



Nexo 45N-12

Mit dem 45N-12 will Nexo erstmals die Vorteile eines Line-Array-Konzepts direkt auf der Bühne erlebbar machen. Wir haben nachgemessen, was beim Arraying der Monitore passiert.

Bühnenmonitoren kommt eine ganz besondere Bedeutung zu: Auch die beste Band, der tollste Sänger oder der Wahnsinns-Drummer laufen nur dann zu echter Hochform auf, wenn jeder sich selbst und die anderen Akteure auf der Bühne hören kann. Ein guter Monitorsound wird umso wichtiger, je größer die natürlichen Pegelunterschiede der Instrumente und die Abmessungen der Bühne sind. Innerhalb eines großen Orchesters sind die Verhältnisse meist schon durch die Aufstellung vom Grundsatz her besser gelöst, aber auch hier bedarf es an der einen oder anderen Stelle einer Unterstützung durch Monitore. Auch der Ersatz des unsichtbaren In-Ear-Monitorings hat aus verschiedenen Gründen nicht zu einem Verschwinden der Bühnen-Wedges geführt: Gutes Monitoring über Lautsprecher ist ein weiterhin sehr wichtiges Thema.

Um den Monitorsound auf der Bühne nicht selbst zum Problem werden zu lassen, bedarf es entsprechender Lautsprecher, die möglichst exakt den gewünschten Bereich beschallen, ohne dabei zu sehr in andere Bereiche zu übersprechen. Schall verhält sich leider nicht wie Licht, wo man mit einer stark bündelnden Quelle exakt nur einen eng umrissenen Platz auf der Bühne ausleuchten kann. Vor allem tieffrequenter Schall beugt sich gerne um alle Ecken, lässt sich kaum absorbieren und ist auch nicht zu einer gerichteten Ausbreitung zu bewegen – zumindest dann, wenn der Strahlerfläche Grenzen in ihrer Ausdehnung gesetzt sind.

Was kann man also machen? Schaut man auf die FOH-Beschallung, dann gibt es hier die Line-Arrays, die sich aus gutem Grunde etabliert haben: bei ihnen wird zumindest das bei gegebenen Abmessungen tech-

nisch Machbare in Sachen Abstrahlverhalten herausgeholt. Genau da setzt der neue Monitor 45N-12 von Nexo an, diese Vorteile auf das Bühnen-Monitoring zu übertragen.

Line Monitor

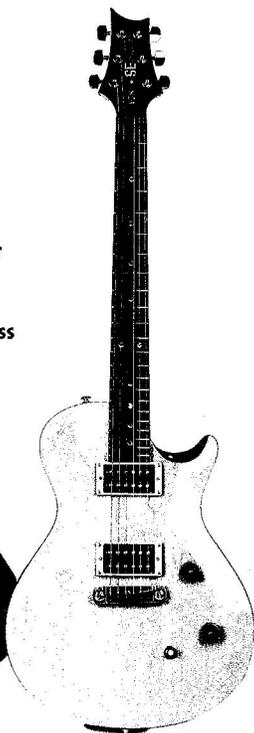
Der von Nexo gewählte Name „Line Monitor“ zeigt schon, wo es lang geht: Das Prinzip der skalierbaren, endlichen Linienquelle wird als Bodenmonitor genutzt. Es handelt sich dabei um eine Art „Horizontal-Array“ mit einer fest vorgegebenen Krümmung. Aus der FOH-Beschallung wäre vielleicht ein Vergleich mit den ARCS-Systemen von L-Acoustics naheliegend, das Prinzip dahinter ist das des Line-Arrays: Man baut ein Lautsprecherelement mit einem für die mittleren und hohen Frequenzen relativ scharf bündelnden Waveguide. Im Falle der 45N-12 ist es nicht völlig gerade, sondern

Seitliches Profil ohne Gitter; über die runden Magnetscheiben „klicken“ die Monitore fest zusammen



gekrümmt und für einen Abstrahlwinkel von $22,5^\circ$ optimiert. Das Waveguide ist hier jedoch quer liegend zur Gehäusefront eingebaut und nicht – wie sonst bei Line-Arrays üblich – senkrecht stehend, da ja letztendlich ein Horizontal-Array daraus geformt werden soll. Aus diesen Elementen lassen sich dann entsprechende Arrays mit Abstrahlwinkeln als Vielfache einer einzelnen Box zusammensetzen. Je größer das Array wird, umso weiter dehnt sich dann auch der Frequenzbereich nach unten hin

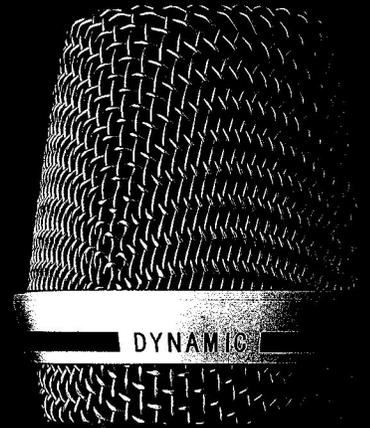
Größenvergleich mit einer PRS SE Singlecut Korina – übrigens in der aktuellen Ausgabe von Gitarre & Bass zu gewinnen



aus, in dem das Richtverhalten wirksam ist. So zeigt unsere Messung einer Anordnung aus drei 45N-12 ein bereits ab 250 Hz aufwärts weitgehend konstantes Richtverhalten mit einem Öffnungswinkel von ca. 90° . Im Unterscheid zu „normalen“ Line-Array-Elementen ist das Waveguide der 45N-12 für einen festen Winkel konzipiert, da es hier keinen Bedarf eines Intensity-Shadings gibt (bei Line-Arrays stellt man über den lokalen Krümmungswinkel der Linienquelle deren Reichweite ein). Das Waveguide kann damit auch kompromisslos für genau diesen Winkel ausgelegt werden. Die Angabe des Öffnungswinkels im Datenblatt mit $22,5^\circ$ bis auf die erste Nachkommastelle bedeutet jedoch nicht, dass der Winkel auch so exakt erreicht wird (Akustik ist bekanntermaßen eine ungenaue Wissenschaft). Der Wert geht aus einer Abschätzung des tatsächlichen auf die horizontale Ebene vor dem Monitor bezogenen Abstrahlwinkels von ca. 30° hervor und aus dem Winkel von 45° , mit dem das Waveguide gegenüber der horizontalen Ebene nach oben strahlt. Daraus lässt sich auf einen realen Abstrahlwinkel des Waveguides von $22,5^\circ$ zurückrechnen. Das heißt: pro Box gibt es eine Abdeckung von ca. 30° in der Bühnenebene. Entsprechend sind auch die Gehäuse geformt, sodass sie bündig zu

D7

Feedback war gestern



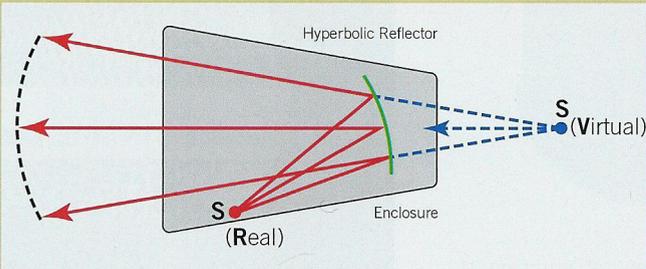
D7



Hyperboloid Reflective Wavesource

Erstmals wurde das Prinzip des akustischen hyperbolischen Reflektors (HRW) 2002 im Nexo Geo S angewandt, es soll an dieser Stelle nur kurz erläutert werden (weitere sehr detaillierte Informationen zu diesem Patent finden sich auf der Nexo-Homepage).

Ein herkömmliches Horn benötigt zur Erzielung des gewünschten Abstrahlverhaltens eine gewisse Größe und Länge. Insbesondere Hörner mit engen Abstrahlwinkeln für einen weiten Frequenz-



Über den akustischen Spiegel wird eine virtuelle Quelle außerhalb der Box erzeugt

bereich fallen schnell sehr groß aus. Bei Nexo wurde daher das im Rahmen der Geo-Entwicklung weltweit patentierte Verfahren angewandt, die Hornfunktion über einen akustischen Reflektor zu realisieren.

