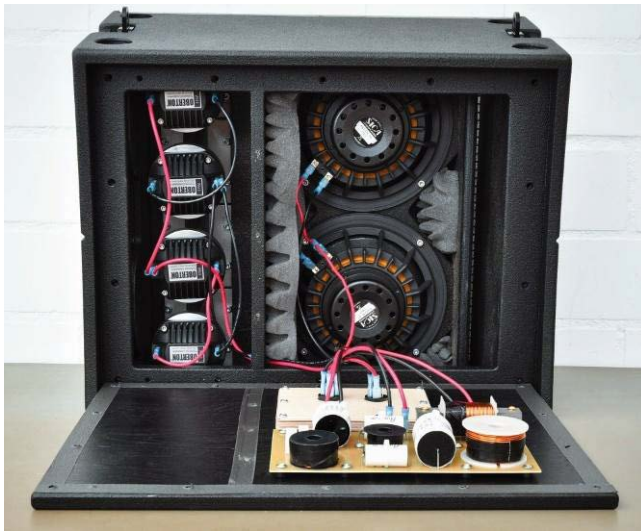
Bevor ein Line-Array zum Einsatz kommt, werden in der Regel eine Software des Array-Herstellers oder das weit verbreitete EASE Focus genutzt, um für die zu beschallende Location eine passende Array-Konfiguration für die einzelnen zu winkelnden Module zu ermitteln. Als Ergebnis liefert derartige Software einmal die mechanische Einstellung für das Curving des Arrays, außerdem weitere Informationen wie Flugpunkte, den erwarteten Schwerpunkt des Arrays, mechanische Auslastung etc. Einige Programme gehen dann noch weiter und liefern auch noch die passenden EQ-Einstellungen dazu. Ist neben dem mechanischen Curving auch noch ein elektronisches Beamforming zur Beeinflussung der Abstrahlung im Spiel, dann werden die hierzu erforderlichen Filter auch noch berechnet (meist als FIR-Filter). Als zugrundeliegende Eingangsdaten werden dazu Schnitte und Grundrisse der zu beschallenden Flächen (Hörerflächen) und möglicher Sperrflächen, die man nicht beschallen möchte, benö-



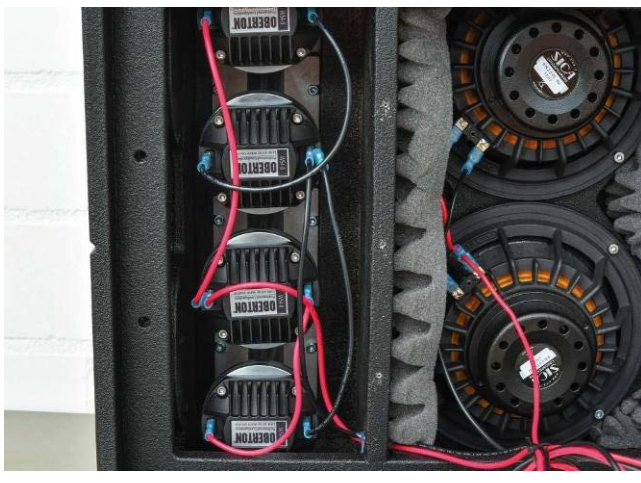
Array-Varianten des Ikarray-8, es können bis zu vier Einheiten in einem Array gemischt oder homogen eingesetzt werden – die Abbildung zeigt einige mögliche Konfigurationen (Abb. 1)

tigt. Bekannte Programme wie EASE Focus, Array-Calc, Display oder Soundvision bieten dazu ein großes Betätigungsfeld und ermöglichen auch die Planung der Beschallung für komplette Arenen oder Festivalgelände.

Für viele einfachere Aufgaben, und das sind zahlenmäßig sicher nicht wenige, sieht die Vorgehensweise jedoch oft eher so aus, dass die Band oder der Verleiher in einen Club, eine Stadthalle oder auf ein Stadtfest kommen und dann schnell und ohne großen Aufwand ein Setup für das mitgebrachte Line-Array erstellt werden soll. Für diese Art von Einsätzen sind sozusagen „fest gecurvt“ Linien, bei denen die Array-Elemente optimal auf einen Winkel optimiert sind. So konzipiert ist auch das „Plug&Play Line-Array“ Ikarray-8: Plug&Play bedeutet hier, dass man eine einfache Einschätzung des abzudeckenden Winkelbereichs und der Entfernungen vornimmt, und dann das System zusammenstellt. Ein Array besteht aus bis zu vier Lautsprechern, wodurch vertikale Winkel von 15° bis 60° abgedeckt werden können. Die Einstellung erfolgt dabei also nicht über Winkel zwischen den einzelnen Boxen, sondern über die Abfolge und Kombination von zwei Modellen mit festem vertikalen Winkel von 5° oder 15°.



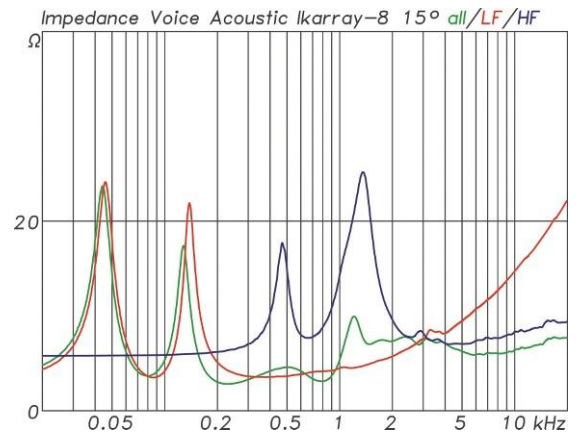
Innenansicht der Ikkarray-8, mögliche Servicearbeiten können so leicht über die geöffnete Rückseite ausgeführt werden



