

PRODUCTION PARTNER

Fachmagazin für Veranstaltungstechnik

Artikel
aus Ausgabe 03/2014

TW Audio T24N und B30

Die zweite Generation des TW Audio-Klassikers wurde komplett überarbeitet und mit modernsten Treibern ausgestattet

TW Audio – benannt nach seinem Gründer und heutigem Mitgeschäftsführer Tobias Wüstner – begeht 2014 das zehnjährige Firmenjubiläum. Und vor zehn Jahren gehörte die Topteil/Subwoofer-Kombination aus T24 und B30 nicht nur zu den ersten Lautsprechern im Programm von TW Audio: Sie konnten sich bis heute unverändert erfolgreich im Portfolio halten. Einige tausend Exemplare wurden laut Tobias Wüstner alleine vom T24-Topteil über die Jahre verkauft, die Box erfreut sich bis heute einer unveränderten Beliebtheit. Das Schicksal vieler anderer bekannter Hornsysteme, die heute hinter den Line-Arrays nur noch ein trauriges Dasein fristen (oder ganz vom Markt verschwunden sind) musste das T24 so zum Glück niemals teilen.

Woran könnte das liegen, obwohl es bei TW Audio mit der VERA-Serie ja natürlich auch Line-Arrays im Programm gibt? Vielleicht liegt es an der äußerst kompakten Bauweise und der trotzdem guten Performance. Mit „nur“ 46 kg Gewicht war die ursprüngliche T24 schon immer ein Leichtgewicht im Vergleich zur Klasse von „100 kg plus“ einiger anderer Hersteller. Dieses Dinosauriersterben ging also an der T24 vorbei, und ohne Frage: gibt es natürlich immer noch viele Einsatzbereiche, wo ein klassisches Hornsystem einem Line-Array ebenbürtig oder auch überlegen ist. Denkt man an die vielen Top-40-Bands, Clubkonzerte, Installationen, kleinere Dancefloors oder auch Monitoring auf großen Bühnen, dann ist das Horn-Topteil immer noch erste Wahl. Nun hat sich in den zurückliegenden zehn Jahren in der Chassisentwicklung vieles getan: Die Treiber sind leichter, belastbarer

und besser geworden. Da ist es nur zu verständlich, die bewährte Konstruktion der T24 zu modernisieren und einer Modellpflege zu unterziehen. Die T24 wird daher aktuell zur Prolight + Sound 2014 in der neuen, hier getesteten Version als T24N vorgestellt.

T24N wie „new“ oder Neodym

Äußerlich bedarf es schon eines echten Kennerblicks die T24N von der ursprünglichen T24 zu unterscheiden. Lediglich die etwas stärker gerundete Rückseite der T24N lässt eine optische Unterscheidung zu. Hebt man die Box an, dann wird ein weiterer nicht unerheblicher Unterschied klar. 33 statt 46 kg sind der entscheidende Unterschied, wenn es darum geht ein Topteil noch alleine transportieren und auch aufbauen zu können. Das Gewicht konnte in erster Linie durch den Einsatz von Neodym-Treibern für die beiden 12"-Chassis und für den Kompressionstreiber eingespart werden.

Alle Treiber stammen vom italienischen Hersteller B&C und sind nicht frei käufliche Custom-made-Modelle. Der Hochtöner basiert auf den 3"-Titan Modellen von B&C. Neu ist auch die Bassreflexkonstruktion für die Tieftöner. Auf der großen Hornfläche gibt es jetzt vier Öffnungen, die als Resonatoren arbeiten und den Frequenzgang der Box um über 6 dB zwischen 70 und 100 Hz aufbauen und sich noch bis 200 Hz auswirken, was vor allem für einen möglichen Fullrange-Betrieb wichtig ist. Die beiden 12"-Chassis arbeiten auf ein großes Horn, das mit seiner Öffnung die gesamte Front-



fläche der Box belegt. Beide Treiber sind mit einem Phaseplug ausgestattet, der für den oberen 12er in Form des Hochtöners realisiert wurde.

Die gesamte Hochtoneinheit ist auf vier Metallstegen an der Schallwand der Box montiert und kann nach dem Lösen der vier Schrauben leicht entfernt werden. Letzteres ist deswegen relevant, weil das Hochtonhorn dreh- und wechselbar ist: Es gibt eine 60 × 40 und 90 × 50 Grad Version.

Das Gehäuse der T24N ist aus zwei Hälften aufgebaut: Der vordere Teil mit der inneren Frontplatte enthält das Horn mit den von hinten aufgesetzten 12"-Treibern. Der hintere Teil ist eine Gehäuseschale, die als Volumen aufgesetzt wird. Für einen evtl. Service an den 12"-Treibern ist daher der hintere Gehäuseteil einfach abzunehmen und die Treiber liegen frei zugänglich vor einem.

Die beiden Tieftöner sind 8-Ohm-Chassis und arbeiten elektrisch parallel als 4-Ohm-Einheit. Über einen soliden Schalter auf der Rückseite kann die Box für den passiven oder aktiven Betrieb eingestellt werden. Beides wird über die NL4-Buchse angeschlossen. Schaut man sich die Performance an, dann passt ein T24N-Topteil sehr gut mit zwei B30-Subwoofern (8-Ohm-Systeme) zusammen, sodass man mit zwei

Subs und einem Top eine Endstufe optimal auslasten kann.

Die Möglichkeit eines aktiven Betriebs wurde von internationalen Kunden an TW Audio herangetragen und ist deshalb ebenfalls möglich.

