

PRODUCTION PARTNER

FACHMAGAZIN FÜR VERANSTALTUNGSTECHNIK

TEST AUS AUSGABE 6 | 2022

3-WEGE-
ZEILENLAUTSPRECHER

Kling & Freitag
PIA M





3-WEGE-ZEILENLAUTSPRECHER

Kling & Freitag PIA M

Nicht nur einfach eine Zeile: Im PIA M lassen sich Mittel- und Tieftonweg sehr analog auf cardioides Abstrahlverhalten schalten. Aber auch die Hochtoneinheit vertraut für vertikale Öffnungswinkel von 5° bis 25° auf eine budgetfreundliche Methode: hier werkelt nochmals pffiffige Mechanik

Text und Messungen: Anselm Goertz
Fotos: Anselm Goertz, Kling & Freitag (1)

Zeilenlautsprecher befinden sich in den verschiedensten Varianten auf dem Markt. Beginnend bei einfachen passiven Zeilen mit Breitbandchassis bis hin zu High-Tech-DSP-Zeilen gibt es eine große Spannweite von Produkten, was sich in der technischen Ausführung wie auch im Preis widerspiegelt.

Wie man aus der Erfahrung weiß, ist nicht unbedingt die Bauform, sondern das Abstrahlverhalten eines Lautsprechers eine der wichtigsten Eigenschaften, die über Erfolg oder Misserfolg einer Beschallungsaufgabe entscheiden. Gemeinsam haben alle Zeilen die Eigenschaft, horizontal breit und vertikal eng abzustrahlen. Darüber hinaus beginnt dann die Differenzierung zwischen den einfachen Modellen mit aufgereihten kleinen Chassis und den DSP-gesteuerten Zeilen, die sich mit viel technischem Aufwand und einer zugehörigen Software an die gegebenen akustischen Verhältnisse anpassen lassen. Entsprechend groß sind auch die preislichen Unterschiede, die von wenigen hundert Euro bis zu deutlich fünfstelligen Beträgen reichen können.

Obwohl die Vorzüge der DSP-gesteuerten Zeilen, oft auch in Mehrwege-technik, auf der Hand liegen, werden die hohen Kosten oft zu einem Problem. Bei Festinstallationen kommen dann noch die manchmal schwierig zu erfüllenden Anforderungen nach einem Strom- und Netzwerkanschluss hinzu. Auch bei Kling & Freitag kennt man diese Problematik. Mit dem VIDA hat man eine große und hoch komplexe DSP-Zeile im Programm. Der Gedanke lag aber nahe, ob sich nicht auch eine passive Lösung finden ließe. Die ist zwar insgesamt weniger flexibel, könnte aber für einen Großteil der Anwendungsfälle passend ausgelegt sein. Sie kommt den Anwendern entgegen, die nicht unbedingt eine DSP-Variante benötigen (oder installieren können).

PIA: Passive Intelligent Array

Die Konsequenz daraus ist die PIA M. Das „I“ im Passive Intelligent Array bezieht sich aber wohl weniger im Sinne von KI (künstlicher Intelligenz) auf den Lautsprecher, als auf die Entwicklung mit NI – „natürlicher Intelligenz“. Dank letzterer haben die Entwickler bei Kling & Freitag alle wichtigen Eigenschaften, die für eine gute Beschallung auch in akustisch

Ausstellungsmuster zur Verdeutlichung des Innenlebens

mit passiver Weiche (oben/unten) und dem mittigen Hebel auf der Rückseite, der die Zellen des Hochtוןmoduls mechanisch im Öffnungswinkel verschiebt



schwierigem Umfeld benötigt werden, in der PIA M vereint. Wie das „M“ hinter der Typenbezeichnung PIA schon andeutet, wird es vermutlich in naher Zukunft auch noch andere Baugrößen mit Size „S“ oder „L“ geben.

Aufgebaut ist die PIA M als 3-Wege-System mit vier Tieftönern, zwei Mitteltönern und vier Hochtönern mit passiver Trennung. Jeder Weg hat zudem eine Besonderheit aufzuweisen: Die Tieftöner können wahlweise als Bassreflex- oder als Cardioid-System betrieben werden, die Mitteltöner sind ebenfalls als Cardioid ausgeführt und die kleine Hochtoneinheit mit vier Treibern und Waveguides kann mechanisch in ihrer Krümmung so eingestellt werden, dass ein asymmetrischer Abstrahlwinkel von 5°, 15° oder 25° möglich wird. Durch die Anordnung der Chassis auf der Front mit außen liegenden Tieftönern und einer mittig anordneten Mittel-/Hochtoneinheit gelingt es, das vertikal enge Abstrahlverhalten über einen weiten Frequenzbereich umzusetzen. Die cardioide Abstrahlung der Tief- und Mitteltöner sorgt zudem dafür, dass bei tiefen Frequenzen auch in der Horizontalen noch eine ausgeprägte Richtwirkung vorhanden ist, was insbesondere in halligen Räumen und beim Einsatz vieler Mikrofone auf der Bühne deutliche Vorteile bringt.

Das alles befindet sich in einer 1,2 m langen, schlanken Zeile mit nur 12 kg Gewicht und mit dem ganz entscheidenden Vorzug der rein passiven Betriebsart. Grundsätzlich könnte die PIA M so mit jedem Verstärker und bei Bedarf auch mit 100-V-Übertrager betrieben werden. Kling & Freitag empfiehlt aber dringend einen der empfohlenen Systemverstärker. Sie sind schon mit passenden Setups für die diversen Konfigurationsmöglichkeiten der PIA M ausgestattet. Die Systemverstärker bei Kling & Freitag stammen vom schwedischen Hersteller Lab.gruppen, von dem die Modelle der Seri-



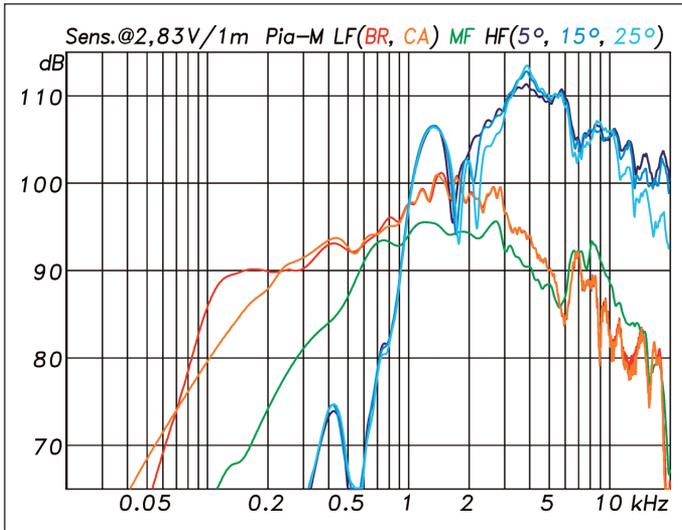
Mitteltöner mit seitlicher Abstrahlung von dessen Rückseite durch eine Schicht Basotect. Damit wird ein cardioides Abstrahlverhalten erreicht (Foto eines Prototypenmusters)

en PLM+, D und IPX als K&F-Version zur Auswahl stehen. Passend zur Belastbarkeit der PIA M und dem gewünschten Pegel dürften die IPX-Modelle die bevorzugte Wahl sein. Das alles gibt es in einer roadtauglichen Ausführung für einen erfreulich günstigen Listenpreis von 2.680 € netto. Da stellt sich die Frage, was die PIA M im Vergleich zu einer DSP-Zeile nicht kann. Für eine faire Gegenüberstellung darf man daher nicht verschweigen, dass die PIA M nicht kaskadiert werden kann, nicht ganz so flexibel und perfekt im Beamforming ist und natürlich auch keine mehrfachen Beams ausbilden kann. Für 90% der üblichen Beschaltungsaufgaben mit Reichweiten bis zu 25 m und einer weitgehend ebenen Publikumsfläche bringt die PIA M jedoch alle gewünschten Eigenschaften mit.

