

KOMPAKT-PA

LD Systems MAUI 44 G2

Kompakt-PA mit säulenförmigem Topteil,
das mit cardioidem Richtverhalten Reflexionen
und Feedbacks mindert

Text und Messungen: Anselm Goertz | Fotos: Dieter Stork (4), Anselm Goertz (5)

Säulenförmige PA-Lautsprecher werden 2020 vielerorts angeboten. Der Trend zu solchen kompakten und optisch eleganten PA-Systemen begann aber schon vor rund 15 Jahren. Bis dahin waren solche Zeilenlautsprecher eher als Klassiker in der Kirchenbeschallung oder als DSP-gesteuerte Zeile mit variabler Richtcharakteristik für akustisch besonders schwierige Räume bekannt. Unter einer „kompakten PA“ verstand man auch eher die Standard-Boxen 12/2 oder 15/2 mit Subwoofer. Wie erklärt sich dieser Boom? Ist das nur ein vom Marketing geschaffener Trend, oder haben diese Lautsprecher handfeste Vorteile gegenüber der üblichen 12(5)/2-Box? Unter anderem dieser Frage gehen wir in unserem Testbericht des LD Systems MAUI 44 G2 nach.

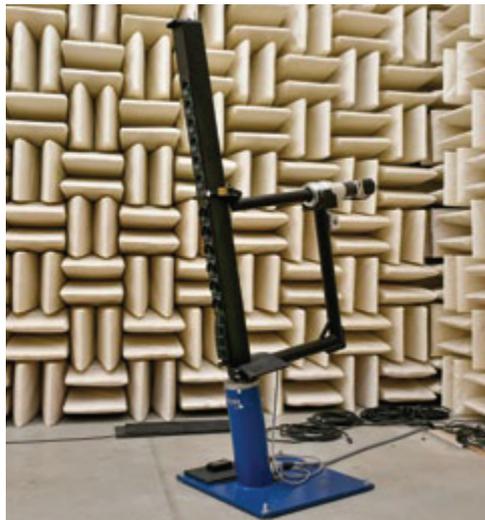
Wie es der Name schon andeutet, ist das MAUI 44 G2 schon die zweite Generation dieses Typs in der MAUI-Serie von LD Systems, die mit MAUI 5, 11, 28 und 44 vier Modelle enthält. Hinzu kommen noch die Varianten MAUI 5 GO mit Akkubetrieb und das edle MAUI P900, das in Zusammenarbeit mit dem Porsche Design Studio entstand. Die P900-Modelle werden bei LD Systems als eigene Serie geführt, so dass die MAUI 44 G2 in der „normalen“ MAUI-Baureihe jetzt das Spitzenmodell repräsentiert.

Äußerlich ist das MAUI 44 G2, ebenso wie alle anderen Systeme dieser Baureihe, eine schlanke Zeile mit vielen einzelnen Lautsprechern, die auf einem Subwoofer mit integ-



rierter Elektronik steht. Von dort wird sie auch mit dem Verstärkersignal versorgt. Optisch wirken die MAUIs daher dezent, was sie besonders für die Beschallung anspruchsvoller Events prädestiniert, wo die Lautsprecher nicht auffallen sollen. Die Höhe des Systems beträgt insgesamt 2,25 m, wovon 0,63 m auf den Subwoofer entfallen. Die Säule hat eine Breite von nur 10,3 cm und eine Tiefe von 13,5 cm. Die beiden Gehäuseteile der Säule bestehen aus beschichtetem Aluminium und sind auf der Frontseite mit einem doppelt gelegten, feinmaschigen Gitter geschützt. Der gleichzeitig auch als Standfuß agierende 36 kg schwere Subwoofer ist aus Multiplex gefertigt und mit strapazierfähigem Polyurea-Lack beschichtet. Die gesamte Elektronik, ebenso wie alle Bedienelemente der Kombination, befinden sich auf der Rückseite.

Was zeichnet nun aber die MAUI 44 G2 neben der ungewöhnlichen Bauform aus akustischer Sicht aus? Betrachtet man die Säule etwas näher, dann zeigt sie sich mechanisch als zweigeteilt, die Bestückung betreffend dreigeteilt: Der untere Teil ist mit sechs 3,5"-Konustreibern mit

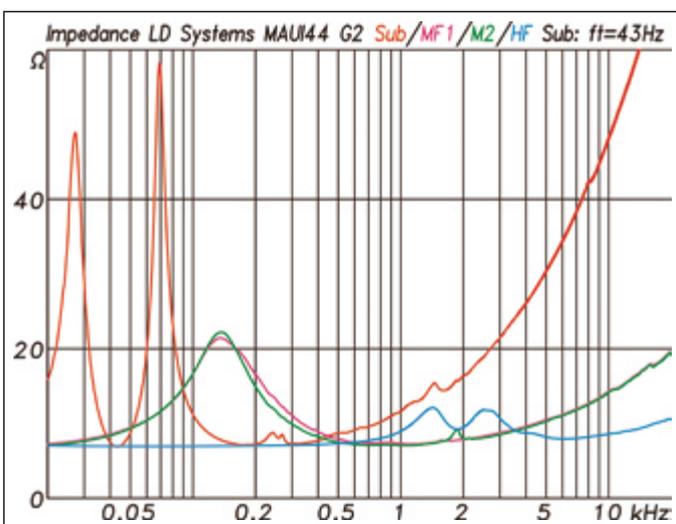


LD Systems MAUI 44 G2 am Roboter-Arm, hier allerdings nur als praktische Befestigung für eine störungsfreie Frequenzgangmessung der drei Wege in der Säule

1"-Schwingspule und Neodymmagnet bestückt. Im oberen Teil befinden sich weitere sechs dieser Treiber, hier jedoch mit einem Phaseplug vor der Membran. Oberhalb davon sind vier kleine 1/2"-Hochtöner mit einem CD-Waveguide angeordnet. Bei normaler Aufstellung befindet sich die Hochtoneinheit deutlich über Kopfhöhe der Zuhörer. Die vier Elemente sind daher so angeordnet, dass nur der oberste Hochtöner geradeaus strahlt und die anderen dazu mit einer leichten Krümmung nach unten angeordnet sind, so dass auch die vorderen Zuhörerreihen gut versorgt werden. Alle drei Wege werden separat angesteuert und gefiltert.