Oberton-Kompressionstreiber und Sica 8"-Tieftöner



Passive Weiche der Ikkarray-8 mit hoch belastbaren Bauteilen



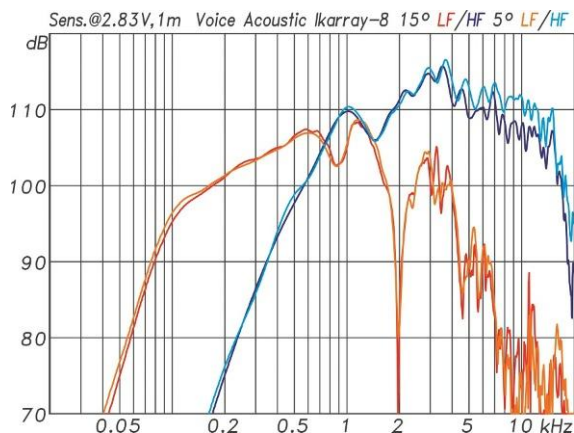
Impedanzverläufe exemplarisch für die 15°-Varianten des Ikkarray-8. Grün das Gesamtsystem mit passiver Weiche. Die Einzelwege LF (rot) und HF (blau) direkt am Treiber gemessen ohne Weiche. Die Tuningfrequenz liegt bei ca. 80 Hz. Die Nennimpedanz ist 4 Ω. Das Impedanzminimum bei 230 Hz beträgt 2,9 Ω (Abb. 2)

Genauer betrachtet besteht ein Ikkarray-8 Element aus zwei „einfachen“ Line-Array Lautsprechern, die sich in einem Gehäuse befinden und mit jeweils vier zueinander gewinkelten Waveformern und Hochtontreibern, woraus dann ein 5°- oder ein 15°-System wird. Als Vorteil angestrebt wurde, daß die vordefinierten „Knicke“ klein ausfallen und sich nur minimale Sekundärschallquellen bilden. Eine oder zwei Ikkarray-8 können auf einem Stativ aufgestellt werden, größerer Arrays mit maximal vier Ikkarray-8 werden geflogen. Beides gelingt mit Hilfe der 2-in-1 Flug-Stativmechanik, die mit einer einfachen 2-Punkt-Befestigung mit dem Array oben oder unten verbunden wird. Für die Stativaufstellung kann der Montagepunkte der Stativhülle am Rahmen immer so positioniert werden, dass der Schwerpunkt senkrecht über der Stativhülle liegt, so dass keine Kippneigung entsteht. Für den Flugbetrieb wird eine Truss Clamp am Rahmen befestigt. Innerhalb des Rahmens befindet sich noch eine Spannhülse, mit deren Hilfe die vertikale Neigung feinjustiert werden kann.

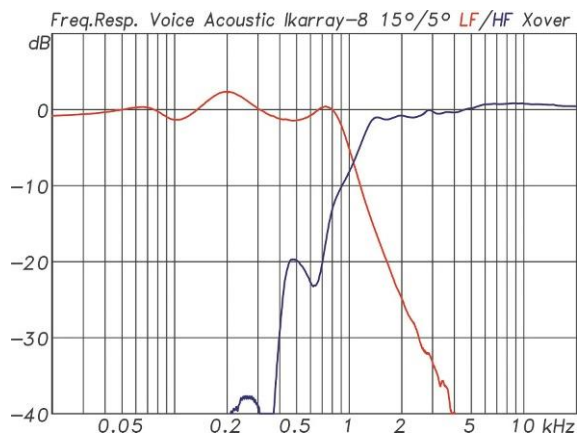
Array-Aufbau

Werfen wir einen Blick auf die Lautsprecher selber. Beide Varianten des Ikkarray-8 sind mit je zwei 8"-Tieftönern des italienischen Her-

Test | Voice Acoustic Ikarray-8



Einzelmessungen der LF- und HF-Wege ohne die interne passive Weiche für die 15°- und die 5°-Version. Die beiden Tieftonwege sind weitgehend identisch. Die 5°-Hochtoneinheit ist bei hohen Frequenzen ca. 3 dB lauter (Abb. 3)



Filterfunktionen der passiven Weiche für den LF (rot) und HF (blau) Weg, die Weichen der 5°- und 15°-Versionen sind identisch (Abb. 4)

stellers Sica bestückt. Der Treiber verfügt über einen großen Neodymmagneten, einen Aludruckgusskorb, Kapton-Spulen-träger und eine hinterlüftete Zentrierspinne und ist somit auf dem neusten Stand der Lautsprechertechnik. Sica gibt die Belastbarkeit nach AES-Test 2 h mit 300 W an. Die wasserfesten Membranen der Treiber arbeiten auf ein kurzes sich horizontal öffnendes Horn, das selektiv die Sensitivity erhöht und das Abstrahlverhalten an die gewünschten 100° anpasst. Einseitig direkt daneben befindet sich als länglicher Spalt über die gesamte Höhe des Gehäuses die Bassreflexöffnung.

Auf der anderen Seite reihen sich dicht an dicht vier 1"-Hochtontreiber. Die vom Hersteller Oberton stammenden Treiber sind bereits mit einem Line-Array-Waveformer ausgestattet, der die kreisrunde Treiberöffnung auf den schmalen Spalt für die Linienquelle adaptiert. Der im bulgarischen Plovdiv ansässige Hersteller entwickelt und produziert hier seit 1989 Lautsprecherchassis für den professionellen Einsatz und erfreut sich eines außerordentlichen guten Rufes in der Branche. Voice-Acoustic-Entwickler Henry Dahmen setzt vor allem wegen ihres seidig angenehmen Klangs auf die Oberton-Treiber.

Blickt man von der Seite auf die Gehäuse der Ikarray-8, dann wird das „Zwei in eins“-Gehäusekonzept mit 5° oder 15° Winkel deutlich. Gut zu erkennen ist dabei auch die elegant untergebrachte Flugmechanik, die im jeweiligen Krümmungswinkel, nur erkennbar hinter den Griffschalen, verläuft. Die

Gehäuse hängen daher im Array ohne Spalt vorne oder hinten immer dicht gepackt. Optisch erscheint ein Ikarray-8 System so als homogene Einheit ohne auffällige Mechanik. Das sonst manchmal sehr technische Erscheinungsbild eines Line-Array wird damit geschickt vermieden. Abb. 1 zeigt dazu einige Beispiele für Array-Konfigurationen mit bis zu vier Einheiten im geflogenen Zustand. In einem 4er-Array wird man typischer Weise oben zwei oder drei 5°-Elemente hängen und darunter die 15°-Systeme. Oben erreicht man damit eine höhere Leistungsdichte auf den Raumwinkel bezogen und somit auch eine größere Reichweite für weiter entfernt gelegene Zuhörer. Mit dem größeren Öffnungswinkel zum unteren Ende hin wird die Leistungsdichte für die nahen Publikumsbereiche reduziert.