Man konstruiert dazu zunächst eine herkömmliche Hornfunktion mit den gewünschten Abstrahleigenschaften. In einem zweiten Schritt wird eine neue Quelle in der Nähe der Hornaustrittsöffnung

festgelegt, die später auch die Position der realen Quelle – also des Hochtontreibers – werden soll. Um die Verbindungslinie zwischen der ursprünglichen Quelle des langen Horns und der neuen Quelle wird dann eine hyperbolische Fläche gezeichnet, die als „akustischer Spiegel“ dient. Dieser Spiegel schneidet die ursprüngliche Hornfunktion, von der nur der nach vorne aus der Spiegelfläche herausragende Teil erhalten bleibt. Abschließend ist die Schnittfläche noch mit der neuen Quelle zu verbinden, an deren Stelle dann der Treiber angebracht wird. Von außen betrachtet sind beide Anordnungen identisch, sodass die gewünschte Funktion sowohl mit dem zuerst konstruierten langen Horn erzielt wird, wie auch mit dem kurzen Ansatz unter Mithilfe des akustischen Spiegels.

Das virtuelle akustische Zentrum des Horns kann somit außerhalb des Gehäuses hinter der Box liegen. Betrachtet man die Box für sich alleine, so ist darin zunächst einmal noch kein Vorteil zu sehen. Werden jedoch mehrere dieser Hörner zu einem Cluster zusammengesetzt, so besteht jetzt die Möglichkeit, deren virtuelle akustische Zentren in einer einzigen Position zusammenzubringen. Für das Cluster bedeutet das eine Abstrahlung aus nur einer akustischen Quelle und damit absolute Kohärenz. Mit herkömmlichen Hörnern ist das nicht möglich, da hier das akustische Zentrum immer innerhalb der realen mechanischen Abmessungen des Lautsprechers liegt und es daher natürlich nicht mit anderen zur Deckung gebracht werden kann.

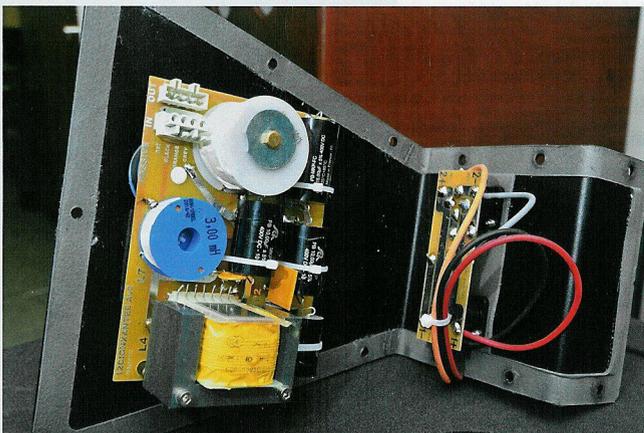
Mit dem hyperbolischen Spiegel lassen sich also sehr viel kompaktere Hörner bauen und es wird möglich, ein virtuelles akustisches Zentrum weit hinter den realen Abmessungen der Box anzuordnen.

Arrays zusammengestellt werden können. Damit das Array auf der Bühne nicht auseinanderrutscht, gibt es in den Gehäusen seitlich eingelassene Magnetverschlüsse, die durch das seitliche „Aneinanderhaften“ zweier Monitore eine absolut solide, feste Anordnung der Lautsprecher im Array ermöglichen.

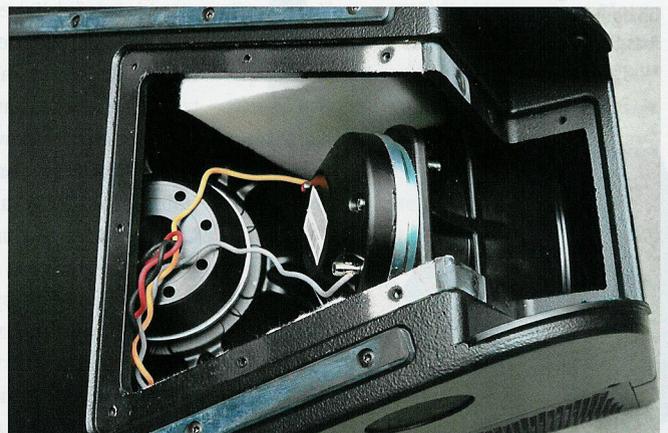
In die flachen Wedges sind unten auf der Front der 12"-Tieftöner mit einem Directivity Phase Device eingebaut und oben quer liegend

der Hochtöner mit einem Waveguide nach dem „Hyperboloid Reflective Wavesource“-Prinzip. Beide Treiber sind mit Neodym-Antrieben ausgerüstet. Trotzdem kommt der Monitor noch auf ein Gewicht von 28 kg, was sicherlich der extrem soliden Bauweise geschuldet ist, die auch einen größeren Umgang noch gut wegstecken vermag. Die Gehäuseabmessungen betragen 392 mm an der höchsten Stelle, 492 mm vorne in der Breite und 576 mm in der

Ausgebautes Anschlussfeld mit passiver Weiche



Blick ins Innere auf die beiden Neodym-Treiber in der 45N-12



AUDIO- UND AKUSTIK ANALYSATOR XL2



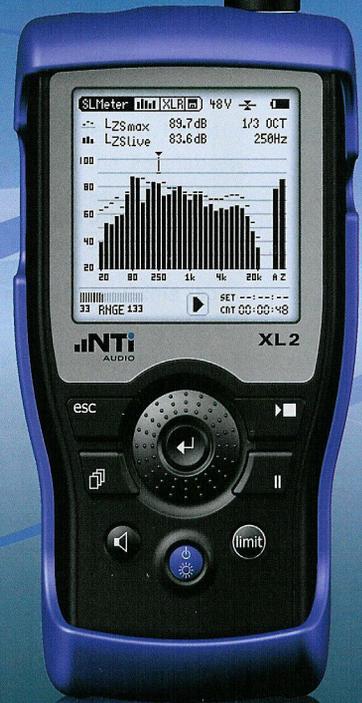
SPL / LEQ

Terzanalyse

Nachhallzeit

Polarität

Delay



Tiefe. Durch ihre insgesamt flache Bauform erscheint die 45N-12 somit eher dezent, was auch dann noch erhalten bleibt, wenn zwei oder drei Monitore zum Array zusammengesetzt werden.

Monitor-Einzelmessungen

Die Nexo 45N-12 sieht eine aktive und eine passive Betriebsart vor. Passiv wird die X-Over-Funktion durch das passive Filter in der Box übernommen und die Systemverzerrung durch den immer zu

verwendenden aktiven Controller, sodass ein Verstärkerkanal ausreicht. Für den aktiven Betrieb wird die passive Weiche durch eine interne Steckverbindung völlig aus dem Signalweg entfernt und beide Wege sind über die Speakon-Buchse frei zugänglich.

Wie sich die 45N-12 pur – ohne Controller – verhält, zeigen die ersten Messungen in Abbildung 1–2. Alle Messungen wurden in Monitorpositionen, d. h. entweder auf dem Boden oder auf dem zugehörigen LS600 Subwoofer in der Drumfill-Konfiguration liegend durchgeführt. Direkt

auf dem Boden stehend (rote Kurven) gewinnt der Tieftöner unterhalb von 200 Hz ca. 3 dB durch die Bodenkopplung (die dem Lautsprecher einen höheren Strahlungswiderstand und dadurch einen Pegelgewinn beschert). Bei 263 Hz tritt dann sehr gemäßigt das bekannte „Monitorloch“ auf, wo sich der Direktschall des Tieftöners mit der geringfügig später eintreffenden Bodenreflexion überlagert, was durch den Phasenversatz dann frequenzabhängig zu einer Auslöschung führt. Je näher der Tieftöner dem Boden ist, umso höher wandert das Monitorloch auf der Frequenzachse und umso schwächer wird es auch: hier beginnt dann auch das Richtverhalten schon eine Rolle zu spielen und der Direktschall gewinnt gegenüber der Bodenreflexion an Einfluss. Bei höheren Frequenzen geht der Einfluss des Bodens dann noch weiter zurück, da hier das Richtverhalten immer stärker wird und der Boden irgendwann – anschaulich gesprochen – aus dem Blickwinkel des Lautsprechers verschwindet. In der Bodenposition erreicht der 12"-Tieftöner eine mehr als beachtliche Sensitivity von 96 dB schon bei 80 Hz.