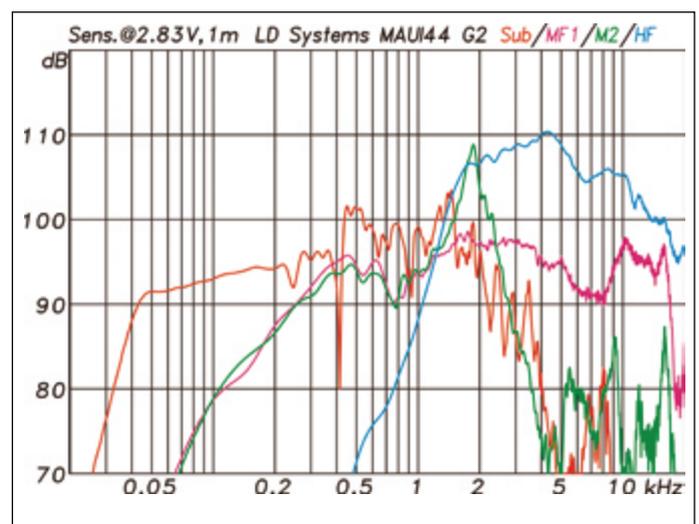
4-Wege-System

Nimmt man jetzt noch den Subwoofer dazu, dann handelt es sich über alles betrachtet um ein 4-Wege-System. Oder ganz korrekt um ein 3½-Wege-System, da sich die beiden Mitteltonwege nur durch eine frühere Tiefpassfilterung der unteren Einheit unterscheiden: Bei tiefen Frequenzen arbeiten alle Mitteltöner, bei höheren nur noch die obere Einheit mit sechs Treibern. →



Impedanzkurven der vier Wege in einer Kombination MAUI 44 G2.

Der Subwoofer ist auf 43 Hz abgestimmt, alle vier Wege haben 8 Ω (Abb. 1)



Frequenzgang und Sensitivity 1 W/1 m der vier Wege ohne Controller direkt am Messverstärker betrieben. Der Mitteltonzweig mit Phaseplugs (grün) bildet knapp unter 2 kHz eine Spitze aus und fällt darüber dann steil ab (Abb. 2)

Für den Test wurden zunächst alle Wege einzeln ohne Filter direkt am Messverstärker gemessen. Die so ermittelten Impedanzkurven zeigt Abb. 1. Der Subwoofer ist ein Bassreflexsystem mit 15"-Treiber und einer Abstimmung auf 43 Hz. Die Resonanzfrequenz der Mitteltöner liegt bei 138 Hz. Alle Wege sind als 8-Ω-Systeme ausgeführt.

Die Frequenzgänge mit Angabe der Sensitivity aller vier Wege finden sich in Abb. 2. Der Subwoofer weist einen sehr schön gleichmäßigen Verlauf bis 400 Hz und damit weit über seinen Arbeitsbereich hinaus auf. Die untere Eckfrequenz ohne Controller von 37 Hz (-6 dB) bietet zudem Potential für satte, tiefe Bässe. Oberhalb von 400 Hz treten dann die ersten Gehäuseresonanzen auf, da das Gehäuse mit nur wenig Dämmmaterial auskommt, was in diesem Fall auch völlig problemlos ist. Interessant wird es bei den Mitteltönern: Die rosa Kurve zeigt die untere Mitteltoneinheit, die grüne die obere. Bis ca. 1,2 kHz laufen beide Kurven mehr oder weniger deckungsgleich. Darüber kommt die Wirkung des Phaseplugs zum Zuge, der wie ein Bandpassresonator für die Breite einer Oktave die Kurve kräftig ansteigen lässt, bevor sie dann oberhalb von 2,5 kHz steil abfällt. Die unteren Mitteltöner ohne Phaseplug spielen dagegen als gute Breitbänder bis 17 kHz weiter. Der Hintergrund für die Phaseplugs und der damit einhergehenden kräftigen Erhöhung der Sensitivity liegt in der Filterung des Systems. Um die Directivity nicht zu sehr einzuschnüren, werden die unteren sechs Mittel-



Quelle: LD Systems

Details der MAUI 44 G2 Säule mit vier Hochtönern, sechs Mittelhochtönern mit Phaseplugs und sechs weiteren Mitteltönern (unten), die direkt ohne Phaseplug abstrahlen

töner ca. eine Oktave früher ausgeblendet als die oberen. Der damit einhergehende Pegelverlust

muss kompensiert werden, was entweder über die Filterung hätte geschehen können, dann aber auf Kosten des Maximalpegels, oder eben durch einen hinreichenden Zuwachs der Sensitivity im betroffenen Frequenzbereich zwischen 1 und 2 kHz. Genau das ist mit den Phaseplugs gelungen. Ab 2,2 kHz übernehmen dann ohnehin die Hochtöner, so dass der Verlust hier unkritisch ist. Die hellblaue Kurve der Hochtöner erreicht bei 2 kHz bereits 108 dB und steigert sich bis 5 kHz noch auf 110 dB, bevor es dann weitgehend gleichmäßig wieder etwas abwärts geht. Bei 17 kHz werden immer noch 100 dB erreicht. Die Voraussetzungen für eine gute Kombination der vier Wege sind somit gegeben.

Das Explosionsbild zeigt den oberen Säulenteil der MAUI 44 G2 mit der gekrümmten Hochtoneinheit und den Phaseplugs. Ein weiteres wichtiges Detail verbirgt sich auf dem Bild nicht sichtbar auf der Rückseite der Zeile: Hier ist eine längliche, mit einem Gitter abgedeckte Öffnung angebracht, die auf der Innenseite mit einem Strömungswiderstand belegt ist, um tieffrequenten Schall phasengedreht so abzustrahlen, dass in der Summe ein cardioides Richtverhalten entsteht. Der Strömungswiderstand entsteht durch eine Lage Basotect Melaninharzschäum, der wie ein akustisches Tiefpassfilter wirkt und so die gewünschte Phasendrehung des nach hinten abgestrahlten Schalls erzeugt. Wie die späteren Isobarenmessungen zeigen, gelingt es so, schon bei 200 Hz den horizontalen -6 dB Öffnungswinkel auf $\pm 90^\circ$ zu beschränken. Streng nach der Devise „keine Wirkung ohne Nebenwirkung“ hat das Cardioid-Prinzip aber auch einen Nachteil: Die Abstrahlung nach vorne wird durch die hinteren phasengedrehten Quellen etwas geschwächt, was sich in Abb. 2 an den ab 400 Hz abwärts mit 6 dB pro Oktave fallenden Frequenzgängen der Mitteltonwege zeigt. Möchte man das cardioides Verhalten in den Bassbereich ausdehnen, dann besteht die Möglichkeit, mit einem zweiten Subwoofer auch hier ein cardioides System aufzubauen. Der zweite Subwoofer wird dazu gedreht mit dem Treiber nach hinten neben den ersten Subwoofer gestellt und über



Gelochte Rückseite für ein cardioides Abstrahlverhalten



Solide Verbindung mit vier Metallstiften und dem mittig dazu angeordneten Steckverbinder

den Sub Out des ersten angesteuert. Über einen Taster kann der zweite Sub in den Cardioid-Modus geschaltet werden. Alternativ kann der zweite Sub auch in normaler Aufstellung als Sub-Extension eingesetzt werden, wenn besonders kräftige Bässe gewünscht sind.

