

# PRODUCTION PARTNER

Fachmagazin für Veranstaltungstechnik

Test  
aus Ausgabe 2/2018

Aktiver Bühnenmonitor  
**Voice-Acoustic CXN-16**



Das Nachrichtenportal rund um die Medienwelt und -Technik

PRODUCTION PARTNER  
Produktions- und Veranstaltungstechnik



## Aktiver Bühnenmonitor Voice-Acoustic CXN-16

**Besondere Merkmale des CXN-16 sind der hohe verzerrungsarme Schalldruck und insbesondere: Ein enges, klar abgegrenztes Abstrahlverhalten über einen weiten Frequenzbereich. Die ungewöhnliche Bestückung 4 × 8" + 1,4" wird immer voll aktiv betrieben und kann neben ihrem primären Einsatzbereich auf der Bühne auch als Multifunktionsbox genutzt werden und es bietet sich der Einsatz als Drum-Fill oder DJ-Monitor an.**

Text und Messungen: Anselm Goertz | Fotos: Dieter Stork, Anselm Goertz (1)

In Zeiten des In-Ear Monitorings, so könnte man meinen, sind klassische Bühnenmonitore nicht mehr so sehr angesagt. Ein Blick auf die Bühnen beweist jedoch das Gegenteil: Die Weges werden – ebenso wie Sidefill-Monitore – weiterhin in großer Anzahl eingesetzt, teilweise auch parallel zu den In-Ears. Zwei Aspekte sind dabei wichtig: Der Monitor sollte ein kontrolliert enges Abstrahlverhalten haben, um möglichst gut den zugehörigen Akteur zu beschallen, ohne dabei jedoch zu viel ins Umfeld abzustrahlen und es sollte keine potenziell kritischen Frequenzen mit erhöhtem Risiko für Feedbacks geben. Letzteres wird vor allem durch einen geraden Frequenzgang ohne herausragende Peaks begünstigt, aber auch durch eine niedrigere Gesamtlautstärke auf der Bühne. Ein Akteur auf der Bühne nimmt sich immer dann selber klar

und deutlich wahr, wenn das Verhältnis des Direktschalls aus seinem Monitor in Relation zum Diffusfeld aller anderen Quellen auf der Bühne hinreichend groß ist. Genauso kennt man es auch aus großen und halligen Räumen, wenn es um eine gute Sprachverständlichkeit geht. Hier ist das Problem im Prinzip ganz ähnlich gelagert. Das Diffusfeld auf der Bühne entsteht dabei zwar weniger durch den Nachhall des Raumes, sondern mehr durch die vielen anderen Quellen, die Lösung im Umgang mit dem Problem ist jedoch in beiden Fällen gleich: Es werden Lautsprecher mit einem engen Abstrahlverhalten benötigt, das sich zudem über einen möglichst weiten Frequenzbereich bis zu den Tiefen hin erstreckt. Präzise Höhen sind nur die halbe Miete, wenn diese von unpräzisen Low-Mids maskiert werden.

Für Henry Dahmen stand damit als Entwickler des aufstrebenden norddeutschen Lautsprecherherstellers Voice-

Acoustic das Entwicklungsziel fest: Der neue Monitor sollte genau diese Anforderung erfüllen, dabei möglichst auch noch aus einer Quelle abstrahlen und selbstverständlich kompakt und handlich sein. Würde sich der neue Lautsprecher dann auch noch als „Multifunktionsbox“ für andere Anwendungen eignen, wäre das umso besser. Die daraus entstandene Entwicklung darf man durchaus als ungewöhnlich, aber auch als konsequent bezeichnen. Vier 8"-Tieftöner im Quadrat arbeiten als aktives 2-Wege-System mit einem großen mittig angeordneten Hochtonhorn zusammen. Man könnte diese Anordnung so auch als eine Art übergroßen Coax betrachten, der dem Wunsch nach Abstrahlung aus einer Quelle nachkommt und durch die große Fläche der Tieftöner auch in beiden Ebenen eine ausgeprägte Richtwirkung aufweist. Für die 8"-Tieftöner wurde Henry Dahmen bei Sica fündig. Das Hochtonhorn wird von einem kräftigen B&C DE980TN angetrieben, der mit einer 3"-Spule und 1,4"-Auslass zusammen mit einem großen Horn auch eine hinreichend tiefe Trennung zulässt. Betrieben wird die CXN-16 grundsätzlich voll aktiv, entweder durch einen der hauseigenen HDSP-Controlleramps oder über die Aktivelektronik eines kooperierenden Subwoofers.

Um aus dem Bodenmonitor eine echte Multifunktionsbox zu machen, bedurfte es dann noch einiger Details, die weniger akustischer als mechanischer Art sind. Die für ihre Bestückung mit 540 × 540 × 360 mm immer noch recht kompakte



**CXN-16** in der Position des Bühnenmonitors, auf der Seitenfläche ist die Stativhülse für Winkel von  $-18^\circ$  bis  $+18^\circ$  zu erkennen

Box wurde dazu mit einer variablen Stativhülse ( $\pm 18^\circ$ ), seitlichen Griffen, M10-Flugpunkten und Aeroquip-Schienen ausgestattet. Die 26,3 kg schwere Box kann damit senkrecht und quer an Traversen gehängt werden. Als optionales Zubehör für die Wandmontage ist ein U-Bügel lieferbar. Selbstverständlich für einen Bodenmonitor gibt es zum Schutz der Lautsprecher ein stabiles Frontgitter aus 2-mm-Stahlblech mit zusätzlichen Stegen und fester Auflage auf dem Horn.