In der Bodenposition mit 2 m Messentfernung erscheint der Hochtöner gegenüber der 1-m-Messung als Drumfill lauter, da hier der Messfehler durch den Versatz des Hochtöners gegenüber der Bezugsebene auf der Front der Box kleiner ausfällt. Hinzu kommt bei höheren Frequenzen noch der



Abb. 1: Ungefensterte (also inkl. der Bodenreflexionen) Messungen des LF-Weges in der 45N-12: rot = Monitorposition auf dem Boden, grün = in passiver Betriebsart auf dem Boden, blau = als Drumfill auf einer L600. In der Bodenposition gewinnt der Tieftöner unterhalb von 200 Hz durch die Bodenkopplung. Darüber hinaus kommt es zu einigen Einbrüchen durch die Bodenreflexion (siehe Text).

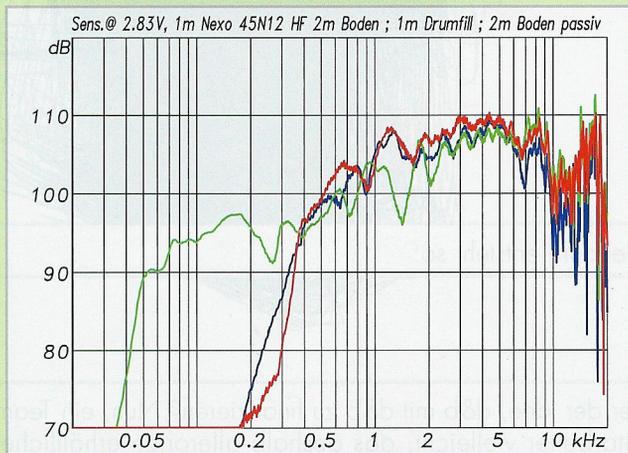
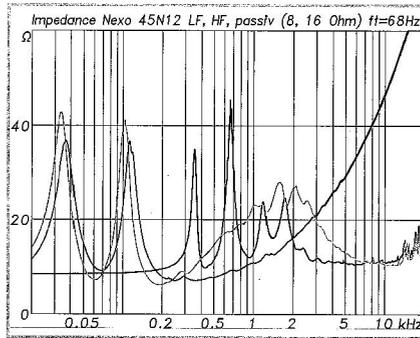


Abb. 2: Ungefensterte Messungen des HF-Weges in der 45N-12. Rot = Monitorposition auf dem Boden, blau = Drumfill auf einer L600, grün = in passiver Betriebsart auf dem Boden. In der Bodenposition mit 2 m Messentfernung erscheint der Hochtöner gegenüber der 1 m Messung als Drumfill lauter, da hier der Messfehler durch den Versatz des Hochtöners gegenüber der Bezugsebene auf der Front der Box kleiner ausfällt (siehe Text).

Adam
Verbindungstechnik · Tontechnik
... vom Bauteil bis zum System

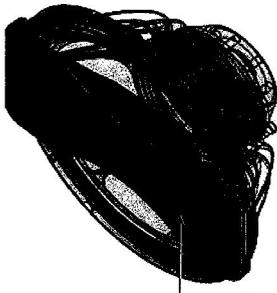
Hermann Adam GmbH & Co.KG
t: 08131-28080
e: info@adam-gmbh.de
www.adam-gmbh.de

Abb. 3: Impedanzkurven, rot = LF, blau = HF, grün = passive Version. Die Tuning-Frequenz des Bassreflexgehäuses liegt ohne Weiche bei ca. 68 Hz, mit Weiche verschieben sich die Parameter ein wenig auf 60 Hz.



Directivity Phase Device

Für den mittel- und tieffrequenten Bereich wird die Linienquelle bei Line-Arrays in der Regel durch herkömmliche Lautsprecher erzeugt, die entsprechend dicht anzuordnen sind. Das Kriterium für eine ordnungsgemäße Funktion ohne störende Nebenmaxima ist der Abstand



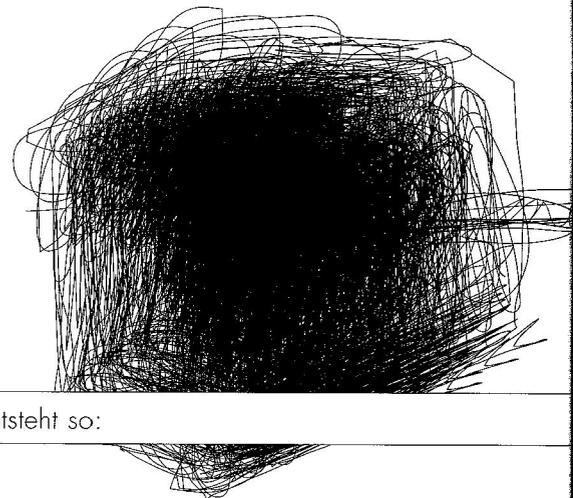
Mittels Phase Device entstehen zwei gleichphasige Quellen

der einzelnen Quellen zueinander, der nicht größer als eine halbe Wellenlänge sein sollte. Dieser Grenzwert kann unter nicht ganz so kritischen Randbedingungen auch noch ein wenig ausgedehnt werden. Die 12"-Treiber der 45N-12 befinden sich im Falle einer Array-Bildung jedoch in einem Abstand von über 400 mm zueinander, was unter strengen Kriterien eine obere Eckfrequenz von unter 500 Hz bedeuten würde. Damit ist man ohne weitere Maßnahmen auf jeden Fall zu weit von der angestrebten Übergangsfrequenz zum Hochtöner von 1 kHz entfernt. Mit Hilfe eines kleinen Tricks, dem so genannten und von Nexo patentierten Phase Device, gelingt es jedoch, die 12"-Membran nach außen hin als zwei gleichphasige Quellen erscheinen zu lassen, sodass man den wirksamen Quellenabstand halbieren kann und damit einer oberen Frequenzgrenze von 1 kHz schon deutlich näher kommt. Damit wird dann auch eine Übergangsfrequenz von 1 kHz ohne Probleme möglich.

Nahfeldeffekt, der den Hochtöner dort, wo er noch im Nahfeld arbeitet, bei größeren Messentfernungen, die dann auf 1 W/1 m

umgerechnet werden, lauter erscheinen lässt.

Alle Kurven in den Abbildungen 1 und 2 sind ungefenstert dargestellt, d. h. die Bodenreflexion geht vollständig mit in die Messung ein. Im Gegensatz zur Messung einer normalen FOH-Box, die unter ständig wechselnden Randbedingungen aufgestellt wird, gibt es für den Monitor zumindest mit der Bodenfläche immer die gleichen Randbedingungen. Der Einfluss des Bodens gehört damit sozusagen zum Lautsprecher und ist auch bei dessen Abstimmung mit berücksichtigt.



Finanzieller Spielraum entsteht so:

Was steckt hinter der Idee, d&b mit d&b zu finanzieren? Nun, ein Team engagierter Mitarbeiter vielleicht, das deshalb allerorten erhältliche Fullrange-Finanzierungslösungen entwickelt hat, weil Beschallungssysteme und ihre Finanzierung aus einer Hand und zudem von einem Partner, der mit Beschallungsaufgaben bestens vertraut ist, ganz einfach Zeit und Mühe und Bares für andere Investitionen spart. Das ist eigentlich schon alles. Eigentlich.

