



Das Nachrichtenportal rund um die Medienwelt- und Technik

powered by
PRODUCTION PARTNER

PRODUCTION PARTNER

www.production-partner.de

www.promedianews.de



HK Audio Elements

Modulares Mini-Line-Array für kleine Bühnen und Anwendungen, wo eine defensive Optik, gute Sprachverständlichkeit und relativ hohe Reichweite gefragt sind.

Mit dem Elements-System begeht HK Audio neue Wege in der Beschallung kleiner Bühnen und Clubs. „Neue Wege begehen“ klingt in diesem Zusammenhang vielleicht etwas zu dick aufgetragen und begrifflich überstrapaziert. Schaut man jedoch genauer hin, dann liegt man damit beim Elements-System gar nicht so falsch. Was steckt also dahinter?

Wie es der Name schon sagt, handelt es sich um ein System, und zwar bestehend aus sechs Elementen, aus denen sich dann flexibel komplette PA-Systeme zusammensetzen lassen. Die sechs Elemente sind: ein aktiver Subwoofer, ein passiver Subwoofer gleicher Bauart, ein passives Line-Array-Toppteil, ein Endstufenmodul in der Bauform eines Toppteils sowie eine spezielle

Stativstange und ein Standfuß. Die Tops sind als kurze Zeile mit vier 3,5"-Breitbändern aufgebaut und können zu Zeilen von bis vier Einheiten (respektive 16 Treibern) zusammengesetzt werden. Damit sind sowohl die Tops, wie auch die optionalen Subwoofer in weiten Bereichen skalierbar, von der kleinsten Kombination bestehend aus einem Toppteil mit einer Endstufe bis

hin zur „Big Elements“ genannten Kombination mit acht Subwoofern und acht Top-teilen.

Wer nun bei Zeilen mit Breitbandchassis an die klassische alte Kirchenzeile denkt, liegt hier jedoch zumindest teilweise falsch. Moderne Breitbandchassis, wie die hier eingesetzten 3,5"er mit Neodymantrieb, sind echte Hochleistungstreiber mit hoher Sensitivity, hoher Belastbarkeit und bis 20 kHz ausgedehntem Frequenzgang. Der kleine High-Tech-Treiber wurde beim englischen Chassis-Spezialisten Celestion in Zusammenarbeit mit HK Audio entwickelt. Durch den Aufbau als Linienquelle verfügen die Elements-Top-teile zudem über eine ausgeprägte vertikale Richtwirkung, die den Einsatz in akustisch schwierigem Umfeld erleichtert. Für eine Sprachbeschallung in einer halligen Räumlichkeit bietet es sich z. B. an, eine Zeile aus vier Tops plus

Endstufenmodul und Fuß zusammenzustellen, mit der dann eine sauber auf das Publikum ausgerichtete Beschallung möglich wird, ohne den störenden Nachhall des Raums unnötig viel anzuregen. Hier sind wir dann doch wieder beim eigentlichen Prinzip der klassischen Kirchenzeile angekommen, die genau aus diesem Grund – mit dem Ziel einer breiten horizontalen und einer engen vertikalen Abstrahlung – so aufgebaut ist. Das Prinzip wird demnach beibehalten, aber mit modernen Treibern optimiert und in der Anwendung durch die Modulbauweise skalierbar gemacht. Aus Sicht der Raumakustik bedeutet das ganz einfach: die Quelle erzeugt beim Zuhörer viel Direktschall und wenig Diffus-schall bzw. Raumschall und somit eine gute Sprachverständlichkeit und Klarheit bei Musik. Setzt man viele kleine Breitbandsystem zu einer Zeile zusammen, dann kommt



Ist HK Audio Elements ein Line-Array?

In Anbetracht der Elements-Tops E435 wird der Skeptiker zwangsläufig zwei Fragen stellen:

- Ist die Zeile – speziell in kleinen Kombinationen – nicht viel zu kurz für ein richtiges Line-Array?
- Wenn es denn ein Line-Array ist, wie ist dann bei hohen Frequenzen der Abstand der Treiber zueinander zu bewerten?

Zu ersten Frage wäre zu antworten, dass streng genommen jede noch so kurze Linienanordnung ein Line-Array ist. Ob sich das dann auch erkennbar auf das Abstrahlverhalten auswirkt, hängt grundsätzlich von der Frequenz ab. Gleiches gilt für die Ausdehnung des Nahfeldes, wo sich die Welle noch als Zylinderwelle mit 3 dB Pegelverlust pro Entfernungsverdopplung ausbreitet. Nach dem Übergang

$$r = \frac{l^2 \cdot f}{2c}$$

ins Fernfeld beträgt der Pegelverlust 6 dB. Berechnen lässt sich dieser Übergang näherungsweise mit der Frequenz f in Hz und der Array-Länge in l in m zu (Schallgeschwindigkeit $c = 340$ m/s).

Für ein einzelnes Top E435 ist wegen der Ausdehnung des Nahfeldes bei 1 kHz von 21 cm daher der Nahfeldeffekt selber eher von untergeordneter Bedeutung. Nach dem Übergang ins Fernfeld entwickelt sich aus der mehr oder weniger ebenen Zylinderwellenfront eine

$$BW_{-6dB} \approx 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{1,9 \cdot c}{\pi \cdot l \cdot f} \right)$$

sphärische Wellenfront, deren Öffnungswinkel (BW) auch wieder von der Länge der Quelle abhängt. Dieser lässt sich auch mit einer Formel ausrechnen – oder direkt aus unserem Isobarendiagramm in Abbildung 13 ablesen.