Detaillierte Messungen der drei Wege

Im Messlabor wurde die PIA M zunächst nach Wegen separiert betrachtet. Die passive Weiche wurde dazu abgeklemt, so dass der Messverstärker direkt am Tief-, Mittel- und Hochtoneinheit angeschlossen werden konnte. Die jeweils nicht gemessenen Wege werden bei dieser

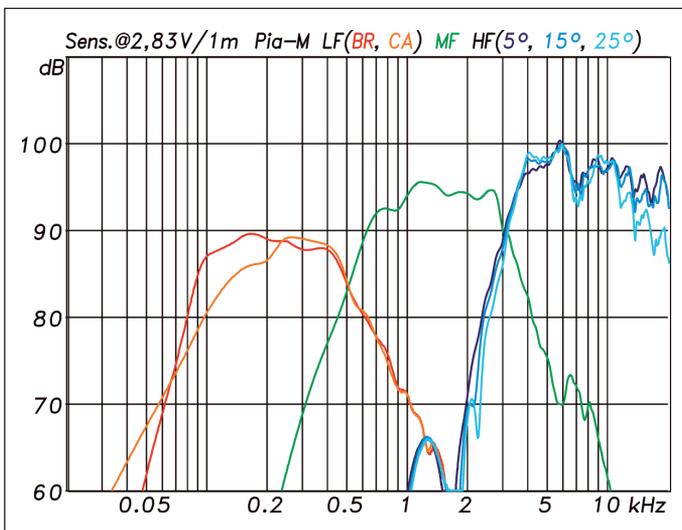
Art der Messung kurzgeschlossen, da sie sonst als Resonanzabsorber wirken würden. Abb. 1 zeigt die so gemessenen Frequenzgänge mit Angabe der Sensitivity bezogen auf 2,83 V / 1 m. Die Tieftöner wurden in beiden Betriebsarten gemessen, wo sich gut erkennen lässt, dass der Cardioid-Modus (orange Kurve) unterhalb von 200 Hz mit einem merklichen Verlust in der Sensitivity einhergeht. Die Mitteltoneinheit, ebenfalls als Cardioid-System, deckt den Frequenzbereich von 500 Hz bis 5 kHz gleichmäßig ab und erreicht dabei im Mittel zwischen 600 Hz und 3 kHz eine Sensitivity von 93 dB. Die Hochtoneinheit bestehend aus vier Hochtönern wurde für die drei Einstellungen für 5°, 15° und



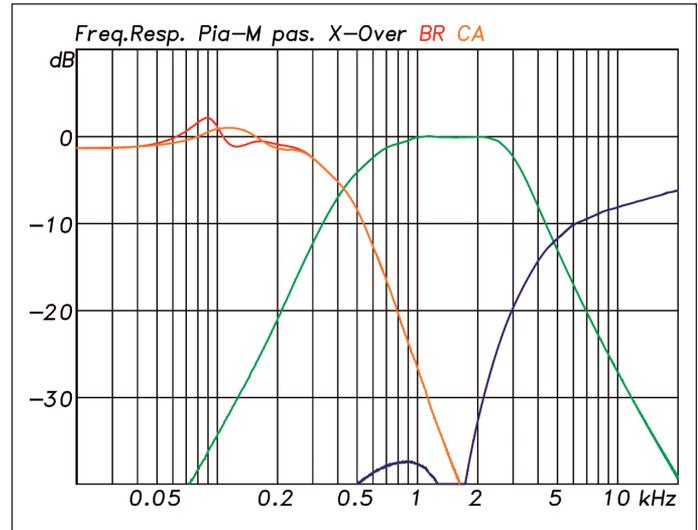
Frequenzgänge und Sensitivity der drei Wege in der PIA M, für den LF-Weg gibt es die Optionen Bassreflex oder Cardioid und für den HF-Zweig die Öffnungswinkel von 5°, 15° oder 25° vertikal (Abb. 1)

25° Öffnungswinkel gemessen. Die abgebildeten Frequenzgänge wurden aufgrund des asymmetrischen Abstrahlverhaltens unter Winkeln von 0°, -6° und -10° gemessen. Im Maximum zwischen 3 und 6 kHz erreicht die Hochtoneinheit eine beachtliche Sensitivity von über 110 dB, die dann zu höheren Frequenzen hin weitgehend gleichmäßig auf 100 dB bei 20 kHz abfällt.

Das passive Filter in der PIA M beschränkt sich primär auf die Funktion der Hoch- und Tiefpassfilter (Abb. 2), ohne ei-



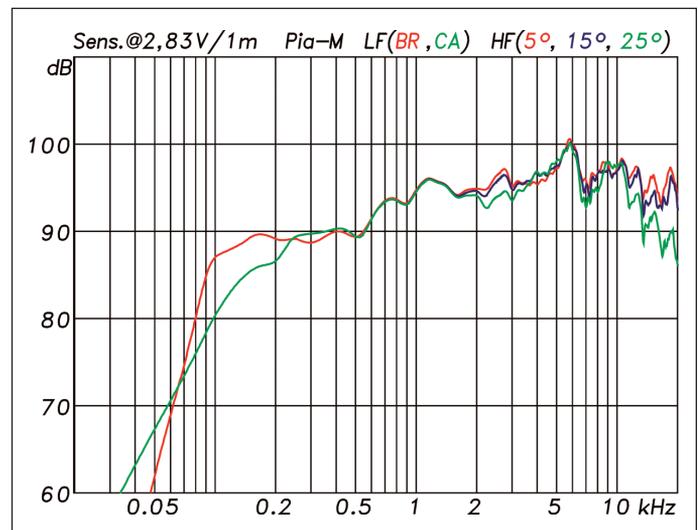
Mit internen passiven Filtern Frequenzgänge und Sensitivity der drei Wege in der PIA M gemessen (Abb. 3)