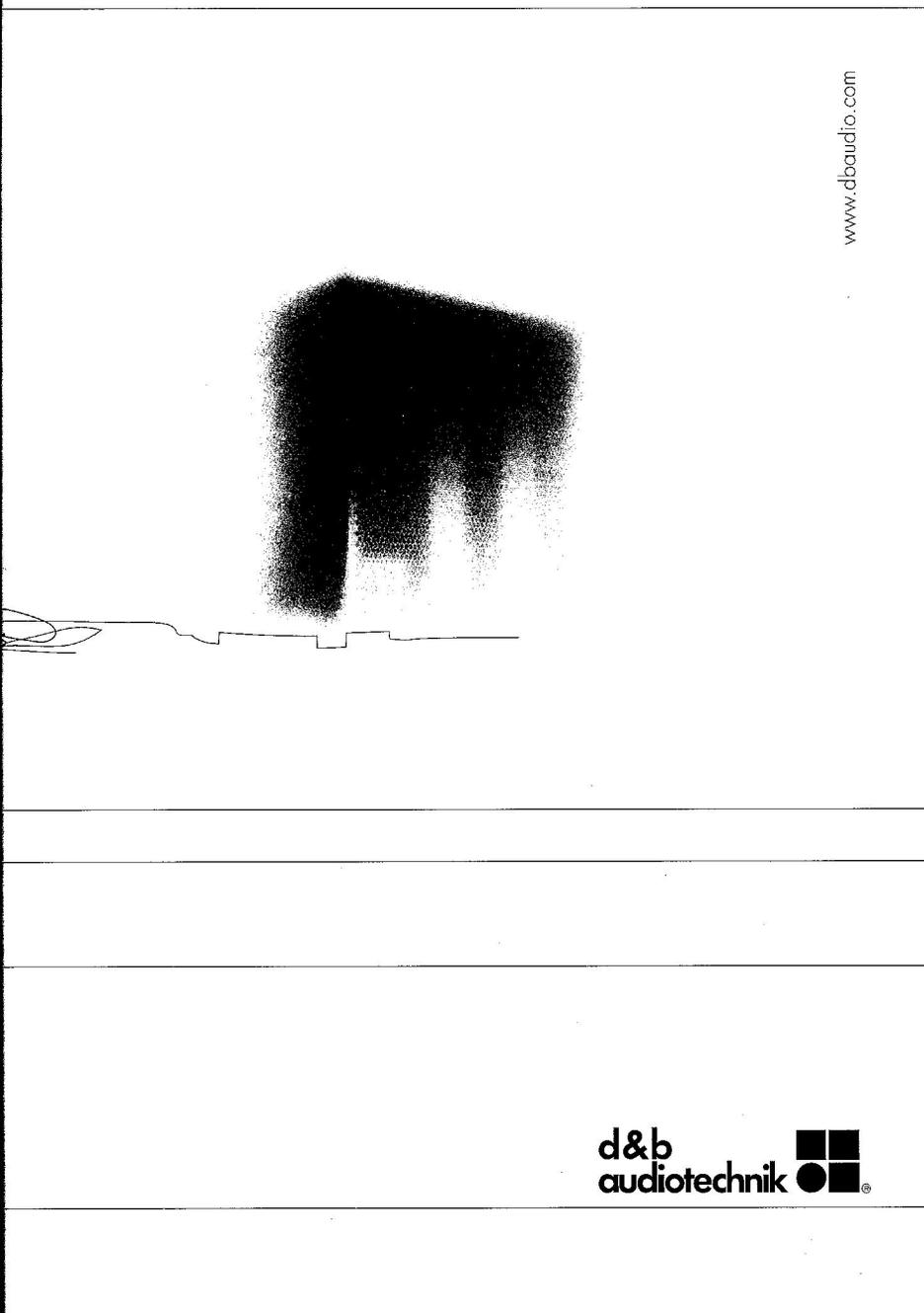
Zum Vergleich ist in beiden Diagrammen auch noch jeweils die Kurve der passiven Variante der 45N-12 für die Bodenposition in grün eingezeichnet. Der dort erkennbare Einbruch bei 1,43 kHz entsteht durch die passiv nicht mögliche Laufzeitanpassung zwischen Hoch- und Tieftöner. Ansonsten entspricht der Verlauf erwartungsgemäß weitgehend der Verlauf erwartungsgemäß weitgehend der Kombination aus den Einzelmessungen der beiden Wege. Die Impedanzmessungen in Abbildung 3 lassen einen 8-Ohm-Tieftöner mit einer Tuningfrequenz des Bassreflexgehäuses von ca. 68 Hz und einen 16-Ohm-Hochtöner erkennen.

Betrieb mit Controller-Amp

Für die beiden Betriebsarten der 45N-12 empfiehlt Nexo die hauseigenen Controller-Amps NXAMP 4x4 und 4x1 oder den Digitalcontroller NX242-ES4 mit Endstufen eigener Wahl. Für den Test wurde ein NXAMP 4x4 mitgeliefert, also das Topmodell wenn es um die Ansteuerung der 45N-12 geht. Mit einer maximalen Ausgangsleistung von $4 \times 4 \text{ kW}$ an 2 Ohm könnte der 4x4 theoretisch bis zu 16 passive 45N-12 versorgen oder eben acht Systeme in der aktiven Variante. Mit beachtlichen maximalen 1.900 W pro Kanal an 8 Ohm konnte mit dem 4x4 Amp auch

sichergestellt werden, die 45N-12 und auch den LS600 für unsere Maximalpegelmessung auf jeden Fall voll auslasten zu können. Für die 45N-12 gibt es im NXAMP je vier Setups (siehe Abbildung 4 und 5, Seite 122): WB für Wide Band und XO für X-Over (Kombination mit einem Subwoofer LS600), beides jeweils für die aktive und passive Version des 45N-12. Im Wide-Band-Modus läuft das Topteil als Fullrangebox und der Subwoofer setzt unterhalb von 100 Hz dazu überlappend ein. Im X-Over-Modus gibt es eine Trennung von Top und Sub bei ca. 80 Hz, sodass unterhalb von 80 Hz dann nur noch der Subwoofer arbeitet. Soll die 45N-12 alleine ohne Subwoofer im Fullrange-Modus betrieben werden, dann kann auch das Wide-Band-Setup genutzt werden.

Neben den verschiedenen Setups für die 45N-12 gibt es noch ein Filter zur Kompensation des Couplings beim Einsatz mehrerer 45N-12 im Array. Die Funktionen des dafür eingesetzten Lowshelv-Filters sind in Abbildung 5 unten in blau dargestellt. Benötigt wird hier eigentlich nur die Pegelabsenkung und nicht die Anhebung, die evtl. als Geschmacksfilter eingesetzt werden könnte, wenn einmal besonders viel Basspegel gewünscht ist. Wie sich die 45N-12 in der Summe mit Controller darstellt zeigen uns die Ab. 6 und 7 für den Amplituden- und Phasenfrequenzgang. In grün ist jeweils die aktive und in rosa die passive Version dargestellt. Zusätzlich gibt es noch in rot (Tieftöner) und in blau (Hochtöner) die Einzelfunktionen in der aktiven Betriebsart, wo sehr schön die extrem steile Trennung zwischen beiden Wegen zu erkennen ist. Dass eine so steile Trennung ohne die sonst übliche Phasendrehung überhaupt möglich ist, ist natürlich auch ein Verdienst der FIR-Filterung. Der Phasengang kann durch die FIR-Filterung ab ca. 300 Hz aufwärts weitgehend linearisiert werden, was sogar für die passive Variante relativ gut gelingt, obwohl hier der Laufzeitversatz zwischen den beiden Wegen und die weniger steile Trennung durch das passive X-Over-Filter dem entgegenstehen. Im Frequenzgang ist vor allem in der aktiven Version die recht kräftige Bassüberhöhung von ca. 6–8 dB eher überraschend. Möchte man den Effekt etwas zurücknehmen, dann kann man auch einfach das X-Over-Setup nutzen.



www.dbaudio.com

d&b
audiotechnik

Lautsprecher-Grundsatzfrage: aktiver oder passiver Modus?