Mechanik

Verlassen wir kurz die akustische Seite und wenden uns der Mechanik zu. Das MAUI 44 G2 besteht aus drei Teilen, womit Transport und Handling zu einem leichten Spiel werden. Als Zubehör gibt es dazu noch eine Tragetasche für die beiden



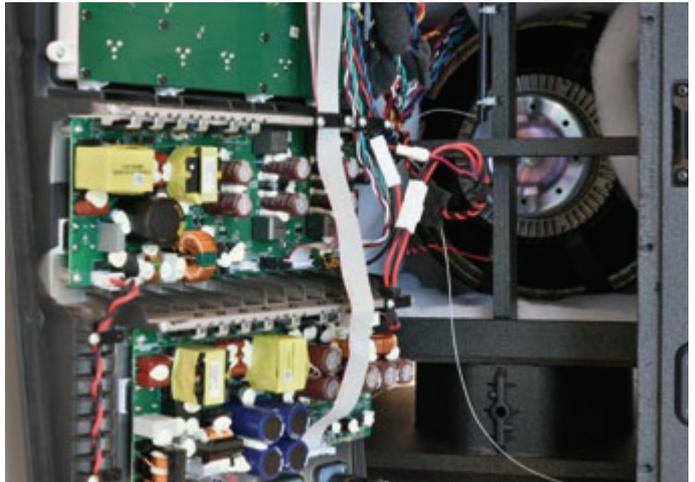
Steckverbinder mit kräftigen Kontakten und guter Führung durch die vier Stifte. Magnete sorgen für zusätzlichen Halt, so dass die Säule nicht zu leicht abzunehmen ist

Teile der Säule, eine Schutzhülle für den Subwoofer und ein Rollbrett, mit dem sich auch der Subwoofer noch gut bewegen lässt.

Alle elektrischen Verbindungen von der Elektronik im Subwoofer zu den drei Wegen in der Säule werden über einen soliden 14-poligen Stecker im Boden bzw. Deckel der Gehäuse geführt. Um ein verkantetes Einsetzen des Steckers zu vermeiden und die Einheiten auch mechanisch sicher zu verbinden, gibt es vier massive Metallstäbe, die am Boden aus den Säulenteilen ragen und sich in die passenden Öffnungen des Subwoofers bzw. des unteren Säulen- →



Das mächtige Elektronikmodul an der Rückwand des Subwoofers. Unten das Netzteil mit der Subwoofer-Endstufe, darüber die drei Endstufen für die Säule und oben die DSP Platine

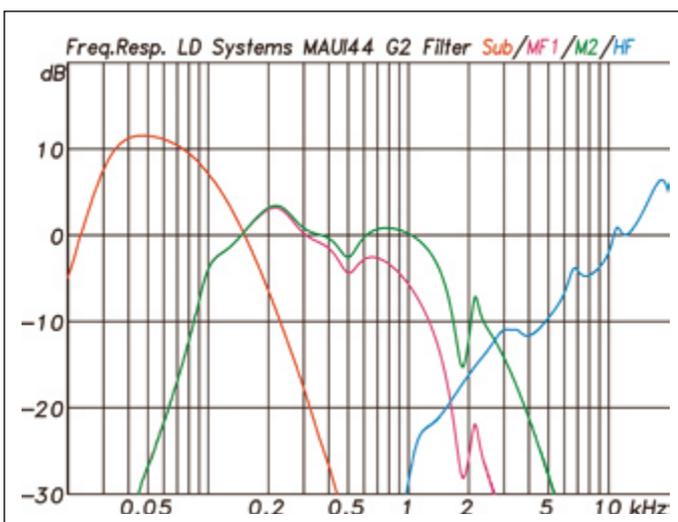


Innenansicht des Subwoofers mit 15"-Neodym-Treiber und vielen Verstrebungen im Gehäuse. Die Elektronik besitzt jedoch keine eigene Kammer

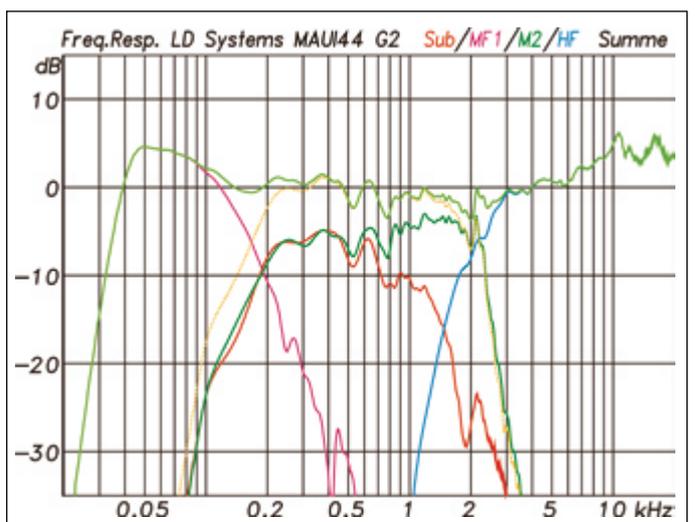
teils einfügen. Die Stäbe sind so lang, dass der Steckverbinder immer erst dann auf sein Gegenstück trifft, wenn die exakte Position sichergestellt ist. Im Sockel des Subwoofers sorgen Neodym-Magnete für zusätzlichen Halt, so dass die Säule nicht zu leicht abzunehmen ist. Neben der Signalführung gibt es im Steckverbinder auch noch zwei Kontakte, die der Elektronik signalisieren, ob die Säule gesteckt ist oder nicht. Falls nicht, dann wird automatisch in den Sub-Extension-Modus geschaltet, wo man dann je nach Aufstellung noch zwischen normalem Betrieb und Cardioid wählen kann.