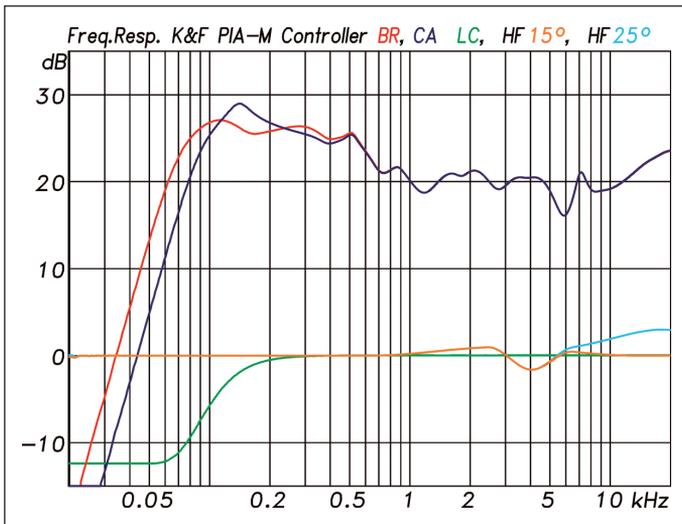
Filterfunktionen der internen passiven Weiche für die drei Wege. Im LF-Weg kommt es durch die Impedanzrückwirkung zu kleinen Unterscheid im Verlauf für die Bassreflex- oder Cardioid-Variante (Abb. 2)

ne weitere Entzerrung der einzelnen Wege vorzunehmen. Diese geschieht für das System im Ganzen im Systemverstärker auf der aktiven Seite.

Die drei Wege zusammen mit den internen passiven Filtern ergeben die Kurvenverläufe aus Abb. 3. Die Übergangsfrequenzen liegen bei 500 Hz und bei 3 kHz. Summiert man die drei Wege, dann entstehen die Gesamtfrequenzgänge aus Abb. 4, wo es die Kurven für den Bassreflex- und Cardioid-Modus sowie für die drei Einstellungen der Hochtonein-

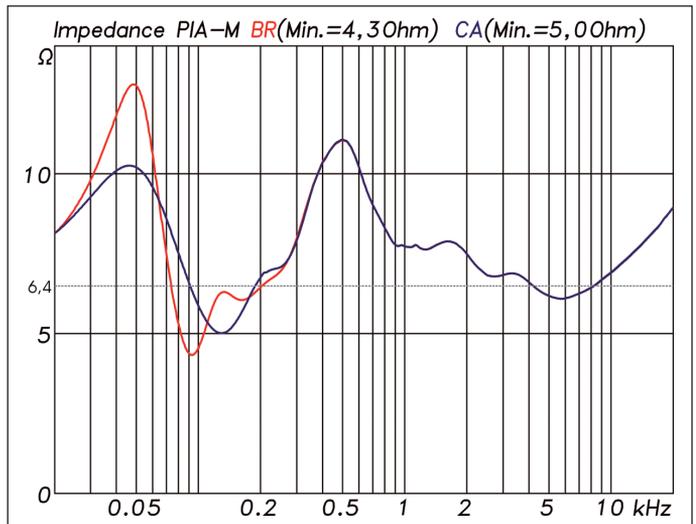


Gesamtfrequenzgänge und Sensitivity der PIA M für die Bassreflex- oder Cardioid-Variante und für Einstellungen der Hochtoneinheit auf 5°, 15° und 25° (Abb. 4)



Filterfunktionen im zugehörigen Verstärker mit Controller (Abb. 5)

heit gibt. Ohne Kenntnis der vorherigen Grafiken wäre es nicht möglich, aus den Gesamtfrequenzgängen die Trennfrequenzen zu erkennen, was ein gutes Indiz dafür ist, dass sich die drei Wege in den Übergangsbereichen in Phase befinden und sich ohne Auslöschungen addieren.



Impedanzverläufe der PIA M im Bassreflex- und Cardioid-Modus, das mit 4,3 bzw. 5 Ω relativ niedrige Impedanzminimum gilt es bei Parallelschaltungen zu beachten (Abb. 6)

Controller und Amping

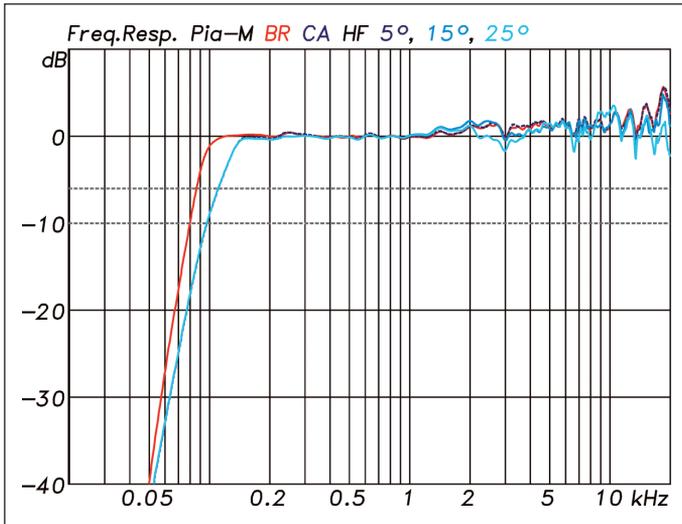
Auf den zugehörigen Systemverstärkern gibt es für die PIA M zwei grundsätzliche Arten von Setups für den Bassreflex- und den Cardioid-Modus. Für beide Setups gibt es dann noch die Option Low-Cut, die im Zusammenspiel mit einem

Subwoofer auszuwählen wäre. Zusätzlich können in allen Varianten noch Overlays zur Anpassung im Hochtonbereich in Abhängigkeit vom Öffnungswinkel eingestellt werden. Abb. 5 zeigt die im Controller realisierten Filter. Das Filter für den Cardioid-Modus (blaue Kurve) kompensiert den Pegelverlust bei tiefen Frequenzen teilweise, muss dafür aber auch etwas früher bei der Hochpassfilterung zum Schutz der Treiber einsetzen. Das Low-Cut-Filter (grüne Kurve) ist ein als Overlay eingesetztes Low-Shelf-Filter mit einem -6 dB Punkt bei 100 Hz und einer maximalen Absenkung der tiefen Frequenzen von 12 dB. Für die Anpassung des Hochtöners in Abhängigkeit von Öffnungswinkel sind lediglich leichte Korrekturen von maximal 2-3 dB im Verlauf erforderlich.