Für eine klassische 2-Wege-PA-Box – zu der im weiteren Sinne auch quasi alle Bodenmonitore gehören – stellt sich sowohl für den Entwickler, wie auch für den Käufer die Frage nach der aktiven oder passiven Betriebsart. Nexo hat diese Frage für die 45N-12 beantwortet, indem man eine passive Weiche integriert, die durch internes Umstecken entweder genutzt oder aus dem Signalweg genommen werden kann. Listen wir einmal die generellen Vor- und Nachteile auf:

Passive Weiche

- + einfacher Betrieb an nur einem Verstärkerkanal
- + je nach Ausführung kein Controller erforderlich
- + günstiger in der Herstellung
- schwere große passive Bauteile erforderlich
- in der Praxis schwierig umzusetzende Filter
- weniger Filtermöglichkeiten
- steilflankige Filter nur begrenzt möglich
- hohe interne Verluste
- weniger Schutzfunktionen möglich

Aktive Weiche

- + detaillierte Filterung möglich
- + bei digitalen Controllern Korrektur mit absolut exakter Betrags- und Phasenzerrung
- + getrennte Limiter für alle Wege
- + Peak-, RMS- sowie Auslenkungslimiter
- + hohe Flankensteilheiten im X-Over
- + einfacher Filterentwurf
- höhere Kosten durch Controller und zweiten Verstärkerkanal sowie Verkabelung
- Betrieb nur mit dediziertem Controller möglich

Zwischen diesen beiden Varianten gibt es noch den Mix der passiven Trennung mit aktiver Entzerrung, er wird als Passiv-Modus bei der 45N-12 angewandt. Nexo arbeitet hier nach der Philosophie, die passive Weiche ausschließlich zur Trennung der beiden Wege zu nutzen und keine passiven Filter für die Systementzerrung oder Pegelanpassung zu verwenden. Ohne Controller gemessen weisen die so aufgebauten Systeme daher meist einen kräftigen Pegelanstieg zu den Höhen hin auf, da der Kompressionstreiber in der Regel deutlich lauter ist als der

Tieftöner. Geht man davon aus, dass die Box immer mit einem Controller betrieben wird, dann ist es wenig sinnvoll, die notwendigen Korrekturen mit teuren, großen und zudem stark verlustbehafteten passiven Bauteilen in der Box vorzunehmen. Ein Controller – egal ob analog oder digital – kann die Sache deutlich eleganter, einfacher und auch besser erledigen. Ganz nebenbei gibt es noch den indirekten positiven Aspekt, dass der Benutzer quasi zum Betrieb mit einem zuge-

werden kann; die passiv getrennte, aber aktiv entzerrte Box, die nur einen Verstärkerkanal aber immer einen aktiven Controller benötigt und drittens das voll aktive System, ebenfalls mit Controller, aber zwei Verstärkerkanälen. Letzteres ist ohne Frage der Königsweg, jedoch auch mit höheren Kosten verbunden. Die reine Passivbox findet sich heute primär in der unteren Preis- und Leistungsklasse. Die gemischte Variante mit passivem X-Over und aktiver Entzerrung ist der

wohl meist verwendete Kompromiss. Sie bietet dank des Controllers eine relativ hohe Betriebssicherheit und ist auch für Hochleistungs-lautsprecher noch gut einzusetzen, da in der passiven Filterung keine Dämpfungen und die damit einhergehenden hohen Verluste vorkommen.

Einige Vorzüge bleiben jedoch der voll aktiven Betriebsart vorbehalten: Exakte Limitierung jedes einzelnen Weges, ein Laufzeitausgleich zwischen den Wegen sowie linearphasige oder besonders steile X-Over, wie sie nur mit digitalen Filtern möglich sind. In der Entwicklungsphase bieten voll aktive Systeme zudem den Vorzug des einfacheren Filterdesigns, wo dann auch bezüglich des Abstrahlverhaltens und der Belastbarkeit weniger Kompromisse gemacht werden müssen.

Fazit: Wenn es um höchste Qualität und höchste Betriebssicherheit geht, ist die voll aktive Variante die einzig richtige Wahl. Rein passive Systeme ohne Controller

wären speziell im sehr harten Einsatz als Bühnenmonitore mit etwas Vorsicht zu genießen und die gemischte Lösung mit passivem X-Over und Controller zur Entzerrung dürfte unter vielen Aspekten der wohl beste Kompromiss sein.

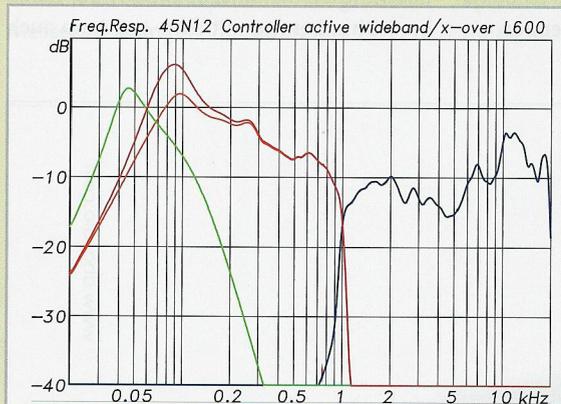


Abb. 4: Controllerfunktion für den aktiven Betrieb der 45N-12. Rot = LF, blau = HF. Grün = Filterfunktion für den optionalen Subwoofer L600, der mit der 45N-12 im X-Over- (orange) oder Wideband-Modus (rot) kombiniert werden kann.

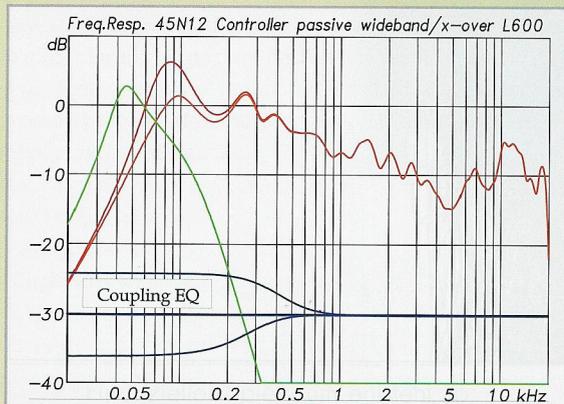


Abb. 5: Controllerfunktionen für den passiven Monitorbetrieb. Orange = X-Over-Modus, rot = Wideband-Modus. In blau der Array- bzw. Coupling-EQ beim Einsatz mehrerer 45N-12 (s. a. Abb. 11)

hörigen Controller gezwungen ist, wodurch die Betriebssicherheit merklich erhöht wird. Es gibt also drei Möglichkeiten. Die echte passive Box mit passivem X-Over und passiver Systementzerrung, die ohne weitere Hilfsmittel direkt mit jedem Amp betrieben



Auf dem Sub platziert ergibt sich eine gute Monitorhöhe für den Drummer, die saubere seitliche Abgrenzung hilft, das Monitorsignal aus den Drum-Mics zu halten.

Generell sind hier die Frequenzgänge ein wenig mit Vorsicht zu genießen, da speziell bei Bodenmonitoren der Verlauf ganz stark von der Messposition abhängt. Sind nun die Filter in der Entwicklung auf eine andere

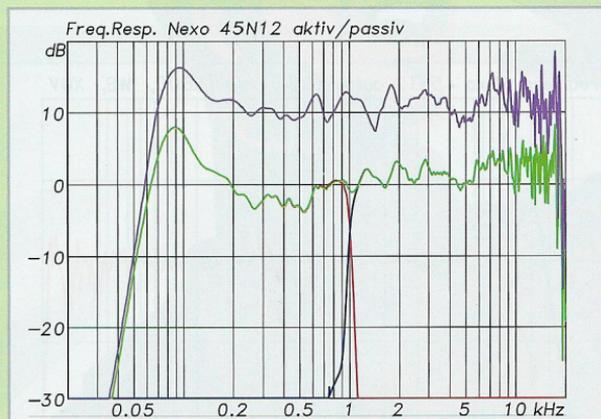


Abb. 6: Frequenzgänge des Monitors 45N-12 in der aktiven (grün) und passiven (rosa) Betriebsart. In der aktiven Version gibt es eine recht kräftige Bassanhebung. Rot/blau = Einzelfrequenzgänge für LF und HF, aktiv

Position optimiert worden als sie bei der Messung genutzt wird, dann können schon alleine dadurch die Abweichungen entstehen. Sehr deutlich wird das in Abbildung 10, wo die 45N-12 als Drumfill auf einer LS600 stehend gemessen wurde und der Frequenzgang wesentlich glatter ausfällt. Die rote Kurve zeigt hier die Messung ohne Subwoofer.

Kombination mit Subwoofer LS600

Der LS600 dient im Nexo-Programm als Subwoofer zu diversen Lautsprechersystemen. Mit seinen kompakten Abmessungen und einer Höhe von 435 mm ist er auch ein passender Unterbau für eine 45N-12, wenn diese als Drumfill eingesetzt werden soll. Generell ist zwar die 45N-12 selber schon recht kräftig im Bass, um die wirklich tiefen Bässe hören und spüren zu können, muss natürlich ein richtiger Subwoofer her.