Die als 2-Wege-Systeme aufgebauten Ikarray-8 werden intern über eine passive Weiche getrennt. Durch die leicht nach hinten versetzten Tieftöner befinden sich die akustischen Zentren der beiden Wege in einer Ebene, was einen aufwändiges passives Allpassfilter zur Anpassung überflüssig macht. Die passiven Weichen sind in beiden Varianten der Ikarray-8 identisch, ebenso wie die Treiberbestückung. Der elektrische Anschluss erfolgt über eine NL4-Buchse mit Link-Ausgang. Zu beachten ist hier die Beschaltung der mit In und Out beschrifteten Buchsen: Die 2er-Pins des Input sind mit den 1er-Pins des Outputs verbunden. Damit können zwei Ikarray-8 über eine vieradrige Leitung mit zwei Endstufenausgängen des Systemverstärkers verbunden werden. Eine



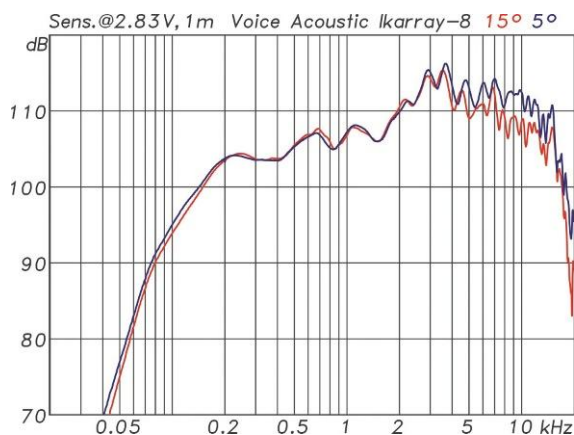
Voice Acoustic HDSP 6a

Parallelschaltung von zwei Ikarray-8 ist nicht vorgesehen, da die Box mit 4Ω Nennimpedanz die Verstärkerkanäle bereits optimal auslastet. Genau genommen handelt es sich ja bei der Ikarray-8 auch bereits um zwei parallel geschaltete Line-Array-Systeme, nur dass sie sich hier in einem gemeinsamen Gehäuse befinden. Die Gehäuseabmessungen betragen 513 mm in der Breite und 465 mm in der Höhe. Die Gehäusetiefe beträgt 291 mm. Mit ihren zwei großzügigen Griffen

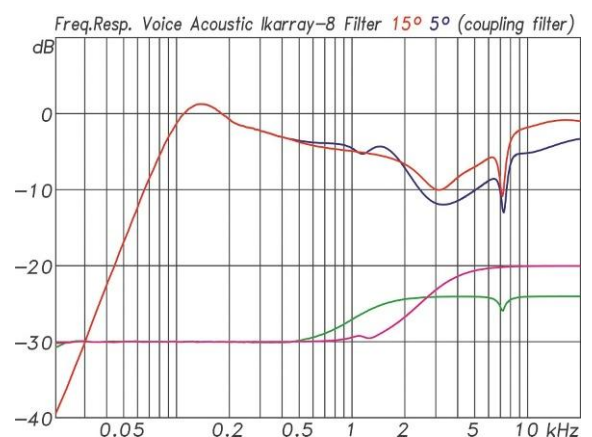
pro Seite lassen sich die 26,2 kg schweren Gehäuse gut handhaben.

Ikarray-8 mit 5° und 15°

Beginnen wir bei den Messwerten direkt wieder mit der Impedanz, dann zeigt Abb. 2 exemplarisch für die 15°-Version die Impedanzkurven der LF- und HF-Treiber solo ohne das



Frequenzgänge mit Sensitivity der beiden Ikarray-8-Modelle direkt gemessen ohne Controller. Die 1 W/1 m Sensitivity liegt für die nominellen 4- Ω -System 3 dB niedriger (Abb. 5)



Controllerfunktionen für die 15°- (rot) und 5°-Versionen (blau). Unten exemplarisch die Overlays zur Korrektur des Coupling Effektes im Array, hier für Arrays mit drei Einheiten (Abb. 6)



Seitenansicht der Ikarrray-8 in der 5°-Version (links) und in der 15°-Version (rechts)

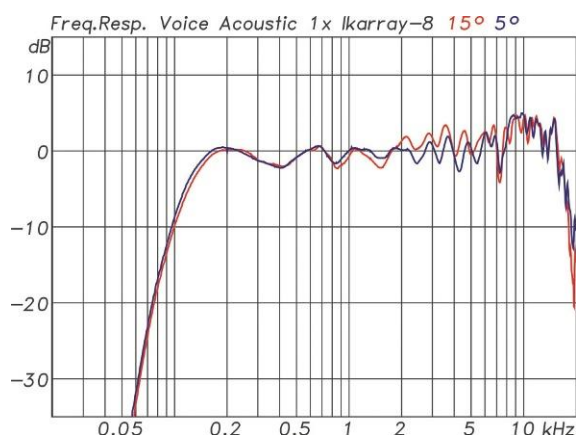
2 in 1 Flug- und Stativmechanik

passive Filter sowie die Kurve der Box im Ganzen (grün). Die beiden 8- Ω -Tieftöner sind parallel zu einer 4- Ω -Einheit zusammengeschaltet und die vier 8- Ω -Hochtöner mit einer Reihen-Parallelschaltung zu einem 8- Ω -Verbund. Das Impedanzminimum bei 230 Hz beträgt 2,9 Ω . Der Wert ist zwar nicht mehr ganz der Norm entsprechend, die würde minimal 3,2 Ω zulassen, ist aber für den Anwender im Zusammenspiel mit dem Systemverstärker unproblematisch. Als weitere Information liefert der Impedanzverlauf noch die Abstimmfrequenz des Bassreflexresonators bei ca. 80 Hz. Das Ikarrray-8 ist damit bedingt Fullrange-tauglich. Sprache, Gesang, akustische Instrumente etc. sollten kein Problem darstellen. Für eine kräftige Basswiedergabe ist jedoch ein Subwoofer zwingend erforderlich. Später hierzu mehr.