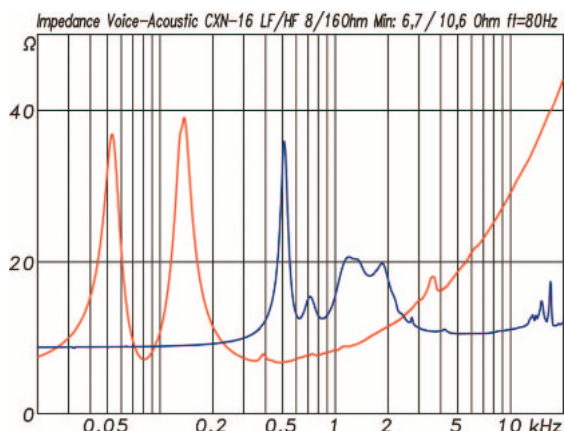
## Stage-Monitor-Basiswerte

In bekannter Weise beginnt der messtechnische Teil des Artikels mit den Impedanzmessungen. Für eine aktive Box gibt es dazu die Kurven für den Tieftöner und den Hochtoner separat in Abb. 1. Die beiden Wege werden mit nominellen 8 und 16  $\Omega$  angegeben.

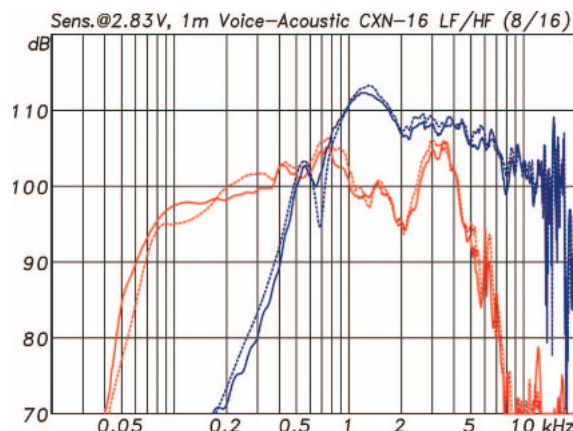
Für die Tieftöner lässt sich aus der Impedanzkurve eine Bassreflexabstimmung auf 80 Hz ablesen. Die hohe Abstimmung liegt nahe, da für den Einsatz als Monitor kein Tiefbass gefordert wird und die Basswiedergabe zusätzlich noch durch die Bodenkopplung unterstützt wird. Henry Dahmen hat die Erfahrung gemacht, dass der „diffuse Wunsch nach Bass“ auf der Bühne eher in die Richtung geht, eine tonale Präzision zu erhalten. Hier sah er deutliche Vorteile durch sein Konzept im Vergleich zu eher „matschigen“ 15ern, mit dem Ergebnis von mehr Kontrolle und Musikalität – die dann als



**CXN-16 ohne Frontgitter** mit den vier 8"-Treibern und dem großen, mittig angeordneten  $60 \times 40$  Hochtonhorn. In der Monitorposition, wie hier auf Bild, sind es  $40 \times 60$ , um einen schmalen Korridor auf der Bühne für den jeweiligen Akteur präzise beschallen zu können



**Impedanzkurven** des LF- und HF-Weges der CXN-16. Der LF-Weg (rot) ist ein nominelles 8-Ohm-System mit einem 6,7-Ω-Minimum und einer Tuningfrequenz von 80 Hz. Der HF-Weg (blau) ist ein nominelles 16-Ohm-System mit einem Minimum von 10,6 Ω (Abb. 1)

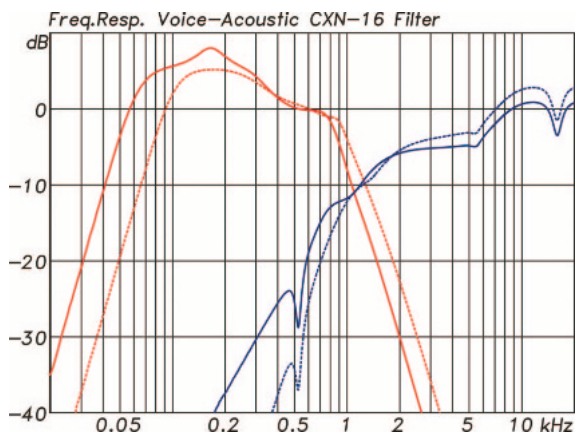


**Frequenzgang und Sensitivity ohne Controller** des LF- (rot) und HF-Weges (blau) der CXN-16 in der Monitorposition auf der Grenzfläche und als Topteil im Vollraum (gestrichelte Linien, Abb. 2)

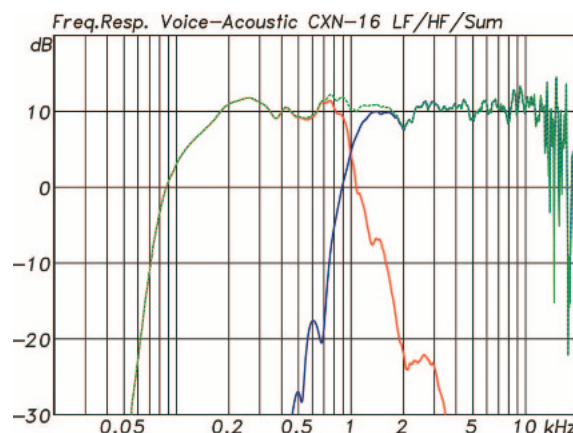
Ergebnis sogar als besonders „basstark“ empfunden werde. In der Verwendung als Topteil ist die CXN-16 keine echte Full-range-Box, sondern mehr ein Vertreter der lauten Fraktion, die sich zusammen mit Subwoofern wohl fühlt. Ebenfalls aus den Impedanzmessungen lässt sich die Grundresonanz des

Hochtöners bei 500 Hz ablesen und ein erstes Einsetzen von Partialschwingungen ab 12,5 kHz aufwärts erahnen.