Die LS600 ist mit einem 15"-Neodym-Langhubchassis bestückt, der über zwei Resonatoren den Schall nach außen abstrahlt. Der Treiber selber befindet sich nicht sichtbar innen liegend in der Box. Ein Blick auf den Impedanzverlauf verrät die beiden Resonanzfrequenzen des Bandpasses bei 37 und 85 Hz. Äußerlich stellt sich die LS600 völlig unspektakulär dar, da außer den beiden Austrittsöffnungen der Resonatoren nichts zu sehen ist, was auch ein wichtiger Aspekt zum Schutz gegen Beschädigungen ist. Als weitere Ausstattung gibt es zwei seitli-

Phasenentzerrung im 45N-12

Für die Entzerrung und die X-Over-Funktion im aktiven Modus des 45N-12 werden neben den üblichen digitalen IIR-Filtern auch FIR-Filter eingesetzt. Die FIR-Filter ermöglichen neben der Frequenzgangkorrektur auch eine Phasenentzerrung. Für welchen Frequenzbereich das möglich ist, hängt von der Filterlänge ab und damit auch von der Filterlatenz. Letzteres ist speziell für Monitore natürlich ein ganz heißes Thema, wo möglichst jede Millisekunde eingespart werden sollte. Bei Nexo hat man sich daher auf relativ kurze Filter beschränkt, mit denen ab ca. 300 Hz aufwärts der Phasengang des Lautsprechers linearisiert wird. Die Gesamtlaufzeit durch den Controller betrug in der Konstellation für den Test dann inkl. der FIR-Filter sowie A/D- und D/A-Umsetzung ca. 6,5 ms. Mit einem Firmware-Update des Controllers auf die V2.55, das bei Erscheinen des Test bereits veröffentlicht ist, wird die Latenzzeit laut Entwickler Francois Deffarges auf ca. 4 ms reduziert – diese akustische Laufzeit entspricht einer Entfernung von nur 1,36 m.

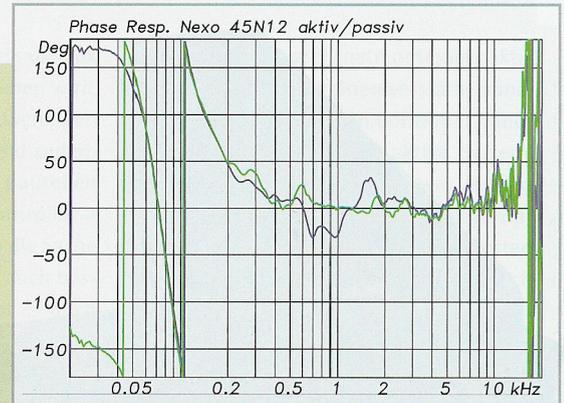


Abb. 7: Phasengänge im aktiven (grün) und passiven (rosa) Modus. In beiden Fällen wird der Phasengang durch die FIR-Filterung im Controller linearisiert, was in der aktiven Version (grün) durch den Laufzeitausgleich zwischen HF- und LF-Weg noch etwas besser gelingt.

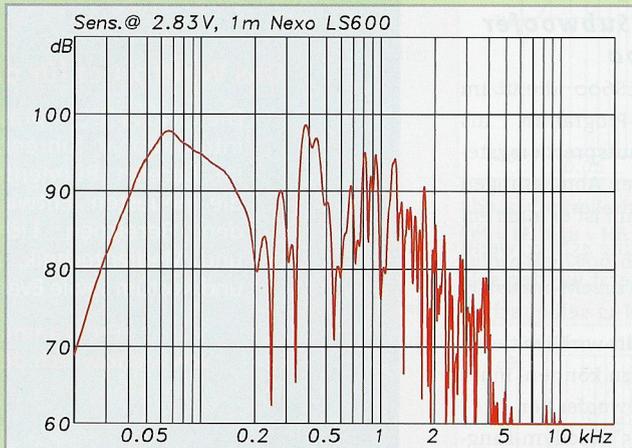


Abb. 8: Frequenzgang mit Angabe der Sensitivity für den Subwoofer LS-600

che Tragegriffe und eine Montageplatte mit einem Einsatz für eine Stativstange auf der Oberseite sowie zwei Speakonbuchsen auf der Rückseite. Mit Abmessungen von 435 × 688 × 528 mm (H × B × T) ist die 30 kg schwere Box alleine noch gut zu handhaben. Der Frequenzgang in Abbildung 8 zeigt eine mittlere Sensitivity für den angegebenen Übertragungsbereich von 38 Hz bis 120 Hz von 95 dB und einen Maximalwert von 97,3 dB. Oberhalb von 300 Hz entwickelt der LS600 einige kräftige Gehäuseresonanzen, die jedoch nicht relevant sind, da die Box in ihren diversen Anwendungen bei Nexo spätestens bei 120 Hz steil getrennt wird. Dämmmaterial im Gehäuse könnte die Resonanzen zwar kräftig reduzieren, würde aber gleichzeitig auch die Wirkung der Bandpassresonatoren verschlechtern, sodass man bei dedizierten Subwoofern gemeinhin auf Dämmmaterial im Gehäuse verzichtet. Wie sich die 45N-12 als Drumfill verhält zeigen die Frequenzgangmessungen in Abbildung 10. Der Verlauf ist nahezu perfekt

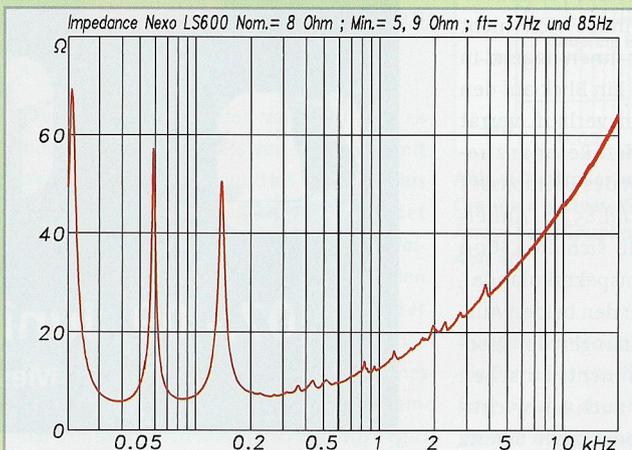


Abb. 9: Impedanzverlauf für den Subwoofer LS-600, der sich mit seinen drei Spitzen als Bandpass zu erkennen gibt. Die Abstimmfrequenzen der beiden Resonatoren liegen bei 37 und 85 Hz.

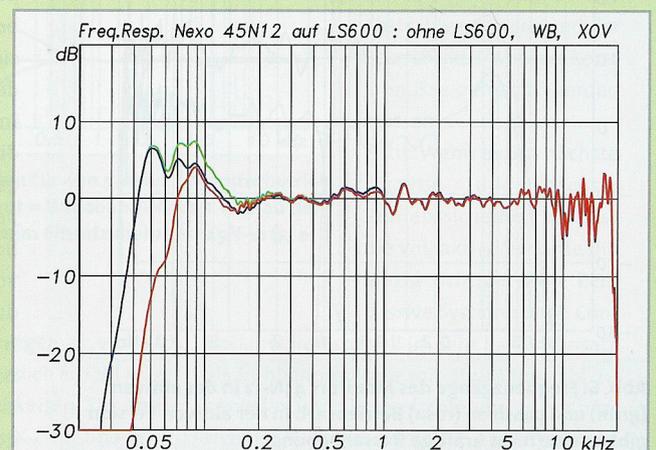


Abb. 10: Frequenzgänge der 45N-12, gemessen in Drumfill-Position auf dem Sub. In rot ohne Subwoofer, in blau mit Sub im X-Over-Modus und grün im Wideband-Modus

Zwei 45N-12 im Array. Der 12"-Treiber wird mit Hilfe des Phaseplugs in zwei Quellen aufgeteilt, darüber das gekrümmte Line-Array-Waveguide



gerade und steigt je nach Setup (X-Over oder Wide-Band) unterhalb von 150 Hz um ca. 6 dB an. In der Maximalpegelkurve in Abbildung 17 gewinnt die Kombination mit Subwoofer vor allem unterhalb von 80 Hz mächtig dazu, sodass bei 60 Hz mit LS600 stattliche 10 dB mehr erreicht werden. Im Vergleich zum Max.-SPL einer einzelnen 45N-12 (rote Kurve in Abbildung 16) sieht der Verlauf mit Subwoofer auch weiter oberhalb der Trennfrequenz teilweise unterschiedlich aus, was durch die Aufstellung der 45N-12 begründet ist, die ja einmal direkt auf dem Boden und einmal auf dem Subwoofer platziert ist.