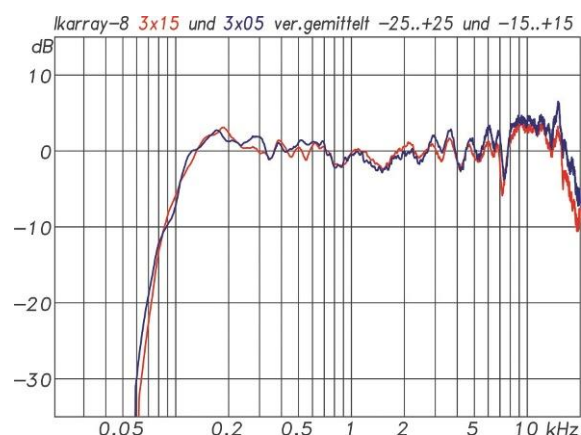
Neben den Impedanzen wurden auch die Frequenzgänge der beiden Wege pur, ohne Weiche, gemessen. Die Kurven der Tieftoneinheiten für die 15°- und 5°-Version in Abb. 3 fallen erwartungsgemäß nahezu identisch aus. Die kleine Abweichung unterhalb von 150 Hz dürfte durch die geringfügig

unterschiedlichen Gehäusevolumina entstehen. Bei 2 kHz kommt es durch eine Reflexion an der Übergangsstelle vom Horn zum Freifeld zu einer starken Auslöschung, die jedoch außerhalb des Übertragungsbereiches für die Tieftöner liegt. Unterhalb von 1,5 kHz zeigt der Hornansatz vor den Tieftönern eine sehr gute Wirkung. Die Sensitivity der beiden 8"-Treiber steigt von ca. 97 dB bei 100 Hz kontinuierlich bis auf 108 dB an. Einzig der schmale Einbruch bei 900 Hz weicht da etwas ab. Im Zusammenspiel mit den Hochtönern gleicht sich dieser jedoch wieder aus. Die Hochtoneinheit agiert in weiten Bereichen mit einer Sensitivity oberhalb von 110 dB und bietet damit gute Voraussetzungen für ein Line-Array, wo bei zunehmender Länge des Arrays der Hochtonbereich angehoben werden muss um den Coupling-Effekt, von dem nur die Tieftöner profitieren, zu kompensieren.

Die passive Weiche in der Ikarrray-8 trennt die beiden Wege knapp oberhalb von 1 kHz. Eine Impedanzkorrektur vermeidet im Hochtöner Schwingungsneigungen durch eine Impedanzrückwirkung. Die Steilheit der Filter liegt bei ca. 18 dB/Oct. Neben den eigentlichen Hoch- und Tiefpassfunktionen gibt es im Verlauf der Filterfunktionen in Abb. 4 noch einige kleinere Schwankungen, die indirekt durch den Impedanzverlauf der Treiber im Zusammenspiel mit den passiven Filtern entstehen. Für die passive Weiche verwendet Henry Dahmen ausschließlich Folienkondensatoren mit 150 V und 250 V Spannungsfestigkeit und Luft- bzw. I-Kern-Spulen. Luftspulen zeigen überhaupt keinen Sättigungseffekt und I-Kern-Spulen nur einen sehr geringen. Beide sind somit für



Frequenzgänge mit Controller gemessen. Für den Bereich unterhalb von 100 Hz bedarf es eines ergänzenden Subwoofers (Abb. 7)



Frequenzgang für Arrays mit je drei Einheiten der Ikarray-8 für 15°(rot) und für 5°(blau, Abb. 8)

hohe Ströme gut geeignet, ohne dass Verzerrungen durch die Sättigung entstehen. Abb. 5 zeigt jetzt den kompletten Lautsprecher im Zusammenspiel. Hoch- und Tieftöner ergänzen sich sehr gut. Die 5°-Version (blaue Kurve) erreicht bei hohen Frequenzen eine ca. 3 dB höhere Sensitivity, die durch den engeren vertikalen Abstrahlwinkel von 5° gegenüber 15° entsteht.

Elektronik

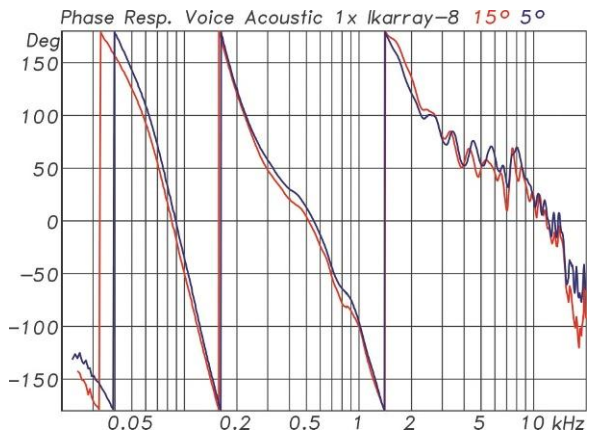
Für den Betrieb der Ikarray-8 gibt es zwei Verstärker/Controller-Varianten. Es kann einer der hauseigenen Controller-ramps vom Typ HDSP genutzt werden, oder in Kombination mit einem Self-powered-Subwoofer, die dort integrierten Verstärker mit Controller. Eine mögliche Kombination ist die mit einem Paveosub-118sp. Der Paveosub verfügt in der aktiven Version über ein dreikanaliges Endstufenmodul mit einer großen 1580 W/8 Ω bzw. 2400 W/4 Ω starken Endstufe für den Subwoofer selber und zwei 800 W/4 Ω Endstufen für den externen Gebrauch. Der Controller stellt die entsprechenden Setups für die Kombinationen mit den Topteilen zur Verfügung. Die beiden „kleinen“ Endstufenkanäle versorgen dann je eine Ikarray-8 und die große Endstufe den Subwoofer, zu dem optional noch ein zweiter passiver Paveosub-118 parallel geschaltet werden kann, womit man dann eine optimale Auslastung aller Komponenten erreicht.

Alternativ kann einer der hauseigenen HDSP-Verstärker genutzt werden. Die Geräte werden bei Voice Acoustic gefertigt