Hier ist sehr gut zu erkennen, dass auch ein kurzes Line-Array schon zu einer ausgeprägten vertikalen Bündelung führt. Eine einzelne E435 hat bei 1 kHz einen –6 dB-Öffnungswinkel von 60° und bei 10 kHz von 6°. Im Gegensatz zu einem Hochtonhorn spitzt sich das Abstrahlverhalten mit zunehmender Frequenz immer weiter zu. Diese Eigenschaft ist beim Einsatz der Quelle natürlich zu bedenken, da es ansonsten schnell passieren kann, dass Teile der Zuhörer plötzlich von den hohen Frequenzen ausgeblendet sind. Günstigerweise platziert man ein so kleines und nicht weiter gecurvtes Line-Array daher knapp über Ohrhöhe der Zuhörer. Wird die Linie länger, z. B. 1,5 m mit vier Einheiten E435, dann vereinfacht sich die Sache durch das jetzt weiter ausgedehnte Nahfeld und die Höhe der abgestrahlten Zylinderwelle. Bei einer vierfachen Länge des Arrays ist das Nahfeld im quadratischen Verhältnis dazu erweitert, also um den Faktor 16, sodass man bei 1 kHz schon 3,2 m und bei 5 kHz immerhin schon 16 m erreicht. Ein 4er-Array der Elements wäre dann günstig so aufzustellen, dass die oberste Einheit über die Köpfe der Zuhörer ragt. Kommen wir zur zweiten Frage, den Abstand der Treiber betreffend. Der beträgt hier recht genau 9,5 cm. Wieder zunehmende seitliche Nebenmaxima treten damit ab ca. 1,8 kHz auf und neue parasitäre Hauptmaxima ab 3,6 kHz. Das hört sich erst einmal nicht gut an, verliert aber umgehend seinen Schrecken, wenn man bedenkt, dass sich das Abstrahlverhalten der Zeile aus einer Aufreihung von Punktquellen in 9,5 cm Abstand noch mit dem Abstrahlverhalten des einzelnen Treibers überlagert, der natürlich bei 3,6 kHz auch schon eine merkliche Richtwirkung aufweist und damit die ungewollten seitlichen Maxima wieder reduziert. Die Isobarenkurven in Abbildung 13 zeigen die seitlichen Maxima ab 4 kHz beginnend bei ±60° mit einem Pegel von –6 dB gegenüber der 0°-Achse.

zusätzlich noch der angenehme Effekt hinzu, dass sie sich durch die akustische Kopplung vor allem bei den tiefen Frequenzen besonders gut gegenseitig unterstützen. Eine Verdopplung der Treiberzahl bringt bei gleicher Klemmenspannung einen Pegelgewinn von 6 dB. Gleiches gilt auch für die Subwoofer, wo sich ganz nach Bedarf mit den 10"-Systemen kleine Arrays hoher Leistungsfähigkeit zusammensetzen lassen.

Modulverkopplung per E-Connect

Soweit die akustischen Seiten und Vorzüge des Elements-Systems. In der alltäglichen Praxis spielen jedoch häufig auch praktische Gesichtspunkte eine wichtige Rolle. Da man im Hause HK Audio nach 30 Jahren Lautsprecherbau über reichlich Erfahrung verfügt und auch ziemlich genau um die Probleme im Alltag der Beschallungstechnik weiß, hat man sich insbesondere noch mal der Themen Aufbau, Verkabelung und Transport angenommen. Die beiden erst genannten Aspekte finden sich im E-Connect-System der Elements wieder: Toppteile, Subwoofer und Endstufenmodule sind mit mechanischen Verbindern in der Art eines Stativsystems ausgestattet, die gleichzeitig auch die elektrische Verkabelung enthalten. Mit Ausnahme der Distanzstange sind alle Teile des E-Connect in die Lautsprechergehäuse integriert und können damit weder vergessen werden noch verloren gehen und sind zudem gut vor Beschädigung geschützt. Die elektrische Verbindung wird über einen solide ausgeführten Klinkestecker hergestellt, der durch die Stativhülse von mechanischen Beanspruchungen weitgehend entlastet wird.

Mit Hilfe des E-Connect können die Tops untereinander, auf der Distanzstange und auf dem Amp-Modul oder Subwoofer mechanisch und elektrisch verbunden werden. Der passive Subwoofer bedarf für die Verbindung zum Amp-Modul (oder zu dem aktiven Modell des Subs) allerdings eines kurzen Speakon-Kabels. Als Verstärkermodul oder integriert im Subwoofer leistet der zugehörige Amp 600 W und kann zur Ansteuerung von zwei Subs oder vier Tops oder einem Sub und zwei Tops genutzt werden.

Beim hier nicht getesteten Amp-Modul EA600 befindet sich die Elektronik in einem Gehäuse, das dem des Toppteils entspricht, sodass der Amp als unterstes Modul in einer Zeile eingesetzt werden kann. Da Subs und Tops an einer Endstufe parallel betrieben werden, lässt sich daraus bereits ableiten, dass die Trennung mit passiven Bauelementen erfolgt.