Für die kleineren Systemverstärker der IPX-Serie empfiehlt man bei Kling & Freitag, maximal zwei PIA M an einem Ausgang parallel zu betreiben; für die größeren PLM-Modelle maximal drei. Die nominell als



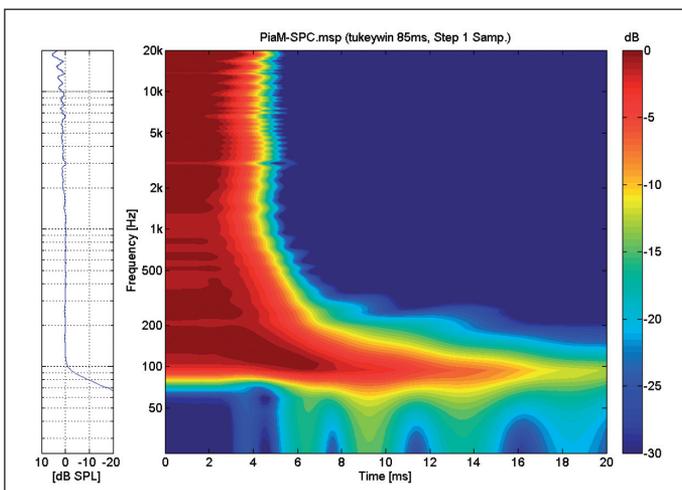
Bassreflexsystem oder Cardioid Drehbare Abdeckplatte auf der Rückseite zu Wahl des Betriebsmodus für die Tieftöner



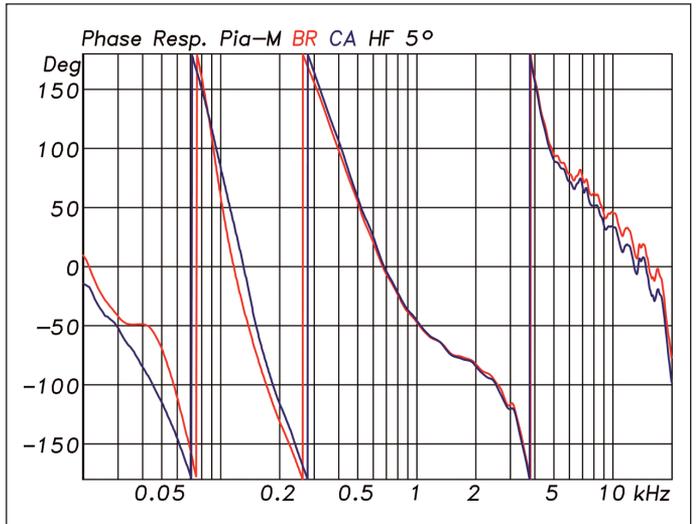
Frequenzgänge mit Controller gemessen im Bassreflex- bzw. Cardioid-Modus und für Einstellungen des Hochtöners auf 5°, 15° und 25° (Abb. 7)

8-Ω-System spezifizierte Box weist in der Impedanzmessung im Bereich um 100 Hz je nach Betriebsmodus ein Minimum von 4,3 Ω bzw. 5 Ω auf, was bei einer Nennimpedanz von 8 Ω streng betrachtet nicht statthaft ist. Es relativiert sich aber auch wieder, da der Frequenzbereich, wo der zulässige Minimalwert von 6,4 Ω unterschritten wird, doch eher schmal ausfällt. Trotzdem sollte man diesen Sachverhalt im Hinterkopf behalten.

Der elektrische Anschluss der PIA M erfolgt entweder über eine der beiden NL4-Speakon-Buchsen oder alternativ über Phoenix-Klemmen.



Spektrogramm der PIA M im Bassreflex-Modus, das Diagramm zeigt ein perfektes Ausschwingverhalten ohne erkennbare Resonanzen (Abb. 9)

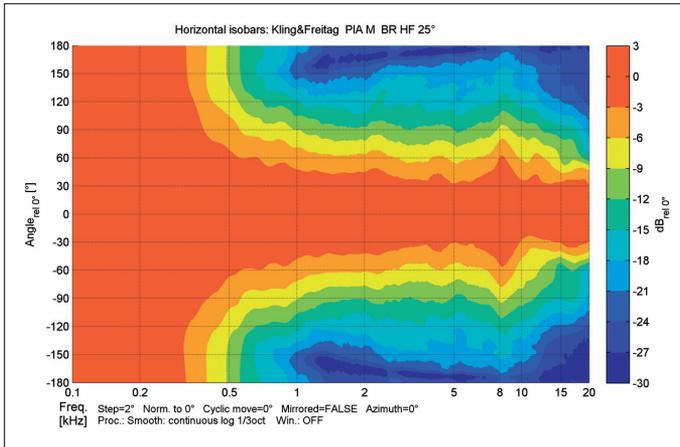


Phasengänge mit Controller gemessen im Bassreflex- bzw. Cardioid-Modus (Abb. 8)

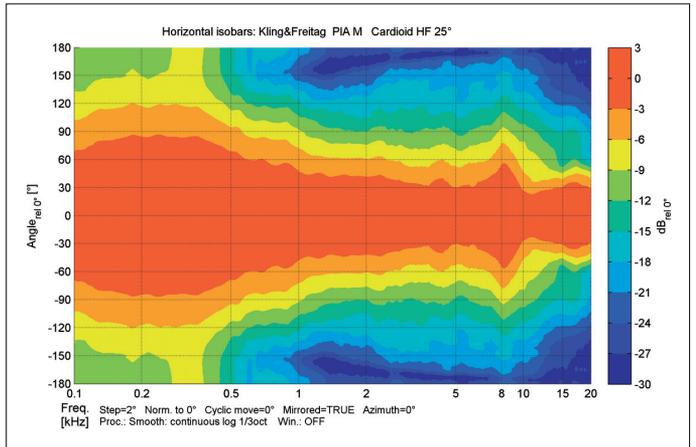
Über alles betrachtet

Waren die bisherigen Diskussionen über die Messwerte der einzelnen Wege und deren Filter noch von eher akademischer Natur, dann geht es jetzt um die Messwerte des PIA-M-Systems im Ganzen, so wie es der Anwender erfährt. Abb. 7 zeigt dazu die Frequenzgänge für die beiden Modi Bassreflex und Cardioid jeweils mit den Einstellungen der Hochtöneinheit auf 5°, 15° oder 25°. Bei einem insgesamt sehr geradlinigen Verlauf liegt die untere Eckfrequenz (-10dB) bei 80 Hz bzw. 97 Hz. Zu den Höhen hin gibt es einen leichten Anstieg der Kurven um 2-3 dB, der im Hinblick auf die zu erwartenden Beschallungsentfernungen und die Luftdämpfung bei hohen Frequenzen gut passt.

Die zugehörigen Phasengänge aus Abb. 8 lassen über den gesamten Frequenzbereich eine Phasendrehung von $3 \times 360^\circ$ erkennen, was dem minimalphasigen Anteil der eingesetzten Filter entsprechen dürfte. FIR-Filter, mit denen man auch den Phasengang der Box im Ganzen entzerren könnte, wurden im ersten Entwicklungsschritt noch nicht verwendet. Da die Systemverstärker in der Lage sind FIR Filter zu rechnen, ist für die Zukunft auch mit einer Umsetzung mit linearphasigen Modulen zu rechnen. Ein Blick auf das Spektrogramm aus Abb. 9 zeigt jedoch, dass die PIA M auch ohne Phasenentzerrung schon ein fast perfektes Ausschwingverhalten erreicht. Über den gesamten Frequenzbereich ist keine auch noch so kleine Resonanz zu erkennen. Das längere Nachschwingen zu tiefen Frequenzen entsteht durch den Anstieg der Gruppenlaufzeit, der unvermeidlich mit den akustischen und elektrischen Hochpassfunktionen einhergeht.