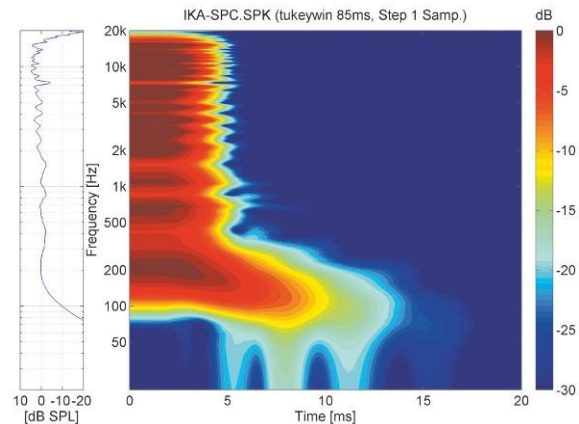
und sind mit den bekannten Pascal-X-Pro-Modulen ausgestattet. Entsprechend den Modulvarianten mit einem, zwei oder drei Endstufen gibt es Geräte mit zwei, vier und sechs Kanälen, die mit zwei Modulen X-Pro bestückt sind. Die HDSP-2 bietet 2 × 1,5 kW an 8 Ω, Die HDSP-4 ebenfalls, jedoch mit zusätzlich noch 2 × 450 W an 8 Ω auf den weiteren Kanälen. Die volle Ausbaustufe der X-Pro-Module findet sich dann in der HDSP-6 mit zusätzlichen 4 × 450 W an 8 Ω. Alle Endstufenmodelle gibt es in der A-Version nur mit analogen Eingängen oder als D mit zusätzlichen digitalen Eingängen im AES/EBU-Format. Für das Ikarray-8 bietet sich die Endstufe HDSP-6 an, die mit zwei dreikanaligen X-Pro-Modulen bis zur vier Ikarray-8 und vier Paveosub-118 antreiben kann. Die kompaktere und einfachere Lösung ist sicherlich die mit aktiven Subwoofern. Die externen HDSP-Verstärker bieten demgegenüber jedoch mehr Flexibilität auch für andere Systeme genutzt werden zu können oder auch die Subwoofer, falls sie nicht benötigt werden, einfach im Lager zu lassen.

Die Controller-Setups bieten für das Ikarray-8 Einstellungen für die 5°- und 15°-Typen sowie Coupling-Filter für diverse Array-Varianten (Abb. 6). Jeweils eine einzelne Ikarray-8 mit Controller betrieben zeigt Abb. 7. Die Trennung zu den Subwoofern erfolgt knapp oberhalb von 100 Hz. Die hier gezeigten Filtereinstellungen wurden von Henry Dahmen noch als vorläufig bezeichnet. Die eine oder andere Feinkorrektur dürfte sich daher noch ändern. Das Notchfilter bei 7,3 kHz kam laut Henry Dahmen dadurch zustande, dass der korrespondierende Peak im Lautsprecherfrequenzgang nach Hör-

Test | Voice Acoustic Ikarray-8



Frequenzgänge mit Controller gemessen. Die 15°- und die 5°-Version spielen perfekt zusammen (Abb. 9)



Vorbildliches Spektrogramm der Ikarray-8 ohne Auffälligkeiten, die später korrigiert werden müssten (Abb. 10)

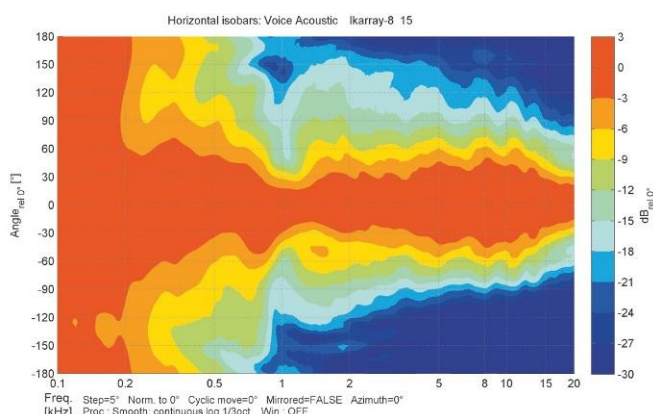
eindruck so optimal zu korrigieren war. Die Filtereinstellungen für ein einzelnes Ikarray-8-System basieren primär auf dessen On-axis-Frequenzgang. Die Array-Coupling-Filter sind laut Henry Dahmen dagegen aus einer Mittlung der Frequenzgänge über den typischen Arbeitsbereich des Arrays entstanden. Entsprechend wurden auch die Kurven in Abb. 8 für ein 3er-Array mit 15°- oder 5°-Systemen aus den Frequenzgängen der Messungen von -25° bis $+25^\circ$ bzw. -10° bis $+10^\circ$ vertikal gemittelt. Die so ermittelten Kurven machen einen plausiblen und praxistauglichen Eindruck, so dass der Anwender nicht mehr weiter eingreifen muss, so wie man es von einem „Plug&Play“-System auch erwartet.

Zu den Frequenzgängen aus Abb. 7 zeigt Abb. 9 die zugehörigen Phasengänge. Neben dem grundsätzlichen Verlauf interessiert hier vor allem der Vergleich der Phasen für die 5°- und die 15°-Version. Sollen beide Systeme im Array als eine kohärent strahlende Linienquelle zusammenspielen, dann müssen die Phasenverläufe so weit wie möglich identisch sein. Die beiden Ikarray-8-Modelle erfüllen diese Anforderung bestens. Insgesamt betrachtet zeigen die Phasengänge die durch die Trennung des 2-Wege-Systems sowie die akustischen und elektrischen Hochpassfilter bedingten Verläufe.

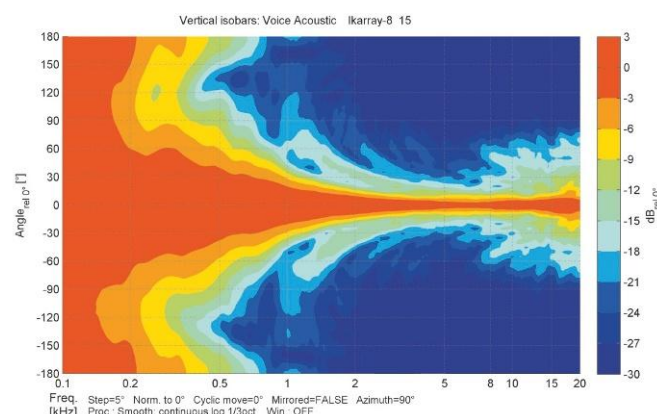
Es bleibt noch der abschließende Blick auf das Spektrogramm aus Abb. 10. Auffälligkeiten im Sinne von Resonanzen gibt es hier keine. Was sich hier eher beiläufig anhört, ist jedoch alles andere als selbstverständlich. Speziell Line-Arrays mit komplexen Waveformer/Horn-Kombinationen ebenso wie Tieftöner mit Hornvorsätzen, zeigen gerne die eine oder andere Resonanz, die es hier schlichtweg nicht gibt. Entsprechend einfach fallen daher auch die Controller-Funktionen aus, die keine Resonanzen ausbügeln müssen.