Zum Test gestellt wurden zwei (auch als „Basic System“ bezeichnete) Kombinationen aus je einem aktiven Subwoofer E110 Sub A mit einer Distanzstange und je zwei Toppteilen E435, mithin eine klassische Mini-PA für einen Solisten, die sich in jedem Kleinwagen entspannt transportieren lässt. Für den Transport gibt es als Zubehör eine Schutzhülle für den Subwoofer und gepolsterte Taschen für je vier Tops oder Ampmodule oder eine Kombination aus beidem zuzüglich einer Distanzstange. Für den Standfuß ist ebenfalls eine gepolsterte Tasche verfügbar. Mit Ausnahme der beiden Subwoofer kann so das komplette Basic-System mit vier Tops und zwei Distanzstangen sowie der zugehörigen Netzkabel in einem Softbag verpackt und locker getragen werden.

Je nach Zusammenstellung der Elements lassen sich auch typische DJ-Sets mit mehr Subwoofern pro Seite oder auch reine Vocal-Sets ganz ohne Subwoofer kombinieren. Ebenfalls gut denkbar ist der Einsatz als Sidefill-Monitor auf größeren Bühnen oder auch als DJ-Monitor. Grundsätzlich bietet sich auch ein Konzept in der Art des Personalized-PA-Systems an, wo jeder Musiker eine eigene Zeile hinter sich aufstellt und diese gleichermaßen als PA und Monitor nutzt, was durch die speziellen Eigenschaften der Zeile auch in Bezug auf Rückkopplungsfestigkeit möglich ist. Alle Varianten der Elements haben dank ihrer äußerst schlanken Bauform eines gemein, dass sie sehr schön unauffällig untergebracht werden können und sich damit auch gut für kritische Industrie- oder Gala-Events eignen. Schauen wir uns die wesentlichen Module der Elements einmal im Detail an.

E435 Mid/High-Unit

Das E435 Mid/High-Unit besteht aus vier 3,5"-Breitbandsystemen in Zeilenanord-

nung, die zu einer 16-Ohm-Einheit in Reihe geschaltet sind. Die gesamte Einheit wird über einen vorgeschalteten Kondensator betrieben, der als passives Hochpassfilter 1. Ordnung bei ca. 140 Hz agiert. Durch den Einbau in ein geschlossenes Gehäuse verhält sich der Lautsprecher selber bereits als akustischer Hochpass 2. Ordnung, womit in der Summe ein Hochpass 3. Ordnung entsteht. Die Abmessung des Aluprofilgehäuses betragen 11 × 38 × 12 cm (B × H × T), womit sich ein Abstand der Treiber zueinander von ca. 9,5 cm ergibt. Das Gewicht beträgt angenehme 2,35 kg. Der elektrische Anschluss erfolgt ausschließlich über das E-Connect System.

Wie leistungsfähig ein Line-Array ist, hängt zunächst einmal von den Fähigkeiten der verwendeten Elemente oder Treiber ab. In den E435 gibt es nur einen Treiber, der zudem noch in seiner Urform – also ohne Horn oder Waveguide – eingesetzt wird, was unsere Beurteilung einfach macht. Hierzu wurden die E435 Tops von uns zunächst einzeln, in einer Zweier-Anordnung und in einer Vierer-Anordnung ohne Controller und zugehörigen Amp gemessen. Abbildung 1 zeigt dazu die Frequenzgänge mit Angabe der Sensitivity,



immer bezogen auf 4 V Klemmenspannung. Für eine einzelne E435 als nominelles 16-Ohm-System entspricht das auch dem Wert 1 W/1 m. Die E435 beginnt hier bei 87 dB und steigert sich in den Mitten auf beachtlich 95 dB. Jede Verdopplung der Lautsprecherzahl steigert die Empfindlichkeit bei 4 V Klemmenspannung um 6 dB. Eine Verdopplung der Treiberzahl verdoppelt auch die aufgenommene Leistung und sorgt somit für einen Pegelgewinn von zunächst einmal 3 dB.

Für tiefe Frequenzen steigt der Wert durch die Erhöhung des Strahlungswiderstandes nochmals um 3 dB: Ein zweiter benachbarter Lautsprecher, der mit dem identischen Signal angesteuert wird, erzeugt für den ersten Treiber günstigere Verhältnis zur Wandlung von mechanischer Membranbewegungen in Luftschall. Durch die damit verbesserte Anpassung entsteht ein Pegelgewinn von 3 dB. Dieser Effekt tritt nur dann auf, wenn die Lautsprecher in Relation zur Wellenlänge nahe genug zusammen sind. Genau das lässt sich auch in Abbildung 1 erkennen, wo die zweimalige Verdopplung der Lautsprecheranzahl nur bei den tieferen Frequenzen zu einem entsprechenden Pegelgewinn führt. Bei den höheren Frequenz geht der Gewinn komplett verloren und es kommt noch ein weiterer Effekt hinzu: Die mit vier E435 schon auf



1,5 m angewachsene Zeile hat für höhere Frequenzen bereits ein soweit ausgedehntes Nahfeld, dass sich die Messposition auch noch innerhalb des Nahfeldes befindet, wo es dann zu mehr oder weniger starken Interferenzen im Frequenzgang kommen kann, die sich in Abhängigkeit von der Position schnell ändern.

Der Impedanzverlauf der Tops in Abbildung 2 zeigt zu den tiefen Frequenzen hin einen deutlichen Anstieg, der durch das integrierte und vorgeschaltete passive Hochpassfilter 2. Ordnung entsteht. Die Treiberresonanz in dem geschlossenen Gehäuse liegt knapp unterhalb von 200 Hz.