DSP und Amping

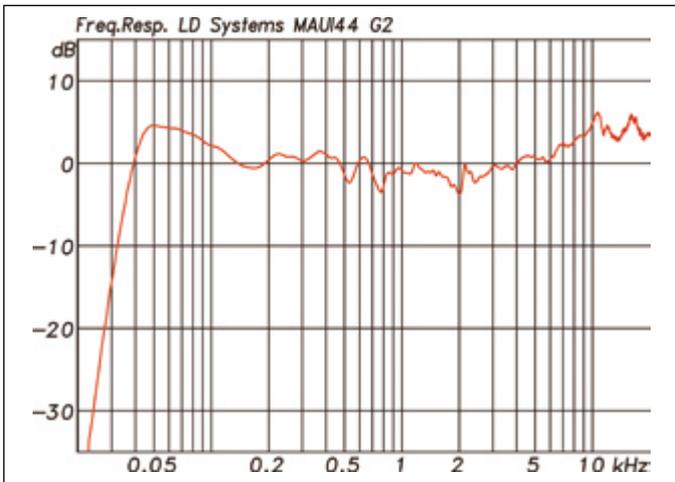
Schraubt man die Rückwand des Subwoofers heraus, dann wird der Blick auf die Elektronik frei, die sich aus einem kräftigen Netzteil, einer 800-W-Endstufe für den Subwoofer und drei kleineren Endstufen für die Mittel- und Hochtonwege sowie das DSP-System zusammensetzt. Die Gesamtleistung der Endstufen wird im Datenblatt mit 1.500 W angegeben. Etwas kritisch könnte man sehen, dass sich die Elektronik direkt im Gehäusevolumen des Tieftöners befindet und damit erheblichen Vibrationen ausgesetzt ist. Wie sich das lang-



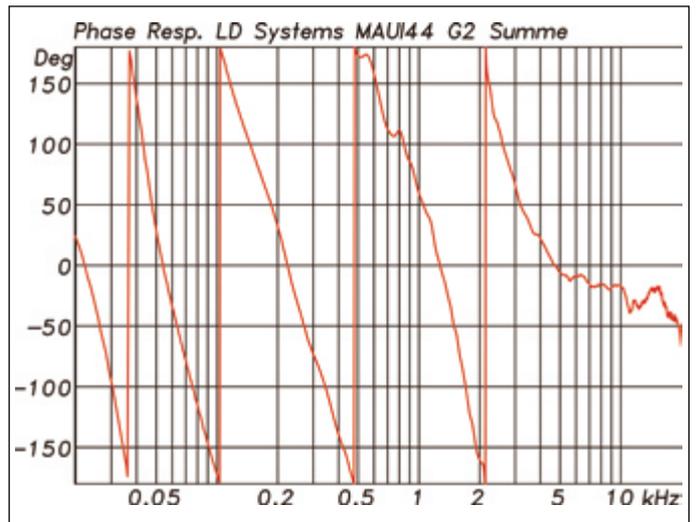
Filterfunktionen des DSP-Systems in der MAUI-44-Elektronik. Die untere Mitteltoneinheit wird früher ausgeblendet, so dass das Abstrahlverhalten bei höheren Frequenzen nicht zu eng wird (Abb. 3)



Frequenzgänge der vier Wege mit Filter gemessen. Die Trennung zum Subwoofer erfolgt bei 160 Hz. Die untere Mitteltoneinheit wird bei ca. 1 kHz ausgeblendet, die obere läuft bis zum Übergang zu den Hochtönen knapp oberhalb von 2 kHz (Abb. 4)



Frequenzgang des gesamten MAUI 44 G2, am oberen und unteren Ende gibt es jeweils eine leichte Anhebung von 4-5 dB (Abb. 5)



Phasengang des MAUI 44 G2, durch die vielen Übergänge zwischen den Wegen dreht sich die Phase insgesamt 4 x um 360° (Abb. 6)

fristig auswirkt, kann von dieser Stelle aus nicht beantwortet werden. Man kann jedoch davon ausgehen, dass auch die LD-Systems-Entwickler zu diesem Aspekt langjährige Erfahrungen haben. Die Langzeitstabilität wird beispielsweise in mehreren je 100 h andauernden Hochlasttests überprüft.

Im nächsten Schritt unserer Labormessungen wurden die Filterfunktionen der vier Wege direkt an den Ausgängen der Endstufen gemessen. Die Kurven aus Abb. 3 zeigen den Verlauf für den Subwoofer, die beiden Mitteltöner und den Hochtonweg, wobei sich die beiden Mitteltonfilter →

nur durch ein zusätzliches Tiefpassfilter bei 650 Hz (Crit. 12 dB/Oct) auf dem unteren Mitteltonweg und ein im Phasengang dazu passendes Allpassfilter auf dem oberen Weg unterscheiden. Durch den Allpass haben die Filterfunktionen beider Wege einen exakt identischen Phasengang. Alle zwölf Mitteltoner arbeiten somit in Phase, lediglich die unteren sechs werden über die 650-Hz-Tiefpassfunktion frühzeitig ausgeblendet. Phasenunterschiede durch die Phaseplugs vor den oberen sechs Mitteltonern machen sich erst oberhalb von 1,8 kHz bemerkbar, wo die untere Gruppe schon weitgehend ausgeblendet ist. Wie sich Elektronik und Lautsprecher zusammen darstellen, findet man in Abb. 4. Die vier Wege ergänzen sich optimal. Über alles betrachtet, ist der Frequenzgang mit einer Überhöhung von 4-5 dB an beiden Enden eingestellt, was für viele Anwendungen passend sein dürfte und sich natürlich auch im direkten Hörvergleich zu anderen System bewähren muss. Den Pegel des Subwoofers kann der Anwender zudem nach Bedarf noch anpassen, wenn z. B. bei einem Einsatz in sehr halligen Räumen der Bass etwas zurückgenommen werden soll.

Abb. 5 und 6 zeigen den Amplitudenverlauf und Phasengang des kompletten MAUI 44 G2. Sieht man sich neben dem Frequenzgang auch das Spektrogramm aus Abb. 7 an, dann sind dort kaum ernsthafte Resonanzen zu erkennen. Ein etwas längeres Nachschwingen gibt es nur da, wo auch im Frequenzgang schon die typischen kleinen Wellen zu erkennen sind.