Ikarray-8 rechts mit Gitter in der 15°-Version und links im Bild in der Rückansicht das 5°-Modell



Horizontale Isobaren der Ikarray-8, der Verlauf ist für beide Varianten nahezu identisch (Abb. 11)



Vertikale Isobaren der Ikarray-8 in der 15°-Version (Abb. 12)

Horizontal/vertikal: Directivity

Die Directivity eines Line-Arrays definiert sich in der Horizontalen über das Abstrahlverhalten der jeweiligen Elemente und in der Vertikalen über das Array im Ganzen, d. h. über dessen Länge und das Curving. Die meisten Line-Array-Lautsprecher sind daher mit einer Art eindimensionaler Hornfunktion für die horizontale Ebene aufgebaut. In der Vertikalen betrachtet versucht man eine möglichst ebene oder kontrolliert vorgekrümmte Wellenfront abzustrahlen, womit das Zusammenspiel im Array möglich wird. Für das Ikarray-8 ist der nominelle horizontale Öffnungswinkel mit 100° angegeben. In der Vertikalen sind die Winkel mit 5° bzw. 15° innerhalb der „zwei in eins“-Einheiten vorgegeben. Kombiniert man jetzt ein 5°-System mit einem von 15°, dann sind die Winkel von „Box zu Box“ 5°, 7,5° und 15°, womit sich ein gleichmäßiger Übergang ergibt.

Beginnen wir mit dem horizontalen Abstrahlverhalten, dessen Messung sich für ein Line-Array-Element nicht weiter von der eines normalen Lautsprechers unterscheidet. Der Lautsprecher wird im reflexionsarmen Raum an einer Drehvorrichtung montiert und in der zu messenden Ebene von -180° bis +180° eine volle Kreisbahn gedreht. Die Messung erfolgt typischerweise in 5°-Schritten, so dass eine Ebene mit 73 Einzelmessungen erfasst wird. Bei sehr eng strahlenden Systemen kann die Auflösung auch auf 2° oder 1° erhöht werden. Die horizontalen Isobaren des Ikarray-8 sind in Abb. 11 dargestellt. Der Übergang von orange auf gelb stellt die -6 dB-Linie relativ zur 0°-Achse dar. Mit einer gewissen Schwankungsbreite wird der nominelle 100°-Winkel ab ca. 500 Hz aufwärts er-

reicht. Durch die nebeneinander liegende Anordnung von Hoch- und Tieftöner kommt es in der horizontalen Ebene bei der Trennfrequenz um 1 kHz zu einer leichten Einschnürung.

Für die Vertikale sind bei einem Line-Array mehrere Isobarenmessungen erforderlich. Zum einen gilt es auch wieder ein einzelnes Element zu betrachten und in weiteren Messungen mehrere Elemente in einem Array. In der Einzelmessung stellen sich die Isobaren idealerweise als immer spitzer zulaufende Kurven dar, die möglichst keine seitlichen Nebenmaxima aufweisen sollten. Nun gibt es beim Ikarray-8 kein einzelnes Element im eigentlichen Sinne. Man misst daher immer mindestens zwei Elemente mit je zwei Hochtönern, deren interner Winkel von Hochtöner zu Hochtöner in der 5° Version 1,25° beträgt und in der 15° Version 3,75°. Die zugehörigen Isobaren finden sich in Abb. 12 und 13. Das erwartete Verhalten stellt sich vorbildlich ein: Der nominelle Winkel ist nachvollziehbar und die Isobaren verlaufen mit gleichmäßiger Zuspitzung ohne auffällige Nebenmaxima oder andere Artefakte.

Abschließend zum Thema Directivity erfolgten noch zwei Messungen der vertikalen Isobaren von je drei Systemen Ikarray-8/15 und Ikarray-8/5. Die dann zu erwartenden Öffnungswinkel für die kompletten Arrays sollten ca. 45° und 15° betragen. Die dazu gemessenen Isobaren aus Abbildung 14 und 15 zeigen jeweils etwas breitere Verläufe mit 60° und 20°, die in der Darstellung durch die bereits relativ große Ausdehnung des Arrays in Relation zur Messentfernung entstehen. Insgesamt betrachtet verlaufen die Isobaren in beiden Konfigurationen jedoch vorbildlich gleichmäßig und geradlinig. An dieser Stelle

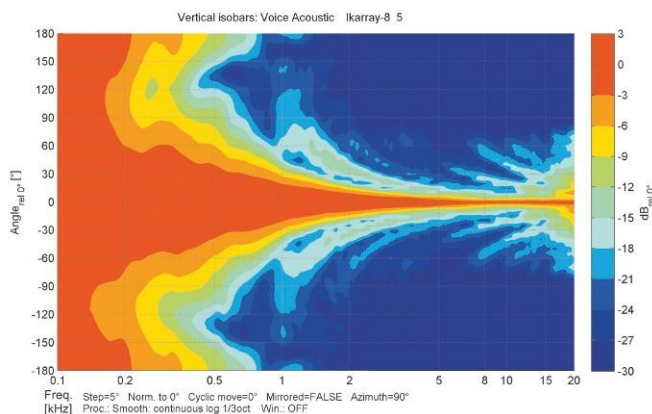
zeigt sich der Vorteil, wenn ein Line-Array-Element optimal auf einen festen Winkel ausgelegt werden kann und nicht flexibel für einen größeren Winkelbereich funktionieren muss. Soll ein Line-Array-Element bei 0° gut funktionieren und auch noch bei 15°-Winkel zur nächsten Box, dann müssen zwangsläufig Kompromisse gemacht werden, die man nicht hat, wenn ein bestimmter Winkel von vorne herein festgelegt ist.

Unterhalb von 1 kHz setzt eine für das Array $3 \times 5^\circ$ kaum erkennbare und für $3 \times 15^\circ$ Array etwas deutlichere verstärkte Bündelung ein, die zu einer Einschnürung im Vergleich zu dem bei hohen Frequenzen eingestellten Winkel führt. Dieser prinzipbedingte Low-Mid-Beam entsteht durch die bei tiefen Frequenzen zunehmende Überlagerung der einzelnen Quellen, die sich jetzt nicht mehr den Winkelbereich sauber aufteilen, sondern wieder verstärkt als eine große Quelle agieren, die dann entsprechend ihrer Ausdehnung bündelt. Vermeiden ließe sich dieser Effekt nur durch ein zusätzliches elektronisches Beamforming, wie es auch bei DSP-gesteuerten Zeilen praktiziert wird. Für das Ikkarray-8 mit einer maximalen Länge von vier Einheiten ist die Einschnürung durch den Low-Mid-Beam in der praktischen Anwendung jedoch vermutlich noch nicht relevant.