E110-Sub

Ohne Frage kommt ein Line-Array mit 3,5"-Breitbandsystemen spätesten dann, wenn es um Musik geht, nicht ohne die Unterstützung durch einen Subwoofer aus. Der findet sich bei den Elements in Form des E110-Subs mit einem 10"-Tieftöner im Bassreflexgehäuse. Die Box gibt es in einer passiven und einer aktiven Version. Die Endstufe des aktiven Modells leistet max. 600 W und kann neben dem eigenen 10"-Treiber noch einen zweiten passiven Subwoofer oder alternativ zwei Toppteile versorgen. Letztere können über das E-Connect-System direkt oder mit Distanzstange auf den Subwoofer gesetzt und angeschlossen werden. Die E110 ist mit Abmessungen von 30 x 48 x 46 cm (B x H x T) und einem Gewicht von 19 kg in der aktiven Version ein sehr kompakter und handlicher Lautsprecher, der sich mit der integrierten Griffschale auf der Oberseite leicht alleine transportieren und aufbauen lässt. Der elektrische Anschluss erfolgt über eine XLR-Buchse mit Link für das Audiosignal. Für den Netzanschluss wird eine verriegelbare Kaltgerätebuchse genutzt. Diese ist zwar nicht ganz so solide wie eine PowerCon-Buchse, hat aber den nicht unerheblichen Vorzug, dass man fast überall ein passendes Kabel findet, falls man das eigene einmal vergessen haben sollte, was bei Power-

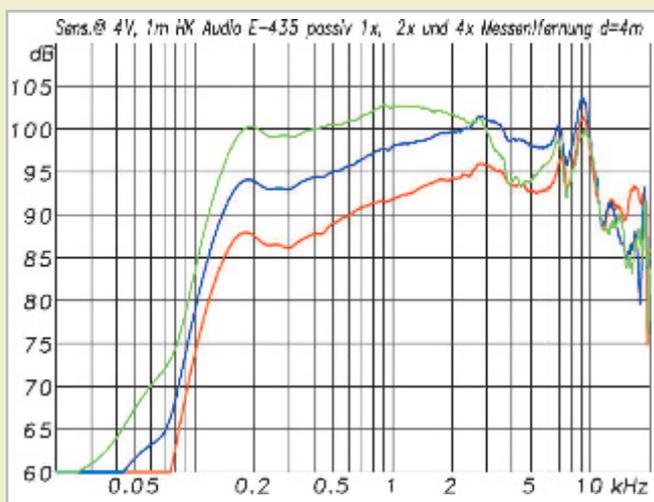


Abb. 1: Frequenzgänge der Elements-Tops: Ein einzelnes System (rot), zwei (blau) und vier (grün). Alle Messungen sind auf 4 V/1 m bezogen. Bei den tiefen Frequenzen ist gut zu erkennen, wie sich bei jeder Verdopplung die Sensitivity um 6 dB erhöht.

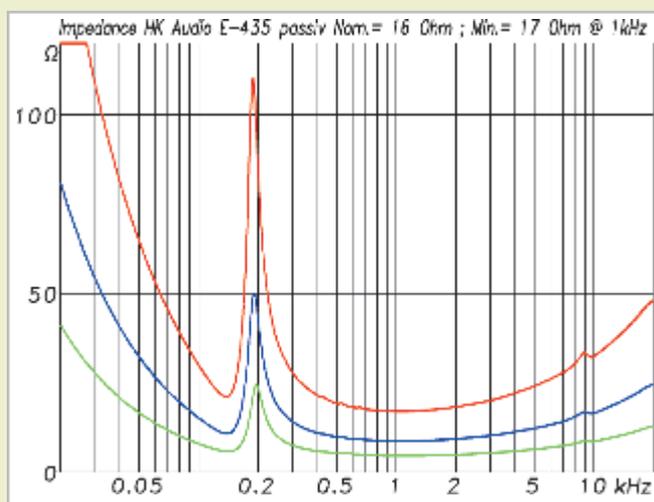


Abb. 2: Impedanzverläufe der Elements-Tops. Ein einzelnes System (rot), zwei (blau) und vier (grün). Mit einem Impedanzminimum von 17 Ohm sind die nominellen 16-Ohm-Systeme sehr gutmütig für den treibenden Verstärker. Die Impedanzspitze knapp unter 200 Hz zeigt die Resonanzfrequenz der kleinen Breitbänder im geschlossenen Gehäuse.

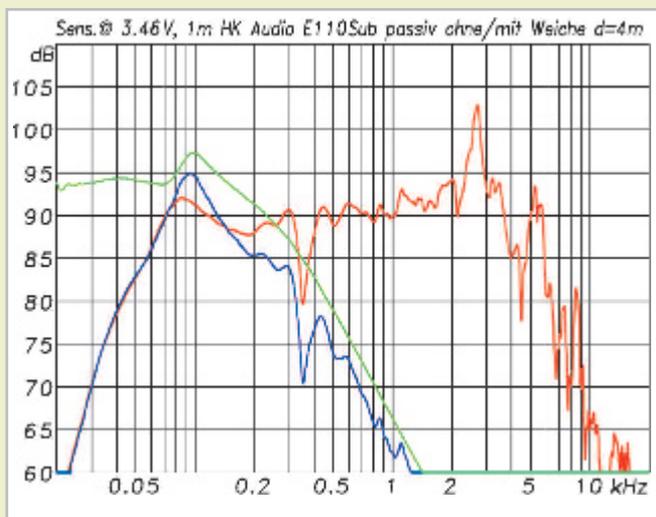


Abb. 3: Subwoofer E110. In rot der Subwoofer ohne seine passive Weiche. In grün die Filterfunktion der integrierten passiven Weiche und in blau der Subwoofer mit Weiche. Die Weichenfunktion ist hier gut gelungen und sorgt für das gewünschte Tiefpassverhalten zur Ankopplung an die Tops.