Die Einzelmessungen der Frequenzgänge von Hoch- und Tieftöner wurden zweifach entsprechend den Anwendungen



**Controller-Funktionen** LF- (rot) und HF-Weg (blau) für die Anwendung als Bodenmonitor und als Topteil (gestrichelt, Abb. 3)



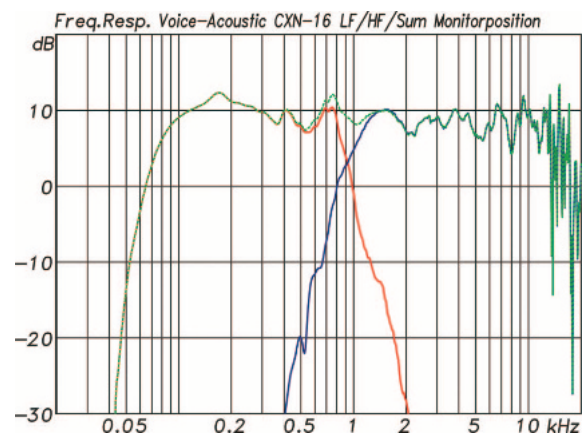
**Frequenzgang** der CXN-16 als Topteil, die untere Eckfrequenz liegt bei ca. 100 Hz – unterhalb kann eine Ergänzung durch einen Subwoofer erfolgen (Abb. 4)

als Topteil im Freifeld und als Monitor auf der Grenzfläche liegend ausgeführt. Der Zugewinn unterhalb von 200 Hz durch die Monitorposition am Boden ist gut zu erkennen. Ein Unterschied fällt noch beim Hochtöner knapp unter 700 Hz auf, wo die Topteilmessung einen 10 dB tiefen scharfen Einbruch zeigt, der bei der Monitormessung deutlich schwächer auftritt. Die Ursache liegt vermutlich in einer Kantenreflexion, die in der Bodenposition nur noch einseitig und geschwächt wirksam wird. Unabhängig davon spielt der 700 Hz Einbruch in der Praxis jedoch keine Rolle mehr, da der Hochtöner schon bei 1 kHz getrennt wird.

## Endstufen und Controller

Im Ganzen betrachtet verhalten sich die Hoch- und Tieftöner der CXN-16 in der Topteil- und Monitorposition recht ähnlich. Größere Unterschiede gibt es nur unterhalb von 200 Hz. Für die Controller-Einstellungen der CXN-16 bedeutet das, mit ähnlichen Grundeinstellungen für beide Einsatzbereiche arbeiten zu können. Die Frequenzgänge der Filter im Controller (Abb. 4) zeigen lediglich im Übergangsbereich bei 1 kHz und zu den Tiefen hin leichte Unterschiede. Als Monitor wird die CXN-16 bis ca. 70 Hz hinab betrieben; als Topteil für eine Trennung zu einem optionalen Subwoofer bei ca. 100 Hz eingestellt.

Für den Betrieb der CXN-16 gibt es zwei Varianten. Es kann einer der hauseigenen Controlleramps vom Typ HDSP (künftig auch mit Dante lieferbar) genutzt werden oder in Kombination mit einem Selfpowered-Subwoofer und der dort integrierten Verstärker mit Controller. Eine empfohlene Kombination für eine kompakte PA oder auch für den Einsatz als Drum- oder DJ-Monitor ist die mit einem Paveosub-118sp. Der Paveosub verfügt in der aktiven Version über ein dreikanaliges Endstufenmodul mit einer großen 1.580 W starken Endstufe für den Subwoofer selber und zwei 450-W-Endstufen für den externen Gebrauch. Der Controller stellt die entsprechenden Setups für die Kombinationen mit Topteilen zur Verfügung. Bei Voice-Acoustic spricht man für diese Kombination vom Half-powered-Modus, da die CXN-16 als Topteil mit dieser Leistung nicht voll ausgelastet werden kann. Alternativ und mit voller Auslastung kann einer der hauseigenen HDSP-Verstärker genutzt werden. Die Geräte werden bei Voice-Acoustic gefertigt und sind mit den bekannten X-Pro-Modulen von Pascal ausgestattet. Entsprechend den Modulvarianten mit einem, zwei oder drei Endstufen gibt es Geräte mit 2, 4 und 6 Kanälen, die mit zwei X-Pro-Modulen bestückt sind. Die HDSP-2 bietet 2 × 1,5 kW an 8 Ω, die HDSP-4 ebenfalls, jedoch mit zusätzlich noch 2 × 450 W auf den weiteren



**Frequenzgang** der CXN-16 als Bodenmonitor gemessen in Ohrhöhe auf Achse vor dem Lautsprecher. Die untere Eckfrequenz liegt jetzt bei ca. 70 Hz. Der optisch nicht ganz perfekt gerade Frequenzgang wurde im Hinblick auf die Anwendung als Monitor gezielt so abgestimmt. (Abb. 5)

Kanälen (eine HDSP-4 könnte vier CXN-16 fahren, aber dann jeweils zwei mit demselben Signal). Die volle Ausbaustufe der X-Pro-Module findet sich dann in der HDSP-6 mit zusätzlichen 4 × 450 W. Alle Endstufenmodelle gibt es in der A-Version nur mit analogen Eingängen oder als D mit zusätzlichen digitalen Eingängen im AES/EBU-Format. Werden noch mehr Kanäle benötigt, dann gibt es auch noch die zwölfkanalige HDSP-12, die im Prinzip aus zwei HDSP-6D zusammengefasst in einem 4-HE-Gehäuse besteht. Für den Betrieb der CXN-16 eignen sich alle HDSP-Modelle. Prädestiniert ist die HDSP-4, mit der sich dann zwei CXN-16 voll ausnutzen lassen. Zusammen mit den HDSP-Endstufen sind natürlich auch Kombinationen mit passiven Subwoofern möglich.