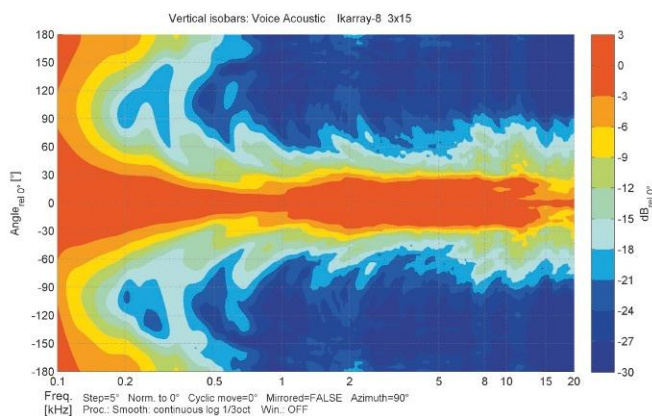
Maximalpegel: Wie laut geht's?

In unseren Testberichten verwenden wir schon seit längerer Zeit zwei Methoden zur messtechnischen Bestimmung des Maximalpegels von Lautsprechern, um für die Beschallungspraxis möglichst relevante Pegelaussagen zu erhalten. Zum einen die Messung mit 185 ms langen Sinusburst-Signalen. Hier wird der Pegel mit einem Sinussignal für eine Frequenz so lange erhöht, bis ein bestimmter Verzerrungsanteil, typisch 3% oder 10%, erreicht wird. Der dabei gemessene Schalldruck als Mittelungspegel für die Dauer der Messung wird als Messwert festgehalten. Diese Messung wird über einen zu definierenden Frequenzbereich in Frequenzschritten von 1/12 Oktaven durchgeführt. Die Abbildungen 16 und 17 zeigen diese Messung für die Ikkarray-8 in der 15°- und 5°-Version als Einzelsystem (Abb. 16) und als Array aus drei Systemen (Abb. 17). Am globalen Verlauf und an der Gleichmäßigkeit der Kurven lässt sich ablesen, in welchen Frequenzbereichen ein Lautsprecher Stärken und Schwächen hat und ob es mögliche lokale Schwachpunkte gibt. Speziell letztere gibt es beim Ikkarray-8 nicht.

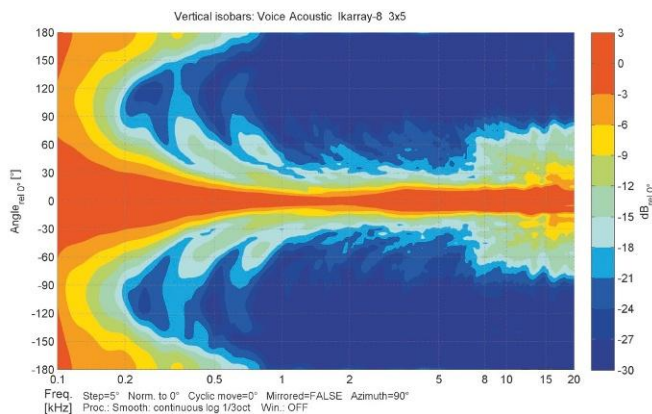
Die zweite Art der Maximalpegelmessung ist die Multitonmessung mit Erfassung aller harmonischen Verzerrungen (THD) und Intermodulationsverzerrungen (IMD), die zusam-



Vertikale Isobaren der Ikkarray-8 in der 5°-Version (Abb. 13)



Vertikale Isobaren eines Arrays mit drei 15°-Modellen (Abb. 14)



Vertikale Isobaren eines Arrays mit drei 5°-Modellen (Abb. 15)

men als Gesamtverzerrungen (TD) bezeichnet werden. Die Basis des Multitonsignals besteht aus 60 Sinussignalen mit Zufallsphase, deren spektrale Gewichtung beliebig eingestellt werden kann. Für die nachfolgende Messung in den Abbildungen 18 und 19 wurde die Gewichtung eines mittleren Musiksignals (grüne Kurve) gewählt. Der Crestfaktor, der so synthetisierten Messsignals, der das Verhältnis vom Spitzenwert zum Effektivwert beschreibt, liegt bei einem praxisgerechten Wert von 4 entsprechend 12 dB.

Auf der akustischen Seite gibt es dazu vergleichbar den Schalldruck als Mittelungspegel L_{eq} , der für einen definierten Zeitraum als energieäquivalenter Dauerschallpegel bestimmt wird und es gibt den Spitzenpegel L_{pk} . Wichtig ist es dabei zu wissen, dass bei akustischen Messungen zum erreichbaren Maximalpegel von Lautsprecheranlagen immer der Mittelungspegel L_{eq} zur Bewertung verwendet wird. Für den aus dieser Art der Messung abgeleiteten Verzerrungswert werden alle Spektrallinien aufaddiert, die nicht im Anregungssignal vorhanden sind, d. h. die als harmonische Verzerrungen oder als Intermodulationsverzerrungen hinzugekommen sind. Auch bei dieser Art der Messung wird der Pegel so lange erhöht, bis der Gesamtverzerrungsanteil (TD = Total Distortions) einen Grenzwert von 10% erreicht. Unter diesen Bedingungen erreicht eine einzelne Ikarray-8 als 15°-System für ein typisches Musikspektrum nach EIA-426B bezogen auf 1 m Entfernung im Freifeld unter Vollraumbedingungen

einen Spitzenpegel von 137 dB. Der Mittelungspegel liegt bei 124 dB. Das Datenblatt gibt dazu Werte von 131 und 137 dB an, die sich dann aber auf ein Signal mit nur 6 dB Crestfaktor beziehen. Die Messung der 5°-Version sind hier nicht abgebildet. Die erreichten Werte lagen ca. 1 dB höher.

Im Array mit drei Ikarray-8 in 15° legt das System deutlich zu. Es werden dann 132 dB als L_{eq} und 144 dB L_{pk} erreicht, die das System auch schon für etwas größere Einsätze prädestinieren. In 40 m Entfernung lassen sich so im Freifeld noch gute 100 dB L_{eq} erreichen. Da im Live-Betrieb meist noch etwas mehr Headroom als die hier angenommenen 12 dB erforderlich sind, ist der Wert eventuell etwas zu großzügig abgeschätzt. Es zeigt jedoch gut, welches Potential im Ikarray-8 System steckt.