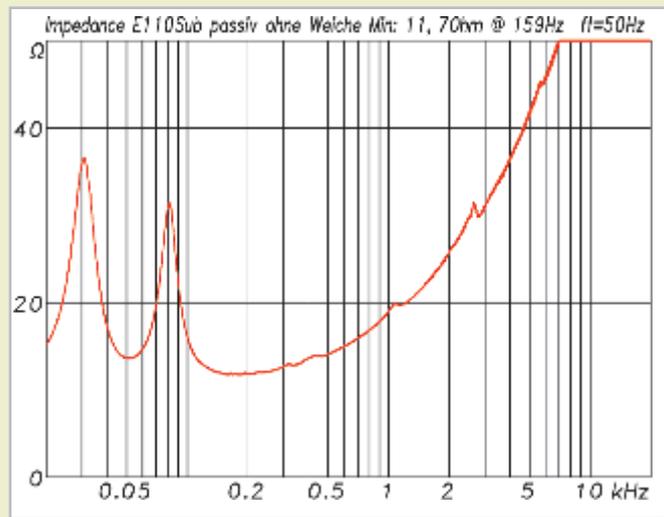


Abb. 4: Impedanzverlauf der E110 Sub ohne Weiche. Die Abstimmfrequenz des Bassreflexresonators liegt bei 50 Hz.

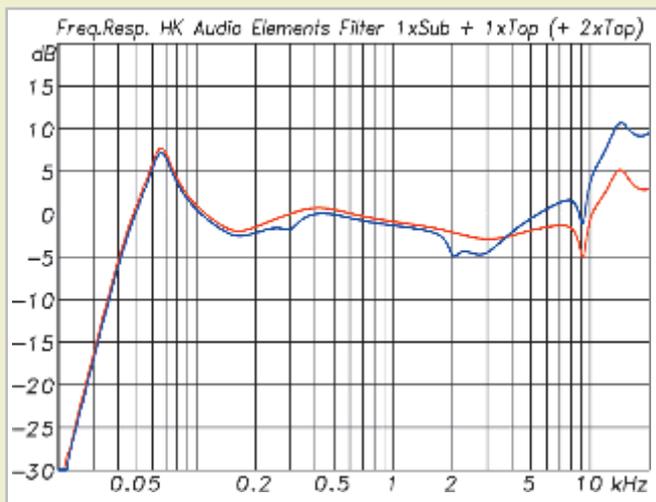


Abb. 5: Filterfunktion in der Endstufe für den Betrieb von einem Subwoofer mit einem (rot) oder zwei (blau) Tops

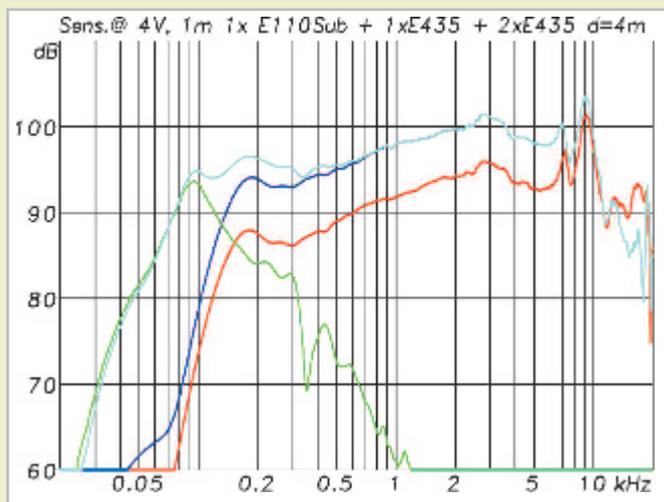


Abb. 6: Frequenzgänge ohne Controller des E110 Subwoofer (grün) und von einem (rot) oder zwei (blau) Tops. Summenfunktion für einen Subwoofer und zwei Tops in hellblau.

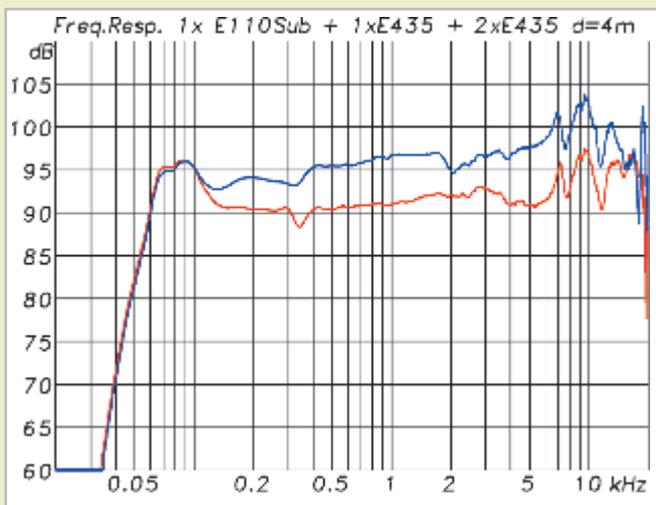


Abb. 7: Frequenzgänge der Kombinationen aus einem Subwoofer mit einem (rot) oder zwei (blau) Tops über die interne aktive Elektronik betrieben. In der Summe stellt sich ein gerader Frequenzgang mit der gewünschten Anhebung zu den Rändern hin ein. Die Ankopplung zwischen den Tops und dem Subwoofer gelingt hervorragend.