## Zusammenspiel Endstufe/Monitor

Wie sich die CXN-16 zusammen mit der HDSP-Endstufe gibt, zeigen die Grafiken aus Abb. 4 und Abb. 5. Mit der Einstellung als Topteil ergibt sich ein perfekt ausgeglichener Frequenzgang von ca. 200 Hz bis 18 kHz. Die Unruhe oberhalb von 12 kHz ist typisch für große Kompressionstreiber und wird unter anderem durch Partialschwingungen der Membran verursacht. Das Auf und Ab sieht in der Messung etwas „wild“ aus, ist aber im Hörendruck eher unkritisch. Im Topteil-Modus beginnt der Frequenzgang zu den Tiefen hin recht früh abzufallen, so dass bei 100 Hz ein Subwoofer angekop-

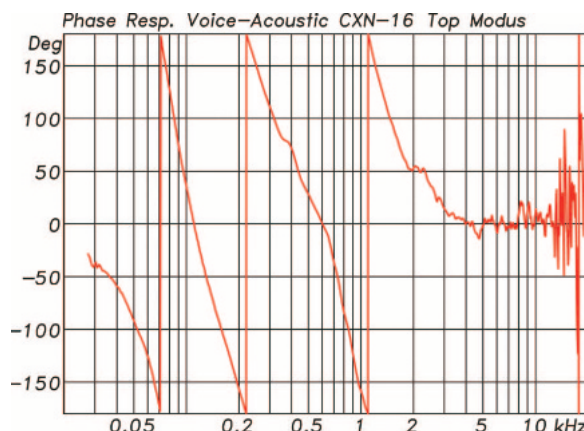
pelt werden kann. Ein explizites Fullrange-Setup für die CXN-16 gibt es nicht.

Wie sich die CXN-16 in der Position eines Bodenmonitors verhält, zeigt Abb. 5. Die Messung erfolgte auf Achse des Hochtöners in ca. 2 m Entfernung auf Ohrhöhe 1,6 m über dem Boden. Der Verlauf ist jetzt durch die Bodenkopplung und durch das andere Filter-Setup weiter nach unten ausgehend. Die untere Eckfrequenz (-6 dB) liegt jetzt bei ca. 70 Hz und damit für einen Monitor optimal. Im weiteren Verlauf des Frequenzgangs gibt es im Detail einige Unterschiede zum Topteil-Modus, so z. B. der etwas ungewöhnliche Zipfel bei 170 Hz, die sich laut Henry Dahmen aus praktischen Erfahrungen und Optimierungen ergeben haben. Auch der leichte Roll-off in den Höhen sieht laut Henry Dahmen „nach wenig aus, macht sich aber deutlich bemerkbar: das nervt sonst nur auf der Bühne!“ Wie er sich auch sonst viele Gedanken um die Abstimmung gemacht hat: „Die Tonalität ist der entscheidende Unterschied, denn hier geht es darum, dem Musiker auch noch in den schwierigsten Umgebungen und Situationen ein sicheres Gefühl für Intonation zu geben. Anders ausgedrückt: Stimmt die Tonhöhe überhaupt, die ich gerade singe/spiele? Das ist kein triviales Problem für einen Sänger oder Blechbläser auf einer sehr lauten Bühne! Je lauter es auf der Bühne ist, umso schwieriger wird es, Intonation korrekt zu beurteilen. Es gibt Effekte des Innenohres, die dazu führen, dass die gehörte Tonhöhe bei höheren Lautstärken höher zu sein scheint als sie tatsächlich ist. Die CXN soll für eine möglichst ruhige Bühne sorgen. Sie braucht weniger Lautstärke als andere Monitor. Sollte es aber trotzdem furchtbaren Soundbrei auf der Bühne geben, so setzt sie sich am besten durch.“

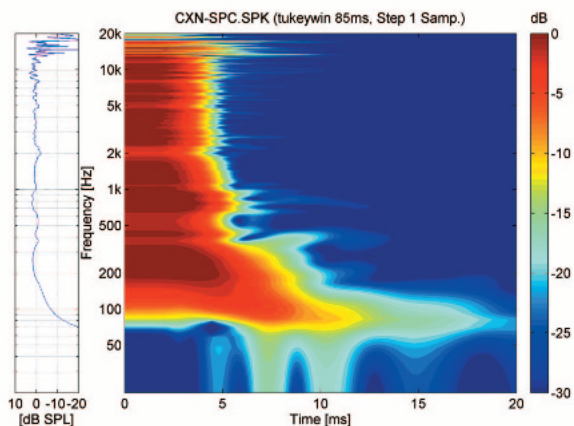
Neben dem Frequenzgang wäre auch noch der Phasengang aus Abb. 6 zu betrachten. Abgebildet ist der Verlauf im Topteil-Modus. Das X-Over-Filter sowie der elektrische und akustische Hochpass bewirken  $3 \times 360^\circ$  Phasendrehung.