Abstrahlwinkel: Hörzone vor dem Monitor

Die Directivity-Messungen für Bodenmonitore gestalten sich grundsätzlich etwas anders als für „normale“ FOH-Lautsprecher. Entscheidend ist hier der Aktionsbereich vor dem Monitor, in dem sich die Akteure bewegen. Für die Messungen wurden der oder die Monitore daher

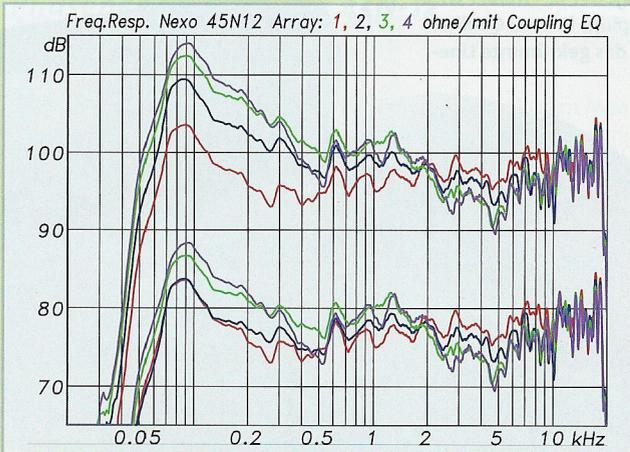


Abb. 11: Frequenzgang – Arraymessungen mit 1, 2, 3 und 4 Stück 45N-12. Oben die Kurven ohne EQ, unten mit -6 dB Array-EQ

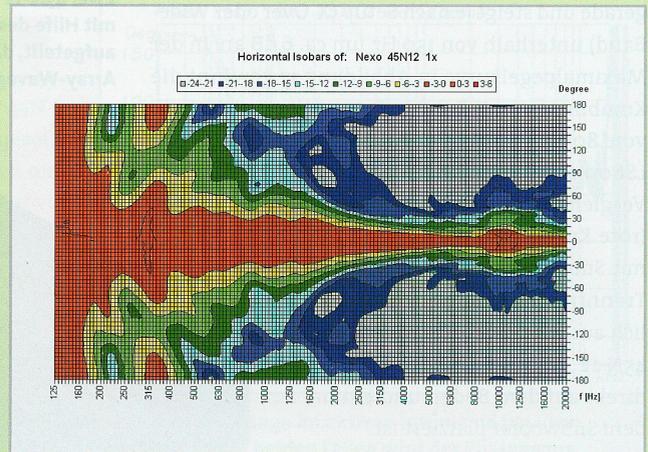


Abb. 12: Horizontale Isobaren einer einzelnen 45N-12 in Bodenposition auf einer Kreisbahn in der Hörerposition und auf 1,6 m Ohrhöhe gemessen

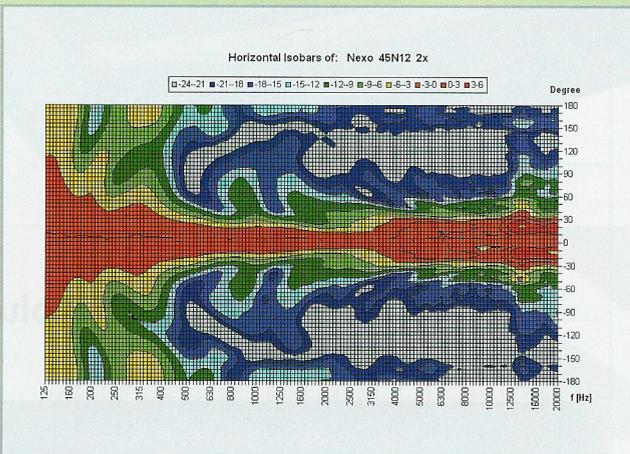


Abb. 13: Horizontale Isobaren zweier 45N-12 im Array: der Abstrahlwinkel weitet sich auf ca. 60° auf

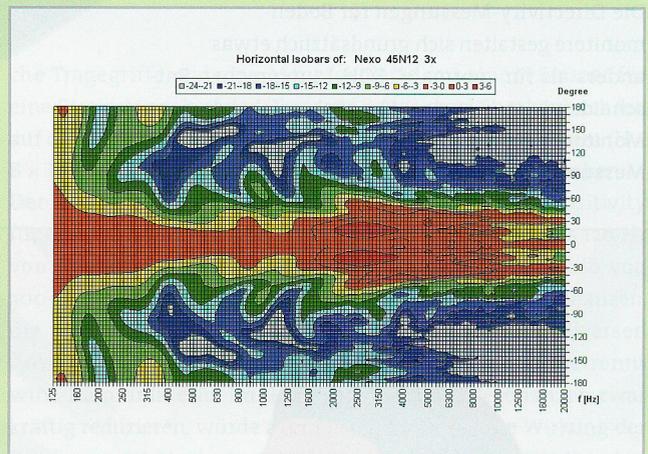


Abb. 14: Horizontale Isobaren dreier 45N-12 im Array, der Abstrahlwinkel weitet sich auf ca. 90° . Nur oberhalb von 10 kHz kommt es zu kleinen Unregelmäßigkeiten, die sich allerdings im Höreindruck kaum bis gar nicht bemerkbar machen.

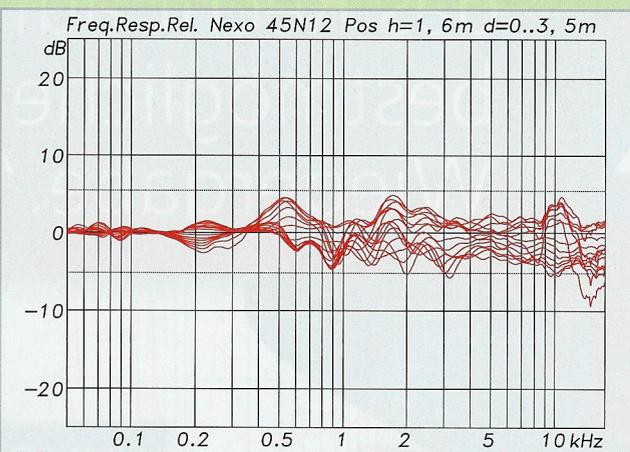


Abb. 15: Pegelabweichungen gegenüber der Idealposition, wenn sich der Hörer von der Box weg oder auf die Box zu bewegt. Die Kurven reichen von 0 m (Hörer direkt über der Box) bis 3,5 m – die Abweichungen bleiben innerhalb eines ± 6 dB Toleranzbereiches.

auf unserem Drehteller platziert und das Messmikrofon dazu in Ohrhöhe (ca. 1,6 m) und rund 2 m Abstand aufgebaut. Die so erstellten Isobarenmessungen (Abbildung 12–14) zeigen, welchen horizontalen Winkel die Monitore abdecken. Für eine einzelne 45N-12 (Abb. 12) stellt sich erwartungsgemäß ein recht scharfer Beam ein, der im Mittel zu den höheren Frequenzen einen Öffnungswinkel (-6 dB Isobare) von 30° aufweist, teilweise aber auch noch etwas enger einschnürt. Setzt man zwei (Abb. 13) oder drei (Abb. 14) Monitore zum Array zusammen, dann skaliert sich der Winkel entsprechend auf 60° bzw. 90° . Oberhalb von 12 kHz separieren sich dann zwar die einzelnen Systeme wieder etwas heraus, was aber in diesem Frequenzbereich recht unkritisch ist. Die zweite, die vertikale Ebene betreffende Messreihe, kann für einen reinen Bodenmonitor nicht auf dem Drehteller ausgeführt werden. Hier haben wir eine Reihe von Messpositionen vorgenommen, entsprechend einer Bewegung des Musikers auf den

Monitor zu oder von ihm weg; in Ohrhöhe und sich von der Vorderkante des Monitors bis auf 3,5 m Abstand entfernend. Das Ideal wäre hier, den Pegel und den Frequenzgang möglichst konstant zu halten. Beides ist nicht ganz einfach, da nicht nur die Entfernung und der sich ändernde Winkel eine Rolle spielen, sondern auch noch die entfernungsabhängig unterschiedlichen Auswirkungen der Bodenreflexionen dazu kommen. Abb. 15 zeigt die Messergebnisse in einer relativen Darstellung zur Position in ca. 2 m Entfernung. Aus der Kurvenschar lässt sich ablesen, dass sich die Schwankungen trotz des großen Spielraumes in gut vertretbaren Grenzen von ± 6 dB halten.