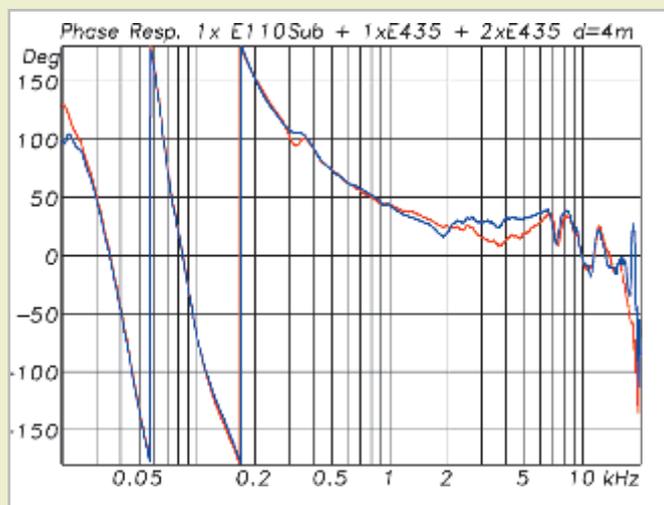


Abb. 8: Phasengänge der Kombinationen aus einem Subwoofer mit einem (rot) oder zwei (blau) Tops über die interne aktive Elektronik betrieben

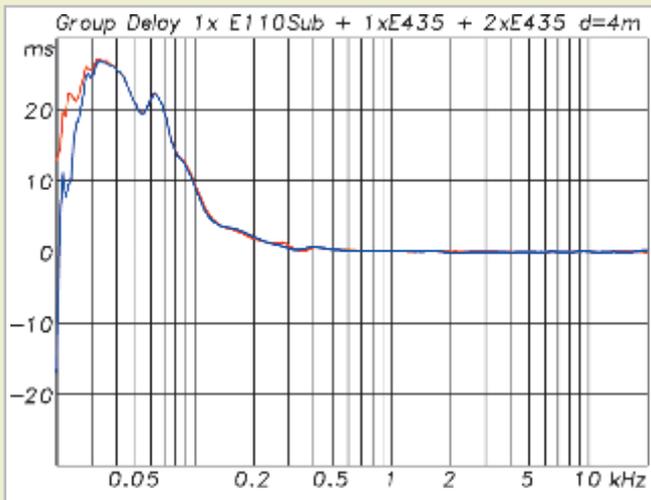


Abb. 9: Laufzeitkurven zu den Phasengängen aus Abb. 8. Die steile akustische und elektrische Hochpassfilterung führt zu einem kräftigen Anstieg der Laufzeit bei den tiefen Frequenzen.

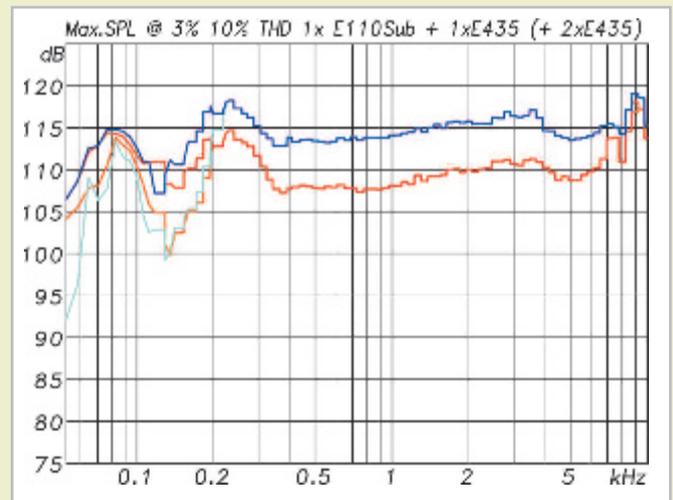


Abb. 10: Maximalpegel in 1 m Entfernung für maximal 3 % (orange und hellblau) und 10 % (rot und dunkelblau) Verzerrungen für einen Subwoofer mit einem (unten) und zwei (oben) Tops

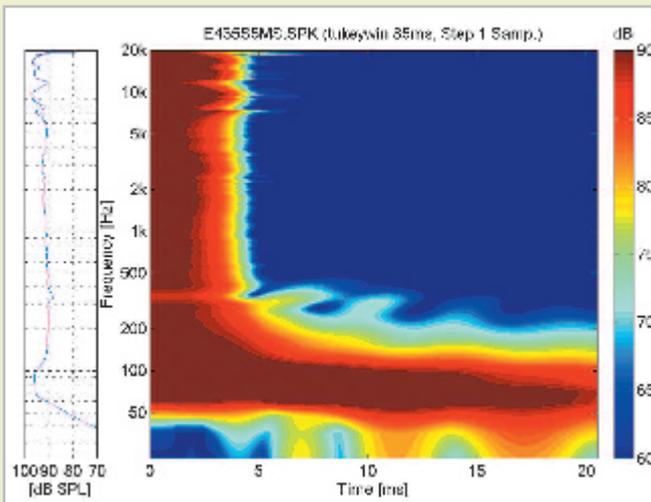


Abb. 11: Spektrogramm der E435 mit Subwoofer E110. Die kleinen Breitbänder zeigen hier ein vorzügliches Verhalten. Das lange Nachschwingen unterhalb von 100 Hz ist durch den Laufzeitanstieg respektive durch die Filterung begründet.