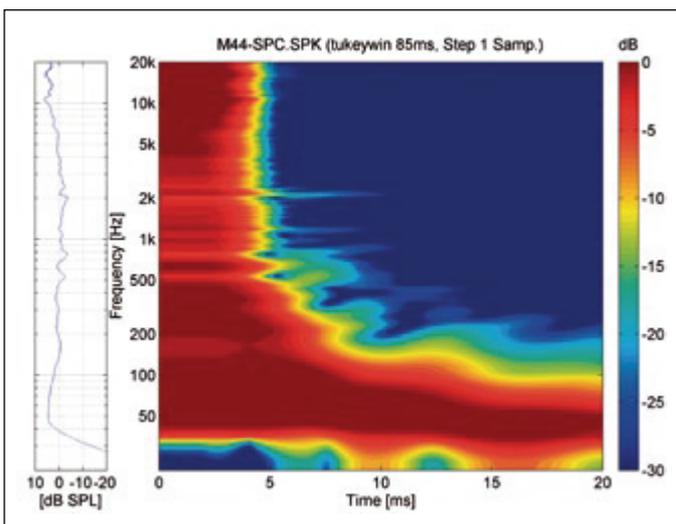


Mit der Neigung des MAUI 44 G2 für die Messung der horizontalen Directivity auf dem Drehteller zeigt die Mitte der Säule auf des Messmikrofon

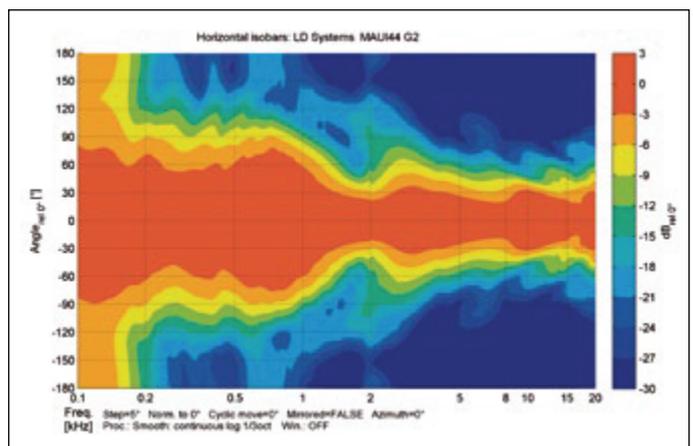
Im Phasengang (Abb. 6) lassen sich $4 \times 360^\circ$ Phasendrehung zwischen 20 Hz und 20 kHz ablesen, die auf das Hochpassverhalten insgesamt und die Übergänge zwischen den einzelnen Wegen entstehen. Jedes minimalphasige Filter erzeugt entsprechend seiner Steilheit bzw. Ordnungszahl eine Phasendrehung. Bei Filtern 2. Ordnung sind es so 180° und bei Filtern 4. Ordnung 360° .

Directivity

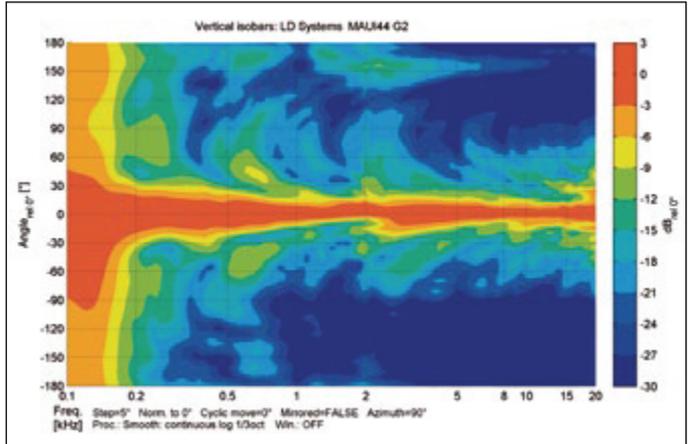
In der Säule gibt es eine Kombination aus einer gekrümmten Hochtonlinie mit einer Mitteltonzeile, die eine frequenzabhängige Länge aufweist und zudem auch noch als Cardioid-Strahl-



Spektrogramm der MAUI 44 G2, knapp oberhalb von 2 kHz gibt es eine kleine schmale Resonanz, zwischen 500 und 800 Hz ist ein etwas längeres Nachschwingen zu erkennen (Abb. 7)



Horizontale Isobaren der MAUI 44 G2. Der mittlere Öffnungswinkel oberhalb von 2 kHz beträgt ca. 80° . Darunter weiten sich die -6 dB Isobaren auf ca. 160 aus. Erst unterhalb von 160 Hz, wo der Subwoofer übernimmt, wird das Abstrahlverhalten kugelförmig (Abb. 8)



Kein Unglück bei der Messung sondern
der Aufbau für die Messung
der vertikalen Directivity

ler ausgeführt ist. Die horizontalen und vertikalen Isobaren wurden jeweils für das komplette Set mit Subwoofer gemessen. Die Positionierung auf dem Drehteller gestaltete sich daher bei einer Gesamthöhe von 2,25 m zunächst etwas schwierig. Im Foto sieht man das MAUI 44 G2 bei der Messung der horizontalen Directivity. Die Neigung ist dabei so eingestellt, dass die Mitte der Säule auf das in 6 m Entfernung auf dem Boden liegende Messmikrofon trifft. Die Einstellung ist so auch für die Hochtöner passend, die diese durch ihre Krümmung leicht nach unten geneigt abstrahlen und so auch die Mikrofonposition erreichen.

Die so gemessenen Isobaren zeigt Abb. 8. Ab ca. 1,5 kHz liegt der -6 dB Öffnungswinkel im Mittel bei 80°. Unterhalb →

Horizontale Isobaren der MAUI 44 G2 mit
einem engen und vorbildlich gleichmäßigen
Abstrahlverhalten schon ab 200 Hz bis zum
oberen Ende (Abb. 9)

Welche Pegelwerte gibt es?

Bevor man in das Thema Maximalpegel einsteigt, sind zunächst einige Werte zu definieren, um Fehlinterpretationen zu vermeiden und die Vergleichbarkeit herzustellen. Auf der akustischen Seite gibt es den Schalldruck, der meist als Mittelungspegel L_{eq} über einen definierten Zeitraum angegeben wird und es gibt den Spitzenpegel L_{pk} . Betrachtet man z. B. ein nicht komprimiertes rosa Rauschen, dann sind die Spitzenwerte in diesem Signal ungefähr um den Faktor vier größer als der Mittelungspegel. Dieses Verhältnis nennt man auch Crestfaktor. Gleiches gilt für die elektrische Seite. Hier sind es der Effektivwert und der Spitzenwert der Spannung, die das Signal statistisch beschreiben. Für ein Sinussignal als Beispiel beträgt der Spitzenwert das 1,414 fache (3 dB) des Effektivwertes. Wichtig ist es zudem zu wissen, dass bei akustischen Messungen zum erreichbaren Maximalpegel von Lautsprecheranlagen immer der Mittelungspegel L_{eq} zur Bewertung verwendet wird.

von 1 kHz bis 200 Hz hinab sind es dann knappe 180°. Die kleinen 3,5"-Treiber in der schmalen Front der Säule erreichen dieses Abstrahlverhalten durch den Cardioid-Aufbau mit der hinteren Öffnung am Gehäuse. Ohne die zusätzliche Abstrahlung nach hinten würden die Mitteltöner spätestens ab 500 Hz abwärts mit 360° Öffnungswinkel rundum abstrahlen. Das Cardioid-Prinzip führt so zwar zu einem leichten Verlust in der Sensitivity für die Hauptabstrahlrichtung, bietet aber insbesondere unter akustischen schwierigen Bedingungen Vorteile, da der Nachhall des Raumes in diesem Frequenzbereich nicht so stark angeregt wird. Bei Aufbauten an einer Bühne kommt hinzu, dass deutlich weniger Schall auf die Bühne kommt, was zum einen die Rückkopplungsneigung reduziert und auch für die Akteure auf der Bühne angenehmer ist.