Im Spektrogramm aus Abb. 7 stellt sich die CXN-16 weitgehend unauffällig dar. Der Hochtöner arbeitet makellos. Im Arbeitsbereich der Tieftöner sind einige kleine Resonanzen auszumachen, die sich auch im Frequenzgang schon andeuteten. Bedenkt man, dass es sich bei der CXN-16 um einen quasi koaxialen Aufbau handelt, der auch Kompromisse fordert, dann ist das Ergebnis sehr gut.

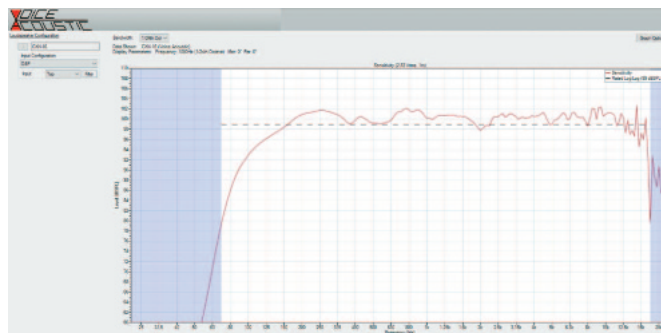
Wie heute üblich, gibt es auch für die CXN-16 Simulationsdaten. Diese liegen in mehreren Formaten vor: Im aktuellen EASE GLL Format, im alten EASE SPK und als CLF-Daten. Sie



**Phasengang** der CXN-16 im Topteil-Modus. Das X-Over-Filter sowie der elektrische und akustische Hochpass bewirken  $3 \times 360^\circ$  Phasendrehung (Abb. 6)



**Spektrogramm** der CXN-16 im Topteil-Modus. Im Arbeitsbereich der Tieftöner gibt es die eine oder andere kleine Resonanz (Abb. 7)



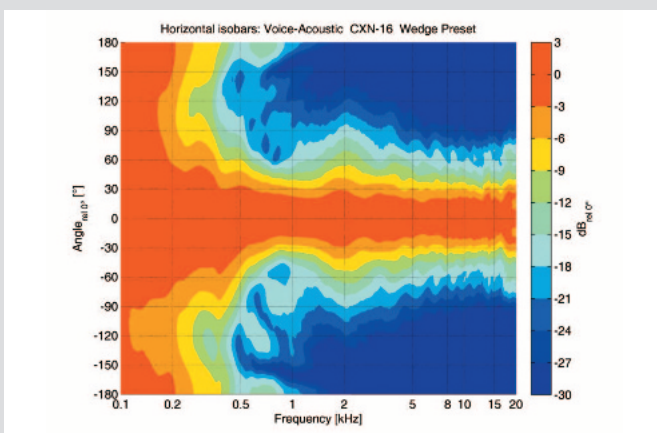
**Frequenzgang** der CXN-16 in der zugehörigen GLL-Datei für den Topteil-Modus (Abb. 8)

## Directivity bei Monitoren

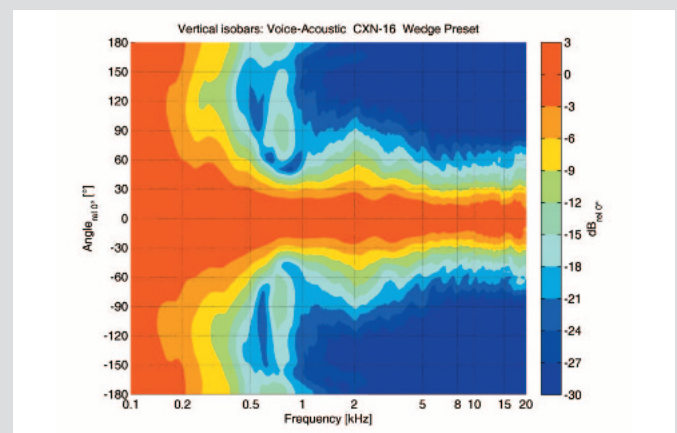
Bei Bühnenmonitoren ist die Anforderung, über einen weiten Frequenzbereich ein gut kontrolliertes enges Abstrahlverhalten aufzuweisen, um die jeweiligen Akteure gezielt versorgen zu können, ohne zu viel Übersprechen in andere Bereiche zu erzeugen. Andererseits soll der Monitor aber auch nicht die Bewegungsfreiheit auf der Bühne einschränken. Typisch sind daher ein relativ enges horizontales Abstrahlverhalten und ein etwas weiteres vertikales. Es gibt so einen gewissen Spielraum in der Entfernung zum Monitor. Gleichzeitig wird aber auch vermieden, den seitlichen Nachbarn zu sehr mit zu beschallen. Voice-Acoustics legte Wert darauf, dass die Bündelung tiefer einsetzt als bei vergleichbaren Monitoren dieser Größe. Vermeiden wollte man zudem (Koax-)Konzepte ohne Horn (oder schlechtem / zu kleinem Horn) sowie Reflektionsprobleme – und mit der Idee „Horn neben Woofer muss man Henry Dahmen erst recht nicht kommen ...