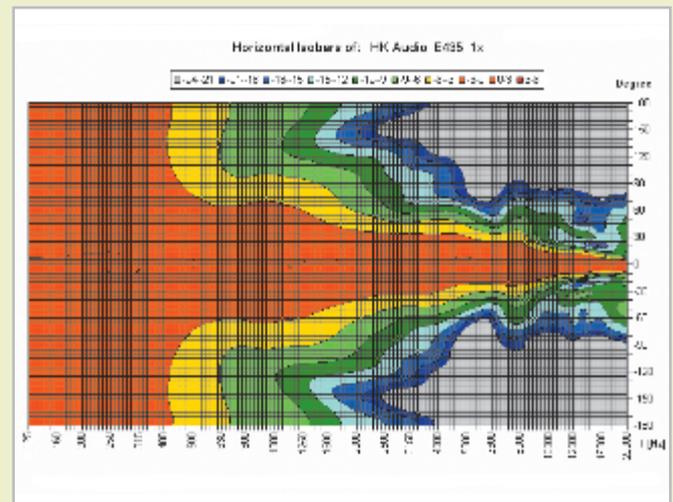


Abb. 12: Horizontale Isobaren der E435: Typisch für einen Breitbänder schnürt sich das Abstrahlverhalten zu den hohen Frequenzen hin ein.

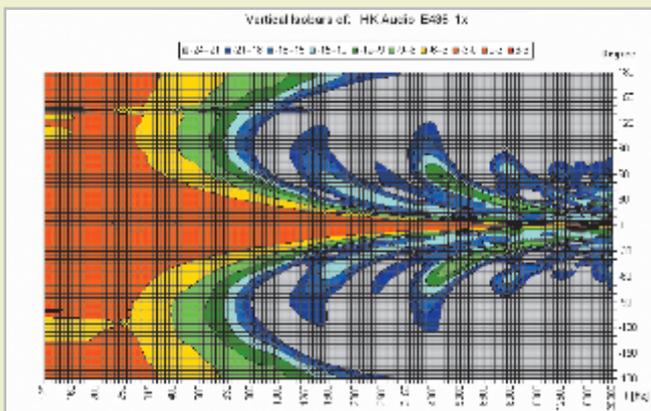


Abb. 13: Vertikale Isobaren einer E435, die kleinen Nebenmaxima ab 4 kHz sind durch den Treiberabstand begründet.

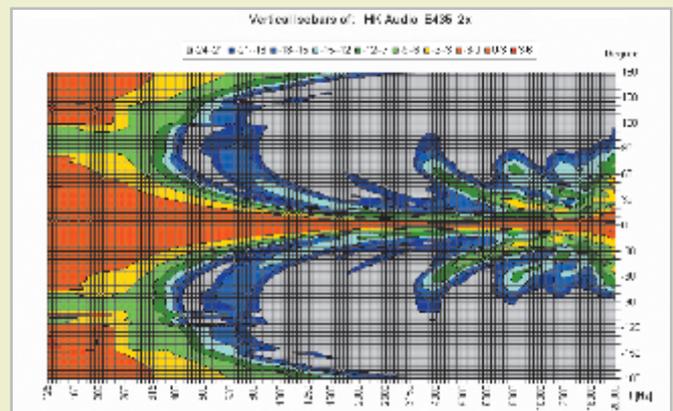


Abb. 14: Vertikale Isobaren von zwei E435

Con-Kabeln nicht so einfach ist. Neben dem Netzschalter gibt es am Endstufenmodul noch einen Schalter für die Eingangsempfindlichkeit und für die Filterfunktion des Controllers. Für die im Subwoofer eingebaute Elektronik stehen Filter für ein oder zwei Tops zur Auswahl; für das Endstufenmodul EA600 für ein, zwei, drei und vier Module. Abbildung 5 zeigt die Filterfunktionen für ein und zwei Topteile.

Auch für die E435 soll zunächst ein Blick auf den Lautsprecher ohne Controller und ohne passives Filter geworfen werden. Abbildung 3 zeigt mit der roten Kurve die Bassreflexbox in ihrer ursprünglichen Form, dazu in grün die Filterfunktion der integrierten passiven Weiche und in blau die Box mit Weiche. Abbildung 4 zeigt den zugehörigen Impedanzverlauf und die Abstimmfrequenz des Bassreflexgehäuses von 50 Hz.

Ein Subwoofer in dieser Größenordnung ist natürlich kein extrem tief agierendes System, sondern mehr eine Ergänzung für die kleinen Tops, um diesen noch ein passendes Bassfundament für typische Anwendungen mitzugeben. Genau das passt hier sehr gut, wie sich in Abbildung 6 erkennen lässt. Der E110 fügt sich genau passend nach unten an die E435 an und erweitert den Übertragungsbereich um ca. zwei Oktaven. Die hellblaue Summenkurve für einen Subwoofer und zwei Tops zeigt den gut gelungenen Übergang bei ca. 140 Hz. Um den Bassbereich noch etwas zu erweitern, hebt der Controlleramp den Pegel bei 66 Hz noch um 7 dB an, was der Subwoofer mit einer Tuningfrequenz für den Bassreflexresonator von 50 Hz gut verträgt.

Aktiv ... passiv?

Nach unserer Betrachtung der aktiven und passiven Komponenten, der Controllerfunktionen und passiven Filter sollte noch einmal klargestellt werden: Das Elements ist ein vollständig passiv getrenntes, aber mit eigenen Verstärkern ausgestattetes Selfpowered-System. Die Gesamtentzerrung erfolgt mit einem Filter im Controlleramp. Nur in dieser Kombination ist es auch überhaupt möglich, mit nur einem Endstufenkanal Tops und Subs gleichzeitig betreiben zu können.