Maximal mögliche Pegel

Die Maximalpegelmessungen erfolgten in unserer bekannten Form: Zugelassen werden höchstens 10 % Verzerrungen, wir haben mit und ohne Subwoofer gemessen sowie Monitor-Arrays mit zwei und sogar drei 45N-12. Alle Messungen erfolgten im aktiven Modus mit einem NXAMP 4x4.

Schon eine einzelne 45N-12 kommt hier auf mittlere 125 dB und steigt in den Mitten in ihren Möglichkeiten bis auf 135 dB an. Als Messsignale wurden 185-ms-Sinusburst eingesetzt. Misst man ohne Klirrfaktorbegrenzung mit einem Pinknoise und Peak-Bewertung, ergeben sich um 3–6 dB höhere



Eine 45N-12 mit L600 Subwoofer als Drumfill auf der Messposition im reflexionsarmen Raum. Auch in dieser Anwendung hilft der seitlich scharf begrenzte Beam, den Monitorpegel aus den Drum-Mics zu halten.

Werte, so wie auch im Datenblatt von Nexo angegeben.

Verwendet man mehrere 45N-12 im Array, dann skalieren sich diese wie im Lehrbuch: Bei den tiefen Frequenzen – wo die Box breit abstrahlt – steigt der Maximal-Pegel für ein Zweier-Array um 6 dB; für ein Dreier-Array um 9 dB. Bei den höheren Frequenzen, wo die Abstrahlung gerichtet ist, bleibt der erreichbare Pegel mehr oder weniger unverändert, dafür weitet sich hier der abgedeckte Winkel entsprechend auf 60° bzw. 90° aus.

Hörtest

Für den Hörtest wurden verschiedene Konfigurationen auf dem schallharten Boden des reflexionsarmen Raumes aufgebaut: Für einen Bodenmonitor sind das die denkbar strengsten Bedingungen, weil ohne Diffusfeld und Reflexionen aus dem Raum nur das völlig ungeschönte Verhalten des Monitors gehört werden kann.

Reinhard Steger, Fachmann Nexo-Rental beim deutschen Nexo-Distributor Camco, hatte außerdem noch Mehrspuraufnahmen

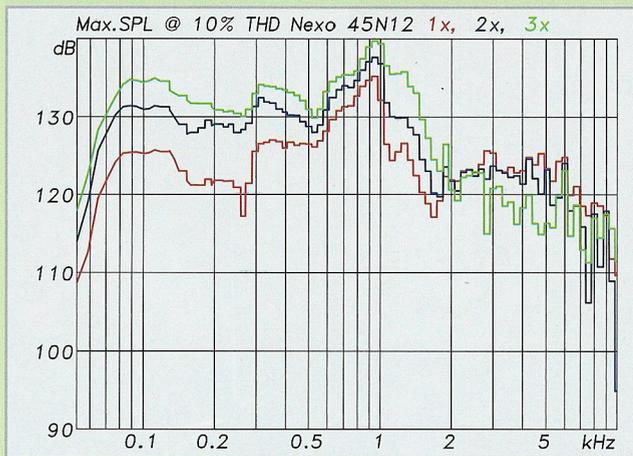


Abb. 16: Maximalpegel beim Einsatz von einer, zwei oder drei 45N-12. Im Tieftonbereich steigt der Pegel entsprechend um 6 bzw. 9 dB an. Im Hochtonbereich bleibt der Pegel konstant, dafür weitet sich der Abstrahlwinkel aus.

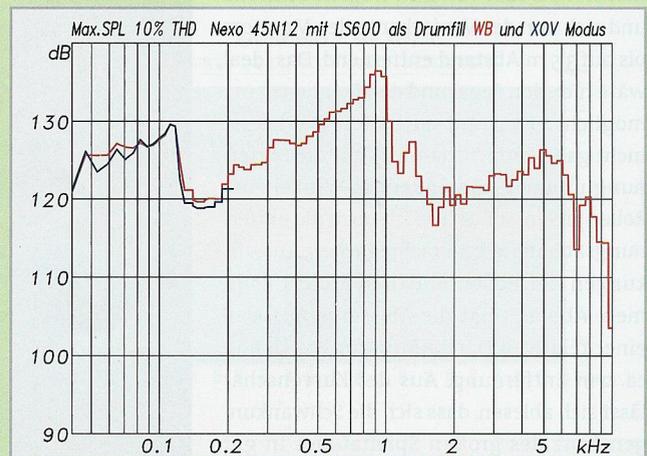


Abb. 17: Maximalpegel eines 45N-12 als Drumfill mit LS600 als Subwoofer (rot = Wideband-Modus, blau = X-Over-Modus)

mitgebracht, deren Tracks solo angehört werden konnten. Egal ob Stimme, Bläser oder Drums, der 45N-12 war durch nichts aus der Fassung zu bringen. Die Wiedergabe war immer präsent, dabei aber niemals unangenehm oder verfärbt. Der Bewegungsspielraum vor dem Monitor oder vor dem Array konnte dabei gut ausgenutzt werden, ohne dass der Eindruck von größeren Veränderungen im Klangbild entstand. Erstaunlich auch, wie selbst eine einzelne 45N-12 schon im Bass aufspielte. Im Array oder mit Subwoofer dürfte das dann auch

anspruchsvolle Drummer aus der Hochpegelfraktion bestens zufriedenstellen.

Fazit

Mit der 45N-12 bringt Nexo nicht nur einen neuen Bühnenmonitor an den Start, sondern auch das Line-Array auf die Bühne oder besser gesagt auf den Bühnenboden: Das neue Wedge ist als skalierbares Element für ein Horizontal-Array konstruiert und arbeitet mit einem fest vorgegebenen Öffnungswinkel der gekrümmten Linienquelle des Waveformers von 30°. Die schon von der FOH-Beschallung hinreichend bekannten Vorzüge der scharfen Ausleuchtung bestimmter Raumbereiche und der bedarfsmäßigen Skalierbarkeit werden auch hier voll ausgenutzt, da es gerade beim Bühnenmonitoring darauf ankommt, möglichst gezielt zu beschallen und den Gesamtpegel auf der Bühne nicht noch weiter unnötig durch streuende Monitore zu erhöhen. Das beherrschen auch viele herkömmliche Monitore hinreichend gut, nur dass dann nicht diese Möglichkeit der Skalierung im Array besteht.

Die 45N-12 macht sich so den großen Vorzug der Line-Arrays zu Nutze: Trotz Gruppierung der Lautsprecher bleibt die Abstrahlung aus einer kohärenten Quelle erhalten. Und das nicht nur in der Theorie,

das Ganze funktioniert auch in der Praxis bestens, wie unsere ausführlichen Labormessungen und Hörtests zeigen: Die Winkel werden gut eingehalten und die Arrays skalieren sich mustergültig. Die Erfahrung, dass man mit Zeilen-/Line-Array-Konzepten grundsätzlich Rückkopplungssicherheit gewinnt, sollte sich mit so einem kohärenten Monitor-Array zudem auf die Bühne übertragen. Pegelreserven gibt es in allen Varianten zu Genüge. Handling, Ausstattung und Verarbeitung sind hoch professionell. Das alles hat seinen Preis, der sich schon deutlich von normalen „Wald-und-Wiesen-Monitoren“ abhebt. Ein Nexo 45N-12 steht mit ca. 4.200,- Euro inkl. MwSt. in den Preislisten, hinzu kommen rund 5.355,- Euro für einen Systemamp NXAMP 4x1 (4 × 1,3 kW) oder rund 10.115,- Euro für einen NXAMP 4x4 (4 × 4,0 kW). Ein zusätzlicher Sub liegt bei 2.065,- Euro, der Digitalcontroller NX242-ES4 bei 4497,- Euro. Dies wird andererseits durch die hohe Flexibilität der 45N-12 – aus einem Bestand an Monitoren lassen sich unterschiedliche Wedge-Größen skalieren – auch wieder relativiert. So bedarf es sicher keines PA-Orakels um vorherzusehen, dass die 45N-12 bald auf den Ridern auftauchen und sich weltweit zügig verbreiten wird.

◆ Text und Messungen: Anselm Goertz
Fotos: Dieter Stork und Anselm Goertz



www.procase.de Online-Shop