■ **Horizontale Isobaren** der PIA M im Bassreflex-Modus (Abb. 10)



■ **Horizontale Isobaren** der PIA M, nun im Cardioid-Modus – unterhalb von 500 Hz ist die Wirkung des Cardioid-Prinzips im Vergleich zu Abb. 10 sehr gut zu erkennen (Abb. 11)

Horizontale Directivity

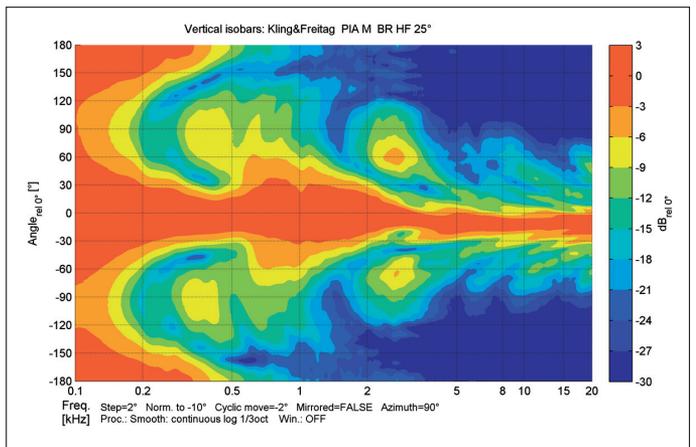
Kommen wir mit dem Thema Directivity zu einer der wichtigsten Disziplinen der PIA M. Das Datenblatt gibt dazu einen nominellen Abstrahlwinkel von $100^\circ \times 5^\circ\text{-}25^\circ$ (asymmetrisch, verstellbar) an, was durch vier Grafiken mit Isobaren noch etwas detaillierter umschrieben wird.

In unserem Messlabor wurden die Isobaren für beide Modi mit allen Öffnungswinkeln der Hochtöner bei 8 m Messentfernung mit 2° Auflösung in hoher Präzision nachgemessen. Abb. 10 und 11 zeigen dazu zunächst die Isobaren für das horizontale Abstrahlverhalten als Bassreflexsystem und im Cardioid-Modus.

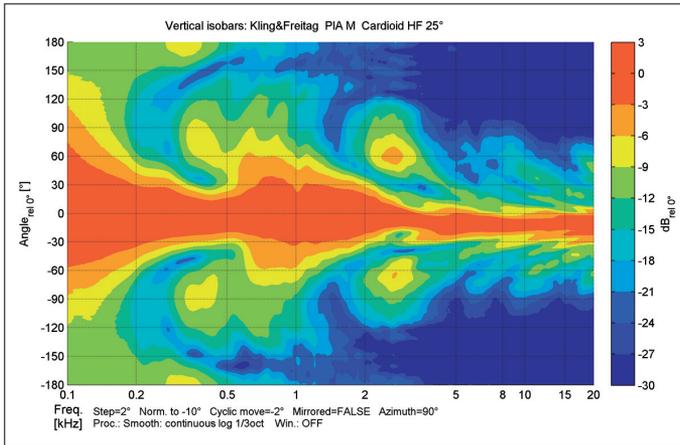
Oberhalb von 500 Hz verlaufen die Isobaren beider Varianten nahezu identisch, da hier die Betriebsart des Tieftöners keine Auswirkung mehr hat. Die Mitteltoneinheit arbeitet als cardioides System und das horizontale Abstrahlverhalten der Hochtöner wird durch deren Waveguides definiert. Betrachtet man die sehr schön gleichmäßig verlaufenden -6 dB Isobarenlinien, dann könnte man den horizontalen Öffnungswinkel je nach Betrachtungsweise mit 120° oder weiter gemittelt auch mit 100° beschreiben. Große Unterschiede zwischen den beiden Modi gibt es unterhalb von 500 Hz, wo sich in der Bassreflex Variante der Öffnungswinkel in der üblichen Weise auf 360° aufweitet. Als Cardioid betrieben fallen die Isobaren hier deutlich anders aus und weiten sich auch bei tiefen Frequenzen nur bis maximal $\pm 120^\circ$ auf. Die rückwärtige Abstrahlung bei 180° ist gegenüber der Vorderseite jetzt um 12 dB abgeschwächt, woraus sich in akustisch schwierigen Räumen und in Punkto Feedback-Neigung große Vorzüge ergeben.

Vertikale Directivity

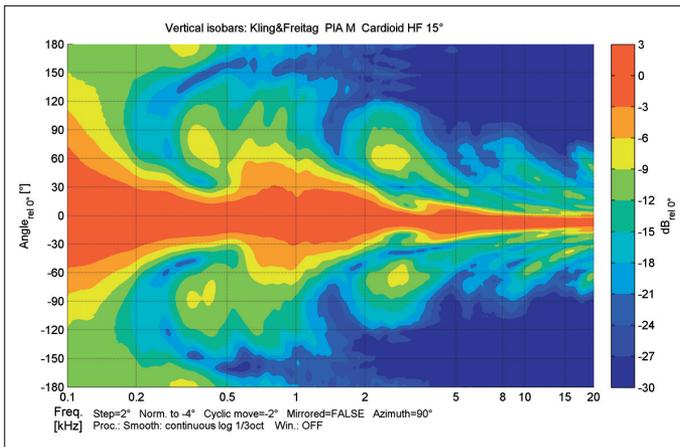
Für die vertikale Ebene stellen sich die beiden Modi ähnlich dar, jedoch nicht in so ausgeprägter Form, da hier schon durch die Länge der Zeile mit 1,20 m eine deutlich stärker ausgeprägte Richtwirkung vorliegt, die sich dem cardioiden Verhalten überlagert. Abb. 12 und 13 zeigen dazu die Messungen für beide Modi in der vertikalen Ebene. Am deutlichsten werden die Unterschiede bei 180° , wo dann auch wieder ca. 12 dB Dämpfung für den Cardioid-Modus zu erkennen sind. Die Mitteltoneinheit öffnet sich in der Vertikalen gegenüber den Tieftönern und der Hochtoneinheit mit 60° bis 100° etwas weiter. Oberhalb von 3 kHz bestimmen dann die Hochtöner den Öffnungswinkel, der sich mit einer kleinen Mechanik von der Rückseite der Box einstellen lässt. Die vorgegebenen Werte sind 5° , 15° und 25° . Die variable