Die passive Trennung von Subwoofern ist ja erfahrungsgemäß nicht ganz trivial, da

die starken Impedanzschwankungen bei der Zweige im Bereich der typischen Trennfrequenzen den passiven Filtern das Leben schwer machen. Bei HK Audio hat man dieses Problem jedoch bestens in den Griff bekommen. Abbildung 7 zeigt dazu die Summenfunktion eines Subwoofers E110 mit einem oder zwei Tops E435, betrieben am zugehörigen Controlleramp zusammen mit der passenden Filterfunktion: Der Übergang vom Subwoofer auf die Tops gelingt hier bestens. Über alles betrachtet zeigt die Kurve an beiden Enden noch eine Überhöhung von einigen dB, die so sicherlich beabsichtigt ist. Die zugehörigen Phasengänge finden sich in Abbildung 8 und die daraus resultierenden Gruppenlaufzeiten in Abbildung 9. In den mittleren und hohen Frequenzen gibt es dank der Breitbänder ohne Weiche keine relevanten Phasendrehungen mehr. Zu den Tiefen hin dreht sich die Phase mehrmals um 360° durch die Trennung zwischen Subs und Tops, durch die akustische Hochpassfunktion des Bassreflexgehäuses des Subwoofers und wegen des zusätzlichen elektrischen Hochpasses 4. Ordnung im Controlleramp. Dementsprechend stark steigt hier auch die Laufzeitkurve an. Weniger Phasendrehung wären nur durch weniger steile Hochpassfilter zu erreichen, was jedoch mit Rücksicht auf die Belastung der Lautsprecher nicht möglich ist. Man wäre auch nicht gut darin beraten, die Hochpassfunktionen zurückzunehmen und damit deutlich an Betriebssicherheit zu verlieren. Weniger Phasendrehungen dürften in der Praxis

gar nicht und unter Laborbedingungen nur mit viel Mühen zu erkennen sein, ein durch Überlastung zerstörter Treiber dagegen schon.

Erzielbare Pegel und Abstrahlung

Schaut man sich noch die Maximalpegelkurven aus Abbildung 10 an, dann fällt hier ein besonders gleichmäßiger Verlauf auf, bei dem zudem oberhalb von 200 Hz auch noch die 3%- und 10%-Kurven durchgängig zusammenfallen, was bedeutet, dass der 10%-Grenzwert hier gar nicht erreicht und eine weitere Pegelsteigerung durch einen Limiter verhindert wird. Rein rechnerisch betrachtet wäre hier mit den Eingangswerten der Sensitivity und der Verstärkerleistung eine noch ca. 3–5 dB höher gelegene Kurve zu erwarten gewesen. Laut Manual arbeitet in den Elements-Amps ein reiner RMS-Limiter, der bei dieser Art Messung vermutlich schon recht früh eingreift und die Leistung begrenzt.

Abschließend wäre noch ein kurzer Blick auf die Isobarendiagramme aus Abbildung 12 bis 14 zu werfen. Dass es bei einem Line-Array neben der immer sofort betrachteten vertikalen Ebene auch noch eine horizontale Ebene gibt, wird immer gerne übersehen. Hier stellt sich die E435 typisch für einen Breitbänder mit einer kontinuierlich zunehmenden Bündelung dar, da die Membranfläche unabhängig von der Frequenz immer gleich groß bleibt und sich damit der Öffnungswinkel mit zunehmender Frequenz immer weiter einschnürt. Bis 8 kHz werden ca. 70° für die –6 dB Isobare erreicht, was man als einen für die Praxis gut tauglichen Wert bezeichnen könnte.

Abbildung 13 und 14 zeigen die vertikalen Isobaren für eine und zwei E435. Der wesentliche Unterschied liegt in der verstärkten Bündelung der längeren Version auch bei tiefen Frequenzen. Für die Praxis bedeutet das: Auch wenn keine hohen Schalldrücke erforderlich sind, sollte man in Räumlichkeiten mit schwieriger Akustik (lange Nachhallzeit) eine möglichst lange Zeile aufbauen, um auch für tiefere Frequenzen noch eine signifikante Richtwirkung zu erzielen!

Abbildung 13 und 14 zeigen die vertikalen Isobaren für eine und zwei E435. Der wesentliche Unterschied liegt in der verstärkten Bündelung der längeren Version auch bei tiefen Frequenzen. Für die Praxis bedeutet das: Auch wenn keine hohen Schalldrücke erforderlich sind, sollte man in Räumlichkeiten mit schwieriger Akustik (lange Nachhallzeit) eine möglichst lange Zeile aufbauen, um auch für tiefere Frequenzen noch eine signifikante Richtwirkung zu erzielen!

Fazit

Das Elements macht einen rundum guten Eindruck, sodass man teilweise schon schwer staunt, was mit den kleinen Breitbändern alles möglich ist. Sehr gut gelungen ist auch die Ankopplung zwischen Subs und Tops – und das trotz passiver Trennung. Richtig eingesetzt wird das Elements damit zu einem handlichen Problemlöser in vielen Anwendungen. Ein Top E435 kostet ca. 335,- Euro, ein E110 Sub A ca. 949,- Euro. Zusätzlich angeboten werden der EA600 Poweramp im Zeilendesign für ca. 510,- Euro sowie der passive E110 Sub für rund 619,- Euro.

◆ **Text und Messungen: Anselm Goertz**
Fotos: Dieter Stork, HK Audio (1)