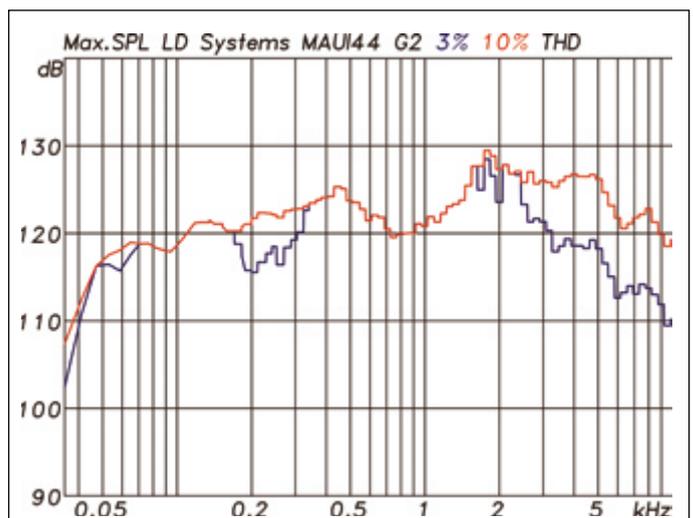
Noch etwas komplizierter gestaltete sich die Messung der vertikalen Directivity. Foto 7 zeigt den Aufbau auf dem Drehteller, bei dem sich das Messmikrofon ebenfalls wieder in 6 m Entfernung auf dem Boden befand. Für die 0°-Position wurde wiederum die Mittelsenkrechte der Säule auf das Mikrofon ausgerichtet. Der dadurch für den Hochtöner entstehende Winkelfehler verursacht eine Winkelverschiebung der Isobaren um 7,5° nach oben. D.h. im Arbeitsbereich des

Hochtöners ab ca. 2 kHz aufwärts muss man sich die Isobaren um 7,5° nach unten versetzt vorstellen. Grundsätzlich ist es leider nicht möglich das Abstrahlverhalten einer über 2 m ausgedehnten Quelle über eine Drehtellermessung mit 6 m Abstand zum Messmikrofon ganz korrekt abzubilden, zudem Mittel- und Hochtöner weit auseinander liegende Mittelachsen haben. Es sollte jedoch trotzdem aus den Messungen erkennbar sein, wie sich das MAUI 44 G2 in der vertikalen Ebene verhält.

Das so gemessene Abstrahlverhalten aus Abb. 9 zeigt einen Öffnungswinkel von 20-30° über einen weiten Frequenzbereich. Unterhalb von 500 Hz weitet sich der 6 dB Öffnungswinkel von 30° bei 500 Hz bis auf 55° bei 200 Hz auf. Da sich zu tiefen Frequenzen hin die effektive Strahlerfläche in der Länge ausdehnt, kann das enge Richtverhalten über einen sehr weiten Frequenzbereich aufrechterhalten werden. Damit wird genau der gewünschte Effekt erreicht, gezielt das Publikum zu beschallen und den restlichen Raum so wenig wie möglich anzuregen.

Maximaler SPL

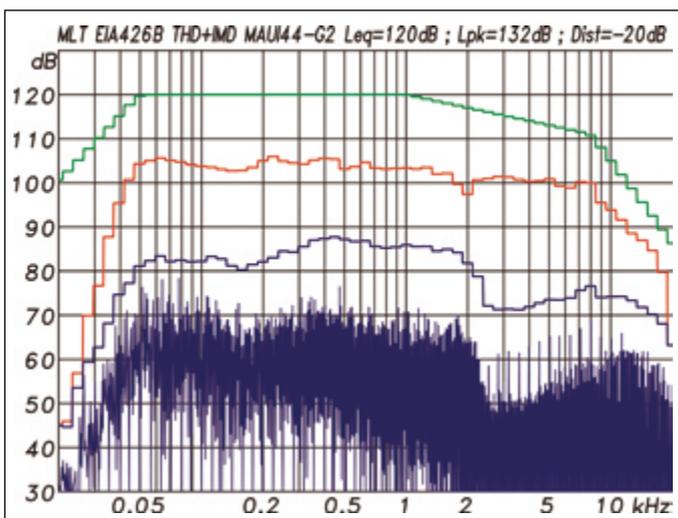
Die erste Messung zum maximalen SPL zeigt Abb. 10 als Sinusburst-Messung mit 185 ms langen Signalen. Dabei wird der Pegel mit einem Sinussignal für eine Frequenz so lange erhöht, bis ein bestimmter Verzerrungsanteil, typisch 3% oder 10%, erreicht wird. Der dabei gemessene Schalldruck



Maximalpegel der MAUI 44 G2 bei höchstens 3% (blau) und höchsten 10% (rot) Verzerrung bezogen auf 1 m Entfernung unter Freifeldbedingungen im Vollraum. Dort, wo beide Kurven zusammenfallen, wird der 10%-Grenzwert nicht erreicht. Die Messung erfolgte mit 185 ms langen Sinusburst-Signalen (Abb. 10)

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.