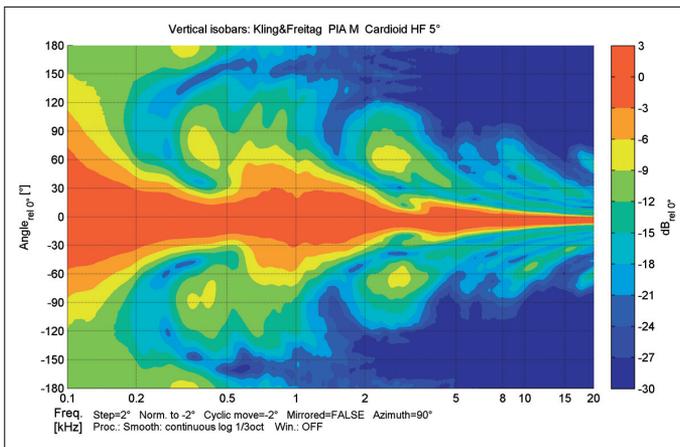
■ **Vertikale Isobaren** der PIA M im Bassreflex-Modus bei 25° Öffnungswinkel für den Hochtöner (Abb. 12)



Vertikale Isobaren der PIA M im Cardioid-Modus bei 25° Öffnungswinkel für den Hochtöner (Abb. 13)



Vertikale Isobaren der PIA M im Cardioid-Modus bei 15° Öffnungswinkel für den Hochtöner (Abb. 14)

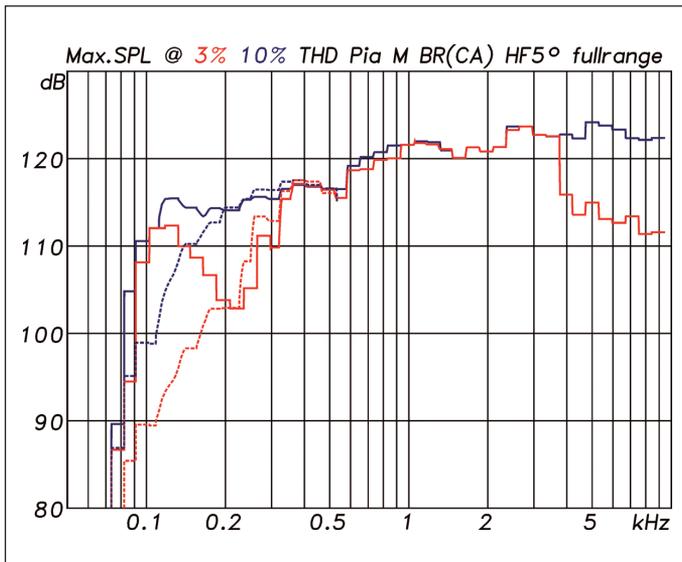


Vertikale Isobaren der PIA M im Cardioid-Modus bei 5° Öffnungswinkel für den Hochtöner (Abb. 15)

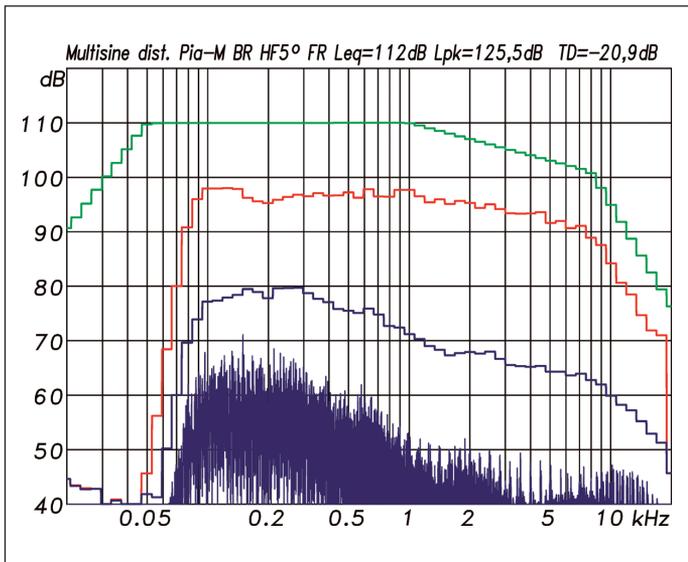
Einstellung wird dadurch ermöglicht, dass die vier Hochtöner mit ihren Waveguides wie ein Mini-Line-Array aufgebaut sind und sich über die kleine Mechanik im Innern der Box im Curving verstellen lassen. Kling & Freitag hat diese gut funktionierende und einfache Methode zum Patent angemeldet. Die Grafiken mit den Isobaren aus Abb. 13 bis 15 zeigen die Messungen für Einstellungen der Hochtoneinheit auf 25°, 15° und 5°, die sich hier gut nachvollziehen lassen.

Maximalpegel

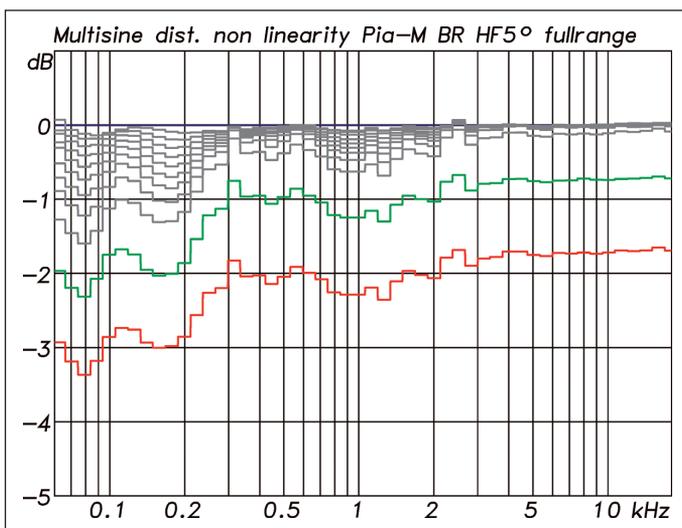
Die ersten Messungen zum Thema Maximalpegel wurden mit der Sinusburst-Methode durchgeführt. Bei dieser Messung werden Sinusbursts mit einer Länge von 171 ms bis 683 ms auf den Lautsprecher geschickt und der gemessene Schalldruck anschließend auf seine Verzerrungsanteile hin bewertet. Aus dem via FFT in den Frequenzbereich übertragenen Messsignal können der Pegel und die harmonischen Verzerrungen (THD) abgeleitet werden. Die Messung überstreicht in 1/6 Oktav-Schritten den gesamten Frequenzbereich des Lautsprechers, der hier auf 70 Hz bis 10 kHz definiert wurde. Oberhalb von 10 kHz erfolgt keine Auswertung mehr, da alle harmonischen Verzerrungsanteile dann schon außerhalb des hörbaren Frequenzbereiches liegen. Eine solche Burstmessung ist eine typische Labormessung, mit der sich frequenzabhängige Schwachstellen gut erkennen lassen. Die Messung verläuft so, dass das Messsystem den Pegel in 1 dB Stufen so lange erhöht, bis ein definierter Verzerrungsgrenzwert erreicht ist, wo dann der Schalldruckpegel als Messwert festgehalten wird. Die Verzerrungsgrenzwerte dieser Messung werden für Beschallungslautsprecher in unseren Tests zu 3% und 10% definiert. Als weitere Abbruchkriterien können die Detektion eines Limiters oder auch ein maximaler Leistungswert festgelegt werden. Abb. 16 zeigt die Sinusburst-Messung für die PIA M als Bassreflexsystem und als Cardioid. Die PIA M erreicht bei dieser Art der Messung in einem weiten Frequenzbereich Werte zwischen 115 und 120 dB mit einem insgesamt ausgeglichenen Verlauf ohne Schwachstellen. Wie erwartet gibt es zu den tiefen Frequenzen deutliche Unterschiede zwischen den beiden Betriebsarten. Unterhalb von 200 Hz spiegelt sich die geringere Sensitivity des Cardioid Systems so auch in der Maximalpegelkurve wider. Oberhalb von 300 Hz fällt auf, dass beide Kurven für maximal 3% und maximal 10% Verzerrungen zusammenfallen, was ein eindeutiges Indiz dafür ist, dass ein Limiter eingreift und nicht die Verzerrungen den Wert bestimmen.