Für die Messung des Abstrahlverhaltens in der einen oder anderen Ebene wird der Lautsprecher im reflexionsarmen Raum an einer Drehvorrichtung montiert und in der betreffenden Ebene von  $-180^\circ$  bis  $+180^\circ$  eine volle Kreisbahn gedreht. Die Messung erfolgt typischerweise in  $5^\circ$ -Schritten, so dass eine Ebene mit 73 Einzelmessungen erfasst wird. Zu früheren Zeiten, als die Polarmessung noch mit Pegelschreibern auf kreisrundem Papier erfolgte, wurden die Ergebnisse als Polardiagramme dargestellt. Die anschaulichen Diagramme stellen so die gemessenen Pegelwerte

in Abhängigkeit vom Winkel dar. Diese Art der Darstellung ist jedoch pro Kurve auf eine Frequenz oder einen Frequenzbereich beschränkt. Bei mehreren Kurven in einem Diagramm wird es zudem schnell unübersichtlich. In Zeiten der PC-Messtechnik hat sich daher das Isobarendiagramm durchgesetzt. Die x-Achse zeigt die Frequenz, die y-Achse den Winkel und der Pegel wird über der aus x- und y-Achse aufgespannten Fläche entweder als Gebirge oder farblich differenziert aufgetragen. Die Darstellung erfolgt dabei meist relativ zur Hauptabstrahlrichtung. Nehmen wir z. B. in Abb. 9 die 1-kHz-Linie und folgen dieser von unten ( $-180^\circ$ ) über die Mitte ( $0^\circ$ ) bis oben ( $+180^\circ$ ), dann zeigt der Farbverlauf den Pegel bei 1 kHz in Abhängigkeit vom Winkel, so wie es auch aus einem Polardiagramm für 1 kHz abzulesen wäre. In der Isobarengrafik sind jetzt alle Polarmessungen für alle Frequenzen in dieser Form nebeneinander von den tiefen (100 Hz) bis zu den höchsten Frequenzen (20 kHz) aufgereiht. Das Isobarendiagramm liefert damit einen kompletten Überblick über alle Winkel der betreffenden Ebene für den gesamten Frequenzbereich. Die eigentlichen Isobaren sind die Grenzlinien des Farbwechsels. Der Übergang von orange nach gelb bedeutet einen Pegelabfall gegenüber der Hauptachse von 6 dB. Genau das ist auch der Wert, der typischerweise als „nominaler Abstrahlwinkel“ angegeben wird. Wie sich in Abb. 9 erkennen lässt, ist der  $-6$  dB-Öffnungswinkel für ganz tiefe Frequenz zunächst sehr groß und schnürt sich dann zügig ein. Ab ca. 750 Hz aufwärts nähern sich die Isobaren einem



**Horizontale Isobaren** bezogen auf die normale Topteil-Aufstellung. Für den Einsatz als Bodenmonitor entspricht das der vertikalen Schnittebene. (Abb. 9)



**Vertikale Isobaren** bezogen auf die normale Topteil-Aufstellung. Für den Einsatz als Bodenmonitor entspricht das der horizontalen Ebene. (Abb. 10)

geradlinigen Verlauf an. Der als nomineller Abstrahlwinkel angegebene Wert ist daher meist ein Mittelwert für einen mittleren bis hohen Frequenzbereich, wo der Abstrahlwinkel weitgehend konstant ist, d. h. wo die Isobaren parallel zu den Winkellinien verlaufen. Für die Isobaren aus Abb. 9 könnte man so einen Wert von  $\pm 30^\circ$  ( $60^\circ$  insgesamt) oberhalb von 750 Hz als Mittelwert der  $-6$  dB-Linie angeben, so wie es auch im Datenblatt der CXN-16 aufgeführt ist. Die

Bezeichnung horizontal und vertikal bezieht sich hier auf eine Positionierung der Box als „normales“ Topteil. Als Bühnenmonitor quer liegend betriebe vertauschen sich die beiden Ebenen. Dann wird aus dem  $60 \times 40$  Topteil ein  $40 \times 60$  Monitor. Die Isobaren der  $40^\circ$  Ebene sind in Abb. 10 dargestellt. Die nominellen  $40^\circ$  können hier nicht ganz eingehalten werden. Bis ca. 4 kHz sind es noch  $60^\circ$  und darüber hinaus werden dann die  $40^\circ$  erreicht.

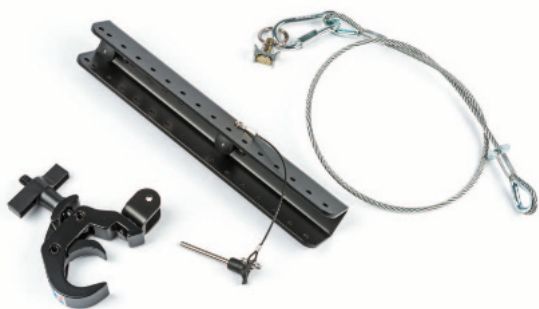
können somit in allen aktuellen Simulationsprogrammen genutzt werden. Die exaktesten Informationen liefert die EASE GLL (Generic Loudspeaker Library). Abb. 8 zeigt dazu den Frequenzgang aus der GLL. Die Auflösung beträgt maximal  $1/24$  Oktave. Auch wenn man keine Simulationen berechnen möchte, kann man sich mithilfe des kostenlosen GLL-Viewers von AFMG Berlin die GLL-Daten mit allen Informationen zur Directivity und vor allem auch zum Maximalpegel anschauen.

## Maximalpegel der CXN 16

Wie die Diskussionen mit Technikern, Planern und Entwickler immer wieder zeigen, ist das Thema „Maximalpegel bei Lautsprechern“ äußerst unklar. Verwirrende Aussagen und unscharfe Angaben in den Datenblättern einiger Hersteller tragen dazu bei. Bevor man in das Thema einsteigt, sind daher zunächst einige Werte zu definieren: 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.