Aus dieser Messreihe lässt sich primär erkennen, wo der Lautsprecher mögliche Schwachpunkte hat oder auch wo der Pegel nicht durch die Verzerrungen, sondern durch einen Limiter in der Signalkette begrenzt wird. Das ist immer dann der Fall, wenn die Kurven für maximal 3% und maximal 10% Verzerrungen zusammenfallen, d. h. der 10%-Wert gar nicht erreicht wird, weil z. B. ein Cliplimiter für die Endstufen oder ein Thermolimiter zum Schutz der Lautsprecher eingreift. Die so gemessenen Kurven für das MAUI 44 G2 zeigen mittlere 118 dB für den Subwoofer und Werte von 120 dB und darüber für das Top. Dort, wo die Mitteltöner ihr Sensitivity-Maximum erreichen, steigt die Kurve sogar bis auf 130 dB an. In weiten Bereichen verlaufen die 3%- und 10%-Kurven deckungsgleich – hier sehen wir primär den Limiter. Etwas höhere Verzerrungen gibt es lediglich zwischen 200 und 300 Hz, wo die 3,5“-Treiber stark belastet werden und dann nochmal oberhalb von 2 kHz, wo Kompressionstreiber im Einsatz sind, die durch einen relativ hohen k_2 -Anteil das typische Verhalten mit um 10 dB verschobenen 3%- und 10%-Kurven für den Maximalpegel erzeugen. Schwachstellen sind in dieser Messung keine zu erkennen.



Multisinusmessung mit einem EIA426B-Spektrum bei 12 dB Crestfaktor. Bei 10% Gesamtverzerrungen aus THD und IMD wird ein Mittelungspegel von 120 dB und ein Spitzenpegel von 132 dB erzielt. Die Angaben beziehen sich beide auf 1 m Entfernung unter Freifeldbedingungen im Vollraum (Abb. 11)

Eine zweite, für die Praxis aussagekräftigere, Maximalpegelmessung ist die Multitonmessung. Die Basis des Multitonsignals besteht aus 60 Sinussignalen mit Zufallsphase, deren spektrale Gewichtung beliebig eingestellt werden kann. Für die Messungen der MAUI 44 G2 in Abb. 11 wurde eine Gewichtung entsprechend eines mittleren Musiksignals (grüne Kurve) gewählt. Der Crestfaktor des so synthetisierten Messsignals liegt bei einem praxisgerechten Wert von 4 entsprechend 12 dB. 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. In der Grafik sind das die blauen Linien und deren Summenkurve in 1/6 Oktav breiten Frequenzbändern. Auch bei dieser Art der Messung wird der Pegel so lange erhöht, bis der Gesamtverzerrungsanteil (TD = Total Distortions) einen Grenzwert von 10% erreicht. Bei den Gesamtverzerrungen werden alle harmonischen Verzerrungsanteile (THD) und auch die Intermodulationsverzerrungen (IMD) berücksichtigt. Unter diesen Bedingungen erreichte das MAUI 44 G2 für ein typisches Musikspektrum nach EIA-426B bezogen auf 1 m Entfernung im Freifeld unter Vollraumbedingungen einen Spitzenpegel von 132 dB und einen Mittelungspegel von 120 dB. Einen Spitzenwert von 132 dB gibt auch das Datenblatt von LD Systems an.

Hörtest und Bedienung

Für den Hörtest wurde das Signal zum MAUI 44 G2 klassisch via Kabel zugespielt. Dafür stehen zwei symmetrische Eingänge mit Link-Ausgängen zur Verfügung, deren Signal intern auf Mono summiert wird, falls ein MAUI-System →

alleine eingesetzt wird und ein Stereo-Signal verarbeitet werden soll. Werden zwei Systeme in einer Stereo-Konfiguration genutzt, dann bekommen beide Seiten jeweils ihr Signal separat. Der Sub-Out-Anschluss kann zur Ansteuerung eines zweiten Subwoofers genutzt werden, der in normaler Position oder als Cardioid in gedrehter Position betrieben werden kann. Der zweite Subwoofer definiert sich automatisch als solcher, wenn keine Topteilsäule aufgesetzt ist. Die beiden Pegelsteller Main und Sub werden dann deaktiviert und das Signal wird unverändert vom ersten Sub übernommen. Alternativ zur Signalzuspielung via Kabel kann auch eine Bluetooth-Verbindung für die Signalzuspielung genutzt werden. Als Decoder stehen AAC, aptX und SBC zur Verfügung. Wird nur ein MAUI-System in einer Mo-

no-Konfiguration genutzt, dann wird auch das Bluetooth-Signal automatisch von Stereo auf Mono summiert. Für die Stereowiedergabe kann bei Zuspielung über Bluetooth das Signal auch mit einer TWS-Funkverbindung (True Wireless Stereo) zum zweiten MAUI-System weitergereicht werden. Die Reichweite wird unter optimalen Bedingungen mit 40 m angegeben. Die TWS-Verbindung kann aber nur dann genutzt werden, wenn das Signal auch über Bluetooth zugespielt wird. Das wird für den Einsatz bei Konzerten oder ähnlichem vermutlich keine ernsthafte Alternative zur sicheren Kabelverbindung sein. Bei Vortragsveranstaltungen z. B. kann man sich den Einsatz aber durchaus vorstellen, wenn schnell mal von einem Tablet oder Notebook ein Audiosignal abgespielt werden soll.

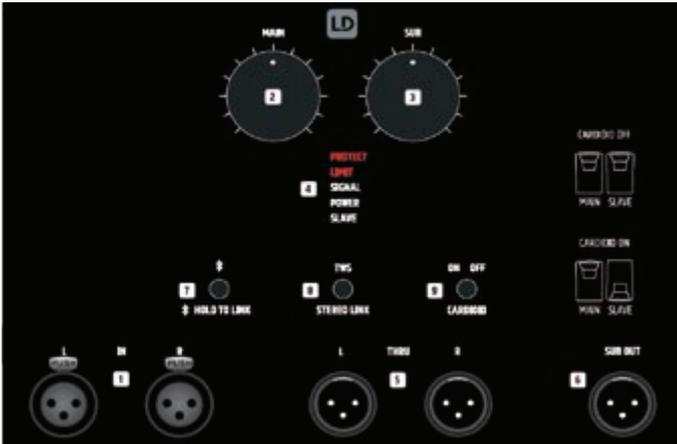
Was ist eine „Säulen-PA“?

Säulenförmige PA-Systeme schießen wie die Pilze aus dem Boden, könnte man sinnbildlich feststellen. In der Tat gibt es kaum noch einen Hersteller, der nicht mindestens eine Säulen-PA im Angebot hat. Die Leistungsfähigkeit und auch die Preisspanne dieser Systeme reicht von ganz einfachen Modellen für wenige hundert Euro bis hin zu edlen Highend-Modellen renommierter Firmen für satte fünfstelligen Eurobeträge. Unabhängig von der Preisklasse hört man im Zusammenhang mit Säulen-PAs häufig die Frage, was denn jetzt eigentlich das Prinzip dieser Säulen ist? Sind das Line-Arrays, Zeilenlautsprecher, DSP-gesteuerte Zeilen oder noch was ganz anderes? Die richtige Antwort wäre: Von allem ein bisschen! In der Regel sind in der Säule eine Reihe kleiner Treiber mit Membrandurchmessern von 2" bis 5" oder auch 6,5" angeordnet. Werden diese alle mit dem gleichen Signal angesteuert, dann handelt es sich um eine klassische Lautsprecherzeile. So eine Zeile hat aber die Eigenschaft, abhängig von der Länge und dem Abstand der Einzelquellen zueinander ein bei hohen Frequenzen zu enges Abstrahlverhalten auszubilden und dabei auch noch Nebenmaxima zu entwickeln. Beides möchte man eigentlich nicht.