Maximalpegel gemessen mit Sinusburst Signalen für maximal 3% THD (rot) und für maximale 10% THD (blau). Die gestrichelten Kurven gelten für den Cardioid-Modus (Abb. 16)



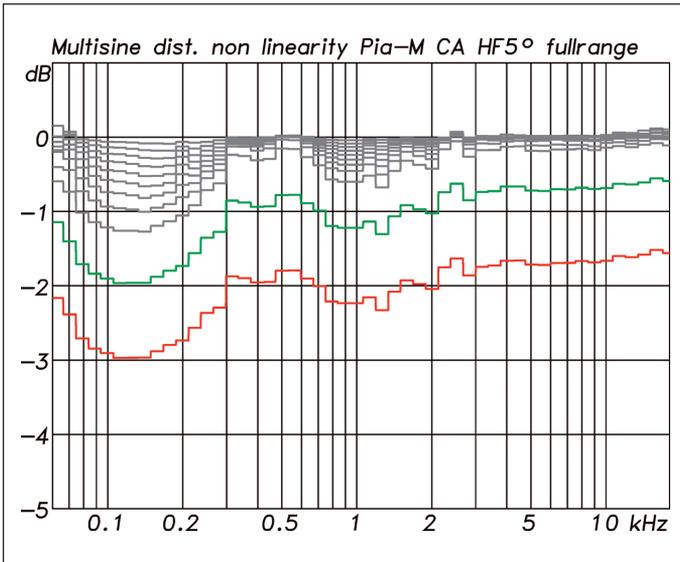
Intermodulationsverzerrungen der PIA M im Bassreflex-Modus mit einem Multitonsignal mit EIA-426B Spektrum und 12 dB Crestfaktor für maximal 2 dB Powercompression oder maximal 10% Gesamtverzerrungen. Auf 1 m im Freifeld bezogen wird dabei ein Pegel von 112 dB als L_{eq} und von 125,5 dB als L_{pk} erreicht. (Abb. 18)



Powercompression der PIA M im Bassreflex-Modus gemessen mit einem Multitonsignal mit EIA-426B Spektrum beginnend bei einem Mittelungspegel L_{eq} von 103,1 dB. Basierend auf dieser Referenzmessung wurde der Eingangspegel in 1-dB-Schritten um insgesamt 11 dB gesteigert. Die grüne Kurve zeigt den Verlauf bei +10 dB und die rote bei +11 dB. Lässt man eine breitbandige Powercompression von maximal 2 dB zu, dann ist die grüne Kurve das Limit. Das zweite Abbruchkriterium von maximal 10% Gesamtverzerrungen wird hier ebenfalls erreicht. Aus der Messung zur grünen Kurve wurde die Grafik aus Abb. 18 abgeleitet. (Abb. 17)

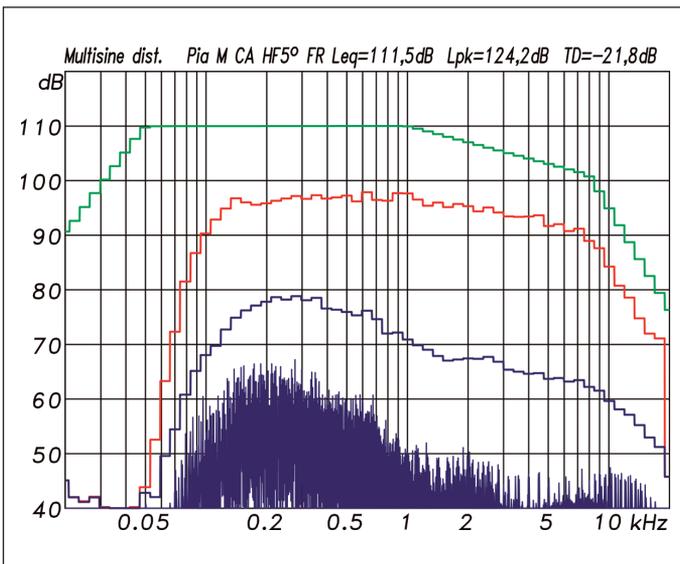
Dort, wo der Hochtöner einsetzt, gehen die beiden Kurven für 3% und 10% THD wieder deutlich auseinander, da typisch für Kompressionstreiber ein hoher k_2 -Anteil bei den harmonischen Verzerrungen die 10 dB Differenz bedingt. Ein Pegelerhöhung um 10 dB lässt die k_2 -Anteile um 20 dB ansteigen.

Als zweite Verzerrungsmessreihe wurde ebenfalls wieder für beide Betriebsarten eine Multitonmessung durchgeführt. Mit einem Multitonsignal, das eine spektrale Verteilung und einen Crestfaktor vergleichbar einem durchschnittlichen Musiksignal hat (grüne Kurve in Abb. 18 und 20), wird der Lautsprecher beginnend im linearen Arbeitsbereich bei knappen 103 dB mit immer höherem Pegel angesteuert, wobei die Verzerrungen und der Pegelverlust (Powercompression) frequenzabhängig ausgewertet werden. Abb. 17 und 19 zeigen den Pegelverlust gegenüber dem rechnerischen Wert, der sich aus dem Startwert plus der Pegelsteigerung ergibt. Als Abbruchkriterium bei dieser Messung gilt entweder eine Powercompression von mehr als 2 dB in mehreren zusammenhängenden Frequenzbändern, mehr als 3 dB in einzelnen Frequenzbändern oder ein Verzerrungsanteil von 10%. Als Verzerrungen werden alle Anteile im gemessenen Signal bewertet, die nicht zum Anregungssignal gehören. Das sind harmonische Verzerrungen (THD) und auch alle Intermodulationsverzerrungen (IMD)



Powercompression der PIA M im Cardioid-Modus gemessen.