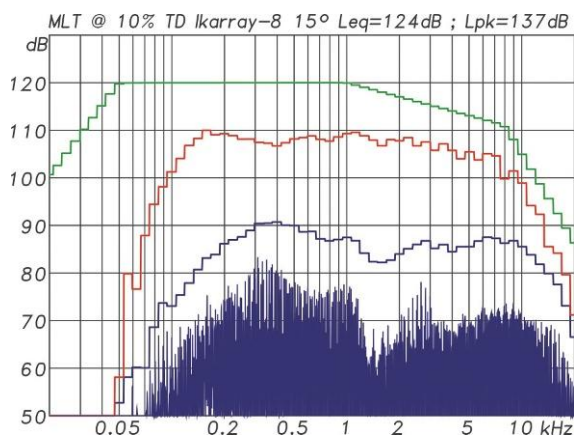


Maximalpegel für höchstens 10% Verzerrungen für ein einzelnes Ikarray-8 System mit 15° (rot) Öffnungswinkel und mit 5° (blau) Öffnungswinkel. Die Messung erfolgte mit 185 ms langen Sinusbursts (Abb. 16)

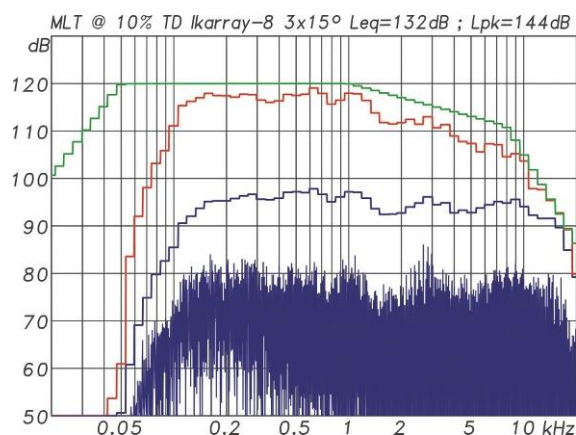


Maximalpegel für höchstens 10% Verzerrungen für ein Array aus drei Systemen mit 5° Öffnungswinkel. Die Messung erfolgte mit 185 ms langen Sinusbursts (Abb. 17)

Test | Voice Acoustic Ikarray-8



Multitonmessung für eine Ikarray-8 15°. Bei maximal 10% Verzerrungen (THD+IMD) werden für ein Signal mit EIA-426B Spektrum (grün) und 12 dB Crestfaktor 124 dB als L_{eq} und 137 dB L_{pk} erreicht. Gesamtsignalspektrum in Rot und Verzerrungsanteile in Blau (Abb. 18)



Multitonmessung für ein Array mit drei Ikarray-8 15°. Bei maximal 10% Verzerrungen (THD+IMD) werden für ein Signal mit EIA-426B Spektrum (grün) und 12 dB Crestfaktor jetzt 132 dB als L_{eq} und 144 dB L_{pk} erreicht. Gesamtsignalspektrum in Rot und Verzerrungsanteile in Blau (Abb. 19)

Voice Acoustic bietet das Ikarray-8 auch in kompletten Sets mit den Ausbaustufen Basic, Standard und Large Size an. Das Basic-Set beinhaltet zwei Tops, zwei Subwoofer und eine dreikanalige Endstufe sowie diverses Zubehör für 16.914 €. Für den Stereobetrieb wird das Basic-Set mit den beiden Subwoofern als Monosummen-Sub betrieben. Im Standard-Set verdoppelt sich die Anzahl der Komponenten, als da wären vier Tops, vier Subwoofer und eine sechskanalige Endstufe. Das gibt es ebenfalls mit Zubehör für 32.206 €. In der maximalen Ausbaustufe im Large-Size-Set sind es dann acht Tops und ebenso viele Subwoofer zusammen mit zwei sechskanaligen Endstufen für 61.713 €. Alle Sets können anstelle der separaten Endstufen auch mit aktiven self-powered Paveosubs betrieben werden. Der Preis für die self-powered-Sets unterscheidet sich nur unwesentlich von denen mit separaten Endstufen.

Fazit

Der im norddeutschen Dörverden ansässige Lautsprecherhersteller Voice Acoustic bringt mit seinem „Plug&Play Line-Array“ Ikarray-8 ein wenig frischen Wind in den Markt der kompakten Line-Arrays. Sieht man sich auf den Messen um, dann lässt sich speziell bei den beliebten 8"-Line-Array-Modellen ein sehr großes Angebot ausmachen, sie sind zu einer Art Universalwerkzeug des Beschallers geworden. 90% der Anwendungen dürfte sich dabei auf kleinere Events mit Entfernung bis zu 30 m beziehen. Genau dafür wurde das Ikar-

ray-8 konzipiert. Durch das „Zwei in eins“-Prinzip mit zwei festen Winkeln können die meisten Aufgaben mit maximal vier dieser Doppelsysteme gut abgedeckt werden. Die Kombination im Array kann mit etwas Augenmaß – ohne weitere Software bemühen zu müssen – abgeschätzt werden. Der Aufbau gelingt dann dank der einfachen 2-Punkt-Mechanik sicher und schnell. Aus akustischer Sicht bieten die mit festen Winkeln von 5° oder 15° vorgegebenen Systeme und den dazu maßgeschneiderten Gehäusen und Waveguides auch noch einige Vorzüge, da keine konstruktiven Kompromisse für einen größeren Winkelbereich gemacht werden müssen. Die zugehörigen Systemendstufen oder self-powered Subwoofer sorgen mit vorgefertigten Setups und einer übersichtlichen Verkabelung ebenfalls für das gewünschte Plug&Play-Feeling, was nicht nur einfach in der Bedienung ist, sondern auch ein gehöriges Maß an Betriebssicherheit bedeutet. Messtechnisch konnte sich das Ikarray-8 im Labor gut darstellen. Ein hoher Maximalpegel, respektive wenig Verzerrungen und ein gleichmäßiges sowie gut kontrolliertes Abstrahlverhalten stellten sich als Stärken des Systems heraus. In Punkto Verarbeitung und Zubehör spielt Voice Acoustic schon seit längerem in der oberen Kategorie mit, so dass auch hier alle Wünsche und Anforderungen erfüllt werden. Preislich bewegt sich das Ikarray-8 in der Mittelklasse, womit man auf jeden Fall sehr gut aufgestellt ist.