In den PRODUCTION-PARTNER-Testberichten verwenden wir schon seit längerer Zeit zwei Methoden zur messtechnischen Bestimmung des Maximalpegels von Lautsprechern. 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 Frequenzschritt

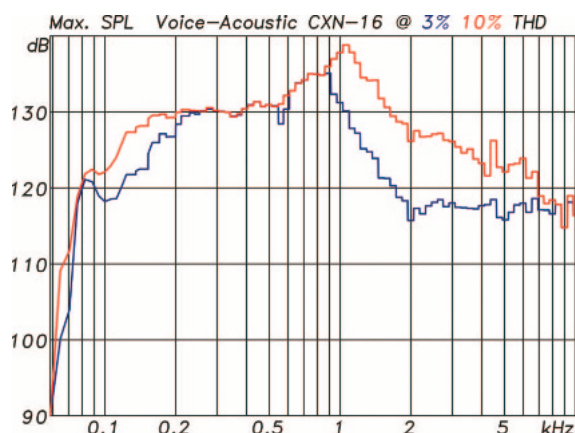


Zubehör für die CXN 16

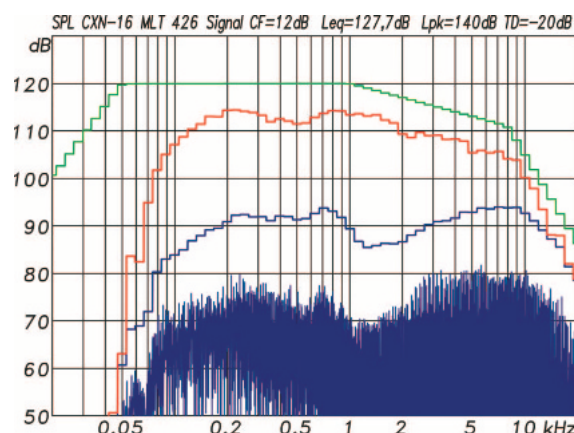


Cover für die CXN-16





**Maximalpegel** für höchstens 3 % (blau) und höchstens 10 % (rot) harmonische Verzerrungen (THD) bezogen auf 1 m Abstand im Freifeld unter Vollraumbedingungen (Abb. 11)



**FFT der Multitonmessung** mit einem EIA-426B Spektrum (grüne Kurve) bei 12 dB Crestfaktor. Es wird ein Gesamtpegel (rote Kurve) von 127,7 dB als  $L_{eq}$  erreicht bei einem Spitzenwert  $L_{pk}$  von 140 dB. Der Verzerrungsanteil (TD in blau) sowohl der harmonischen Verzerrungen wie auch der Intermodulationsverzerrungen liegt bei -20 dB (10 %) bezogen auf den Gesamtpegel (Abb. 12)

ten von 1/12 Oktaven durchgeführt. Abb. 11 zeigt diese Messung für die CXN-16. 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. Die CXN-16 verhält sich hier wie ein kräftiges Topteil mit sehr lauten Tieftönern, das schon bei 160 Hz die 130-dB-Marke erreicht und sich zusammen mit dem Hochtöner dann auf 139 dB bei 1 kHz steigert. Besonders erfreulich dabei ist, dass zwischen 200 und 900 Hz die hohen Werte sogar schon bei maximal 3 % Verzerrungen erreicht werden. Die eigentlichen Werte für die 10 %-Kurve werden hier gar nicht erreicht, da schon vorher ein Limiter eingreift. Oberhalb von 1 kHz separieren sich die Kurven für 3 % und 10 % wieder, was ebenfalls typisch ist, wenn als Hochtöner ein Kompressionstreiber eingesetzt wird. Zu den Tiefen hin werden bei 80 Hz auch noch beachtliche 120 dB erreicht. Darunter fällt die Kurve dann steil ab. Je nach Art der Anforderung für die Basswiedergabe wäre dann als DJ- oder Drum-Monitor noch ein Subwoofer einzuplanen. Wichtig ist es auch festzustellen, dass die Kurven keinerlei lokale Schwachpunkte aufweisen.

Die Frage ist nun: Was lässt sich für die Praxis aus den Kurven in Abb. 11 ableiten? Kann die CXN-16 139 dB, die der höchste Punkt der Kurve der roten 10 % zeigt oder 130 dB, wo ungefähr der Mittelwert der 10 %-Kurve liegt? Die Werte ergeben sich aus Signalspektrum und Signalstatistik. Daher

gibt es noch die zweite Messung mit einem Multitonsignal. Dessen Basis besteht aus 60 Sinussignalen mit Zufallsphase, deren spektrale Gewichtung beliebig eingestellt werden kann. Für die Abb. 12 wurde die Gewichtung eines mittleren Musiksignals (grüne Kurve) gewählt. Der Crestfaktor des so synthetisierten Messsignals, der das Verhältnis vom Spitzenwert zum Effektivwert beschreibt, 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. Wichtig ist es dabei zu beachten, die Frequenzen des Anregungssignals so zu generieren, dass sie nicht mit den harmonischen Verzerrungsanteilen zusammenfallen, da sie sonst nicht mehr ausgewertet werden könnten. 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 die CXN-16 für ein typisches Musikspektrum nach EIA-426B bezogen auf 1 m Entfernung im Freifeld unter Vollraumbedingungen einen Spitzenpegel von 140 dB. Der Mittelungspegel liegt bei knappen 128 dB. (Das Datenblatt gibt Werte von 131 und 137 dB an, die sich dann aber auf ein Signal mit 6 dB Crestfaktor beziehen.) Kurz: Das ist sehr laut!