Die Messbedingungen entsprechen denen aus Abb. 17.
Aus der Messung zur grünen Kurve wurde die Grafik aus Abb. 20 abgeleitet (Abb. 19)



Intermodulationsverzerrungen der PIA M im Cardioid-Modus mit einem Multitonsignal mit EIA-426B Spektrum und 12 dB Crestfaktor für maximal 2 dB Powercompression oder maximal 10% Gesamtverzerrungen. Auf 1 m im Freifeld bezogen wird dabei ein Pegel von 111,5 dB als L_{eq} und von 124,2 dB als L_{pk} erreicht. (Abb. 20)

die durch das Multitonsignal entstehen. Die PIA M als Bassreflexsystem erreicht mit dieser Messmethode bei -20,9 dB Gesamtverzerrungen bezogen auf 1 m im Vollraum einen Mittelungspegel L_{eq} von 112 dB und einen Spitzenpegel L_{pk}



Hochtoneinheit als Mini Line-Array mit mechanisch einstellbarem Öffnungswinkel von 5°, 15° oder 25° (Foto eines Prototypenmusters)

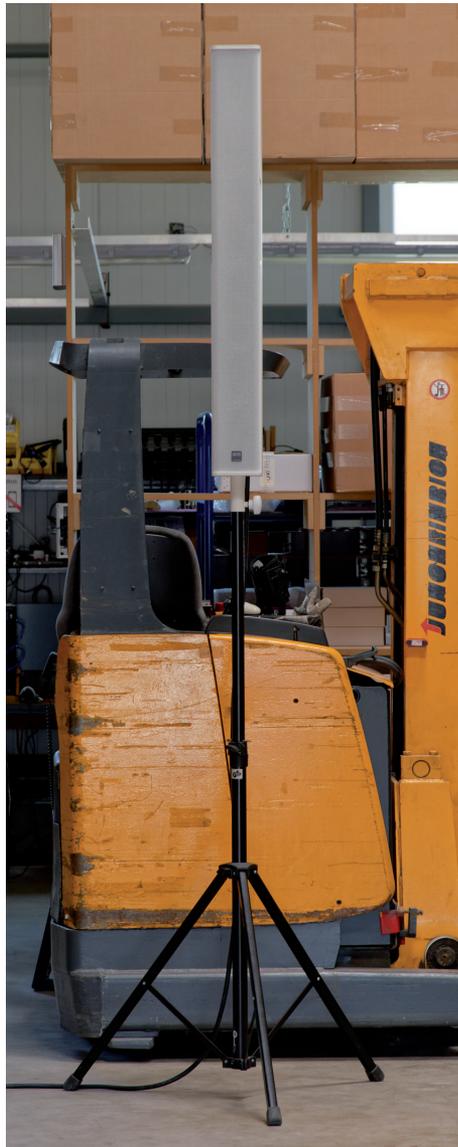
von 125,5 dB. Im Cardioid-Modus sind die Werte minimal geringer, jedoch mit dem etwas reduzierten Übertragungsbereich zu den tiefen Frequenzen.

Abb. 17 und 19 lassen erkennen, dass die finale Pegelbegrenzung breitbandig durch einen Limiter im Verstärker erfolgt. Von der jeweils grünen zur roten Kurve wurde der Eingangspegel um 1 dB erhöht, was über den gesamten Frequenzbereich durchgängig vom Limiter wieder kompensiert werden.

Hörtest

Zum Hörtest wurde die PIA M in der Lagerhalle neben dem Messlabor aufgebaut. Dort kann in einer realistischen Umgebung auf Entfernungen bis 18 m gehört werden und bei geöffnetem Rolltor auch noch deutlich weiter. Die PIA M wurde dazu mit der Unterkante in 2 m Höhe über dem Boden mit der 5°-Einstellung für die Hochtoneinheit auf einem Stativ frei aufgestellt. Mit diesem Aufbau wurde im Bassreflex- und Cardioid-Modus mit den jeweils passenden Setups im mitgelieferten PLM-Systemverstärker gehört.

Was sich in den Messergebnissen schon andeutete, konnte der Hörtest voll und ganz bestätigen: Die PIA M ist klanglich hervorragend, was sowohl für Sprache wie auch für Musik gilt. Es gibt zwar keinen tiefen und lauten Bass, trotzdem vermisst man aber auch nichts, was für eine gute Abstimmung im Ganzen spricht. Pegel und Reichweite sind für eine Box dieser Größe sehr groß, so dass man auch bei 15 m Abstand noch eine direkte Ansprache aus dem Lautsprecher hat. Erst bei 25 m beginnt der Pegel dann merklich abzufallen. In der hier genannten Aufstellung kann man sagen, dass die PIA M einen Bereich von 2 m bis 20 m vom Lautsprecher aus betrachtet voll abdeckt und bis 25 m noch gut nutzbar ist. Die Wiedergabe bleibt dabei tonal über die gesamte Tiefe des Raumes ausgeglichen. Was im ersten Moment nicht direkt auffällt, aber gerade deswegen bemerkenswert ist, das ist die angenehme und präzise Hochtonwiedergabe. Sie wirkt an keiner Stelle unausgeglichen oder aufdringlich. Stellt man die PIA M auf den Cardioid-Modus um, dann tritt man auf Höhe der Box in eine Art Ruhezone ein. Gleichzeitig wird auf der Hörerfläche vor der Box die Wiedergabe noch etwas präziser, da das tieffrequenten Diffusfeld im Raum weniger angeregt wird. Speziell in halligen Räumen oder bei einer kritischen Mikrofonierung auf der Bühne wirkt sich dieses Verhalten sehr günstig aus. Insgesamt wird die Tieftonwiedergabe im Cardioid-Modus etwas schwächer, ist aber dabei für Sprache und wenig



Probegören und Größenvergleich im Lager mit einer PIA M in 2 m Höhe (Unterkante) über dem Boden

basslastige Musik immer noch hinreichend.

Der Hörtest, so kann man es kurz zusammenfassen, übertraf die Erwartungen und wurde von der PIA M mit Bravour bestanden.

Zubehör und Preise

PIA M Low-Z sw oder ws	2.680,00
PIA M 100V sw oder ws	2.895,00
Wandhalter	79,00
Truss Adapter Set (2 × Half Coupler)	65,00
Stativhülse M10	34,00
TV-Rohrkralle	219,00
TV-Zapfen	36,00

(alle Preise netto zzgl. MwSt.)

Fazit

Die Messwerte und der Hörtest ergeben für die PIA M von Kling & Freitag einen übereinstimmenden Eindruck. Wir haben es hier mit einem durch und durch

gelungenen Produkt zu tun, das zudem auch noch gut auf die Bedürfnisse des Marktes für mobile und feste Installationen zugeschnitten ist. Als mittelgroße Zeile mit optional cardioidem Abstrahlverhalten eignet sich die PIA M für akustisch schwierige Aufgaben und ist dank des reichhaltigen Montagezubehörs sehr flexibel einsetzbar. Das passive 3-Wege-Konzept bietet nicht nur klanglich gute Eigenschaften, sondern ermöglicht auch einen kostengünstigen Einsatz mit nur einem Verstärkerkanal. Für die PIA M findet sich in der aktuellen Preisliste von Kling & Freitag ein Betrag von 2.680 € netto. Damit dürfte preislich und auch technisch ein guter Kompromiss zwischen einfachen Zeilen mit Breitbandsystemen und den DSP-gesteuerten Modellen gelungen sein, der vermutlich dem Wunsch vieler potenzieller Anwender entsprechen wird. ■