Manche Hersteller setzen daher auf sehr kleine, dicht an dicht angeordnete Treiber, die aus der Zeile in einem weiten Frequenzbereich eine echte Linienquelle werden lassen. Bei entsprechender Länge und Ausrichtung lassen sich damit bei vertretbarem Aufwand gute Ergebnisse erzielen.

Ein anderer Ansatz ist die segmentweise Filterung der Quellen in einer Zeile, so dass bei hohen Frequenzen nur wenige oder sogar nur ein Treiber genutzt wird und die anderen erst

für die tieferen Frequenzbereiche schrittweise hinzukommen, womit das Verhältnis „Wellenlänge zur Länge der Quelle“ – und damit auch das Richtverhalten – ansatzweise konstant gehalten werden können. Man kennt diese Technik von DSP-gesteuerten Zeilen oder auch von Zeilen mit entsprechenden passiven Filtern, wie sie vor 25 Jahren zuerst vom niederländischen Hersteller Duran auf den Markt gebracht wurden und bis heute erfolgreich im Einsatz sind. Im Hochtonbereich sind dieser Technik mit Breitbandtreibern jedoch Grenzen gesetzt, da bei hohen Frequenzen das Bündelungsverhalten der einzelnen Treiber beginnt zu überwiegen. Daher ist es naheliegend, zusätzliche Hochtöner einzusetzen. Manche Hersteller beschränken sich dabei auf einen einzelnen normalen Hochtontreiber mit Horn, was jedoch nicht konsequent zum Ansatz der Zeile passt. Alternativen sind eine separate oder vorgesetzte Hochtontzeile, die dann auch wieder eine Lautsprecherzeile darstellt, nur in klein und mit kleinem Quellenabstand. Eine weitere Variante ist die Anordnung von Hochtontreibern mit Waveguides in einer gekrümmten Linie, was dann einem klassischen Line-Array auch wieder in klein und nur für den Hochtonbereich entspricht. So kann man zusammenfassen, dass je nach Bauart einer Säulen-PA verschiedene Konzepte zum Einsatz kommen: Die einfache Lautsprecherzeile, eine gefilterte Zeile mit frequenzabhängiger effektiver Länge und auch ein wenig das Konzept der klassischen Line-Arrays. Die Zielsetzung ist dabei in allen Fällen gleich: Der Schall soll möglichst gut gerichtet dorthin abgestrahlt werden, wo sich die Zuhörer befinden und gleichzeitig den umgebenden Raum so wenig wie möglich anregen.



Anschlüsse und Bedienung auf der Rückseite des Subwoofers, übersichtlich und klar angeordnet; nicht aktive Funktionen werden ausgeblendet (Abb. 12)

Das Bedienfeld der MAUI 44 G2 ist elegant und übersichtlich gestaltet. Auf überflüssige Spielereien, verschiedene Setups oder integrierte Mischpultfunktionen hat man ebenso verzichtet wie auf eine App, mit der man dann irgendwas hätte einstellen können. Der minimalistische Funktionsumfang und die einfache Bedienung sorgen für klare Verhältnisse und vermeiden Fehler oder Fehleinstellungen. So wurde auch mit der kleinen Ausnahme des Pegelstellers für den Subwoofer auf jegliche Möglichkeiten zur Einstellung von Filtern, EQs etc. verzichtet, was sicherlich nicht am integrierten DSP-System scheiterte. Aber wenn ein PA-System wie das MAUI 44 G2 in sich richtig und gut klingend abgestimmt ist, dann braucht man einfach keine EQs: Guter Sound wird am Pult gemacht und der Lautsprecher soll diesen dann auch so wiedergeben. Alles andere folgt eher der Devise „Viele Köche verderben den Brei“.

Diese Qualität bestätigte sich auch beim Hörtest im Messlabor. Das MAUI 44 G2 klingt sehr schön neutral und kann dabei auch noch ordentlich laut werden, ohne die Contenance zu verlieren. Klanglich spielt das MAUI 44 G2 ganz klar in der HiFi-Klasse. Tiefe satte Bässe, schöne Mitten und seidige Höhen, hier stimmt alles und passt zudem auch noch zum unauffällig eleganten Erscheinungsbild.

Fazit

Mit dem MAUI 44 G2 bringt LD Systems das neue Topmodell in der MAUI-Serie heraus. Mit vier bzw. 3½-Wegen, 1.500 W Systemleistung und einem integrierten DSP-System kann das Potential der sehr guten Treiber optimal ausgenutzt werden. Insgesamt sind das ein 15“-Tieftöner, zwölf 3,5“-Mit-

teltöner und vier 0,5“-Hochtöner. Auf der akustischen Seite werden eine ganze Reihe konstruktiver Feinheiten angewandt, wo vor allem das Cardioid-Prinzip bei den Mitteltönern, die geschickte Filterung für ein konstant enges, vertikales Richtverhalten und die Phaseplugs vor den oberen Mitteltönern für den hier notwendigen Zugewinn in der Sensitivity zu nennen wären. Mit einem Spitzenpegel von 132 dB und einem voll umfänglichen Frequenzgang von 35 Hz bis 20 kHz ist das MAUI 44 G2 eine echte Club-PA, die dank ihres optimierten, vertikalen Abstrahlverhaltens auch in sonst eher schwierig zu beschallenden, halligen Räumen wie Kirchen und ähnlichem noch gut klarkommt. Mechanik, Verarbeitung und Handling sind solide und sehr gut durchdacht. Auf unnötige Gimmicks wurde lobenswerter Weise verzichtet. So bleibt festzustellen: Respekt, die Entwickler haben hier ganze Arbeit geleistet und viel Erfahrung an den richtigen Stellen einfließen lassen. Entsprechend spielt das MAUI 44 G2 dann mit einem UVP von 2.855 € incl. MwSt. und einem Straßenpreis von ca. 2.550 € auch in der Oberklasse der Säulen-PA-Systeme, was ohne Frage gerechtfertigt ist. ■

[12249]