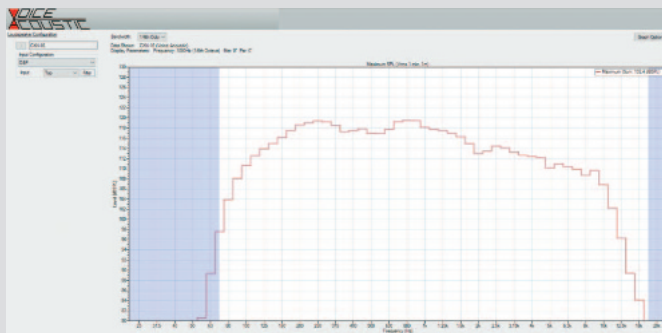
## U Pegeldarstellung in den GLL-Daten

Für Simulationssoftware wie EASE stellt Voice-Acoustic die Lautsprecherdaten im aktuellen GLL-Format für die CXN-16 zur Verfügung. Stellt man dort als Exciter ebenfalls ein EIA-426B-Spektrum ein, dann berechnet die GLL einen Maximalpegel von 132,4 dB bezogen auf 1 m Entfernung. Das ist eine Differenz von 4,7 dB zum Messwert, die sich einfach

```
System : CXN-16
Manufacturer : Voice-Acoustic
Version : 1,00
Information : Calculated SPL (Leq) is based on the following RMS voltage and average power values:
              LF: 89V, 1000W
              HF: 42V, 110W
              Calculating max SPL, consider the signal crest factor!
              12dB CF requires a peak voltage output
              of four times the RMS voltage from the amplifier.
```

erklären lassen. Das Infowindow der GLL lieferte für den Lautsprecher dazu folgende Informationen:

Der für den Test verwendete Verstärker, ein HDSP-6A, bestückt mit zwei Modulen X-Pro3 von Pascal Audio, liefert an 8 Ω eine maximale Ausgangsspannung von 160 V<sub>pk</sub>. Für ein Signal mit 12 dB Crestfaktor entspricht das einem Effektivwert von 40 V<sub>eff</sub>. Das bedeutet in der Praxis: für den Hochtöner werden bei einem 12-dB-Crestfaktor-Signal die für die Berechnung angenommenen 42 V<sub>eff</sub> auch nahezu erreicht, für den Tieftöner die 89 V<sub>eff</sub> jedoch nicht. Die Abstriche die deswegen zu machen wären, würden rein rechnerisch betrachtet fast 7 dB betragen. In der Praxis sind die Auswirkung jedoch nicht ganz so heftig, da der Crestfaktor des Signals für den Tieftöner durch die Filterung reduziert wird und bei maximal 10 % Gesamtverzerrungen auch eine gewisse Kompression zulässig ist.



**Simulierter Maximalpegel** für das EIA-426B-Spektrum in der GLL-Datei. Mit 132,4 dB liegt der rechnerische Wert 4,7 dB über dem Messwert aus Abb. 8 (Abb. 13)

## Fazit

Mit der CXN-16 bringt der norddeutsche Hersteller Voice-Acoustic frischen Wind in das eher wenig beachtete Segment der Bodenmonitore. Dabei sind es gerade die Monitore, die entscheidend für die Qualität einer Show sein können: Wer sich und die anderen Mitmusiker schlecht oder gar nicht hört, wird auch selber nicht zur Hochform auflaufen. Wie gut die CXN-16 ihr Handwerk auf der Bühne beherrscht, war schon mit einem simplen Hörtest im Lager des Messlabors festzustellen. Der Monitor spricht einen sehr direkt und präzise an, was hier keinesfalls mit einem aggressiven Durchsetzungsvermögen zu verwechseln ist – der CXN-16 bleibt dabei auch bei hohen Lautstärken immer angenehm in seiner Art. Wie das erreicht wird, das zeigen auch die Labormessungen: Der Monitor hat über einen ungewöhnlichen weiten Frequenzbereich ein gleichmäßig enges Abstrahlverhalten, womit ein günstiges Verhältnis von Direktschall zu Diffusschall und zu den Umgebungsgerauschen auf der Bühne erzielt wird. Werden mehrere dieser Monitore auf der Bühne eingesetzt, dann reduziert sich durch die präzise Abstrahlung der Gesamtpegel auf der Bühne und das Übersprechen zwischen den Positionen wird verringert. Hinzu kommt der sehr hohe Maximalpegel, den der CXN-16 zu liefern in der Lage ist. Auch wenn dieser absolut gesehen wohl nur selten benötigt werden dürfte, ist das auch ein Indiz für geringe Verzerrungen und damit für eine angenehme Wiedergabe.

Der CXN-16 ist nicht auf den Einsatz als Bodenmonitor beschränkt, sondern kann auch in Kombination mit den entsprechenden Subwoofern als kleine PA oder als Drum-Fill und DJ-Monitor eingesetzt werden. Zum Betrieb bieten sich die HDSP-4 und HDSP-6 Endstufen an. Eine Endstufe kann bis zu vier CXN-16 versorgen und im Falle der HDSP-6 auch noch die zugehörigen Subwoofer mit betreiben. Alles in allem somit ein sehr flexibles und effektives System, bei dem auch die Verarbeitung stimmt und die Qualität der verwendeten Komponenten keine Wünsche offen lässt – und das zu einem in Relation zur hohen Performance sehr fairen Preis.