Zubehör

Die Abmessungen der T24N sind zur T24 identisch geblieben, sodass schon vorhandenes Zubehör weiter genutzt werden kann. Dieses gibt es reichlich. Angefangen vom Dolly – passend für T24N und B30 – über Schutzhüllen, Cases, kleine und große Flugrahmen bis hin zu einem soliden Schwenkbügel, mit dem die T24N entweder auf einem Stativ aufgestellt oder auch in einer Traverse gehängt werden kann. Es können mit den entsprechenden Zubehörtteilen komplexe Cluster gebaut werden, Tops sind untereinander wie auch in 45-Grad-Schritten nebeneinander anreihbar. Hier fehlt es also an nichts, was auch nicht weiter verwundert bei einer Box, die sich zu Tausenden seit zehn Jahren im harten Einsatz bewährt. Als System-Endstufen empfiehlt man bei TW Audio die Powersoft K DSP Serie oder alternativ die Lab.gruppen PLM-Serie. TW Audio supportet im Sinne eines Systemgedankens beide Plattformen

mit kompatiblen System-Presets. Die Testanlage wurde zusammen mit einem Powersoft Rack mit zwei K3-DSP Endstufen geliefert. Näheres hierzu später.

Messwerte

Bei den Messwerten beginnen wir wie üblich mit den Impedanzkurven. Neben den Werten der nominellen Impedanz nach Norm, dem Minimum und Ähnlichem, lässt sich hier auch schon einiges über den Lautsprecher selber erfahren, wo z.B. die Abstimmfrequenz des Bassreflexgehäuses liegt, wo die Treiberresonanzen sind und sogar wann die Membran des Hochtöners beginnt Partialschwingungen auszubilden. Für die T24N gibt es dazu drei Kurven in Abbildung 1. Für den LF- und HF-Zweig im aktiven Modus und für die komplette Box im passiven Modus. Das Minimum für den LF-Weg und für die passive Box liegt bei 3,3 Ohm direkt bei der Tuningfrequenz von 73 Hz. Mit den 3,3 Ohm befindet man sich auch noch sicher im Bereich der 20-prozentigen Normtoleranz.

Der Hochtöner gibt sich als 8-Ohm-System zu erkennen. In seinem Arbeitsbereich oberhalb von 250 Hz liegt hier das Minimum bei völlig unkritischen 8,1 Ohm. Die Treiberresonanz liegt bei 473 Hz und die



Das Hochtonhorn der T24N kann als komplette Einheit gedreht oder durch das alternative 90 × 50 Horn ersetzt werden, die Öffnungen auf den Seitenflächen des großen Horns sind Bassreflexöffnungen



Über Boxlinks vorne können Zwischenwinkel eingestellt und auch größere horizontale/vertikale Cluster gebaut werden



Mit dem Montagebügel kann die T24N auf einem Stativ gestellt oder auch in einer Traverse gehängt werden

ersten Partialschwingungen treten ab 13,4 kHz aufwärts auf.

Die Frequenzgänge der T24N wurden zunächst in der aktiven Version gemessen. Abbildung 2 zeigt dazu die Einzelmessungen des LF- und HF-Weges. Die jeweils zwei Kurven sind für die 60 × 40 und 90 × 50 Version. Zur Änderung des Abstrahlwinkels wird nur das Horn des Hochtöners getauscht. Trotzdem gibt es auch einen kleinen Einfluss auf die Tieftöner, da sich die beiden Hörner in ihrer äußeren Form unterscheiden und sich somit dann auch der Phaseplug für den oberen Tieftöner geringfügig ändert.

Das 90 × 50 Hochtornhorn liegt in der Sensitivity ca. 1,5 dB unter dem 60 × 40.

Der Zusammenhang auch ist plausibel, da der gleiche Treiber seine akustische Leistung in der 90 × 50 Version auf einen deutlich größeren Raumwinkel verteilt im Vergleich zur 60 × 40 Ausführung. Zu beachten ist, dass die beiden Kurven der Hochtöner für 2 V / 1 m gemessen sind. Die 1 W / 1 m Sensitivity liegt somit 3 dB höher, womit man dann bei mittleren 109 dB zwischen 1 und 10 kHz liegt. Ein Wert in dieser Größenordnung ist für einen Kompressionstreiber mit 3"-Membran erwartungsgemäß. Zum Kurvenverlauf bei den höheren Frequenzen wäre noch anzumerken, dass alle Messungen mit Frontgitter erfolgten. Ohne Gitter wäre der Verlauf oberhalb von 5 kHz merklich glatter. Mit Gitter entstehen Reflexionen an diesem, die ins Horn zurücklaufen und hier zusammen mit dem Direktschall

zu Interferenzen führen, die sich als Welligkeiten im Frequenzgang äußern.

Recht spektakulär fällt die 2 × 12"-Tieftoneinheit aus. Hier steigt die Sensitivity von 98 dB beginnend bei 100 Hz kontinuierlich bis auf 110 dB bei 1 kHz an. Neben den eigentlichen Werten überrascht vor allem die Gleichmäßigkeit des Verlaufs. Die Filterung kann so relativ einfach ausfallen und man hat ein sicheres Indiz für ein weitgehend resonanzarmes Verhalten.

Mit der integrierten passiven Weiche lassen sich die beiden Wege leicht zusammenbringen, wobei sich die Weiche auf die X-Over-Funktion beschränkt. Alle weiteren Filterungen geschehen dann im Controller, wo sie verlustfrei ausgeführt werden können. Der Vorteil des passiven Betriebs gegenüber der voll aktiven Lösung liegt in der Einsparung eines weiteren Verstärkerkanals und in der Verkabelung.

Für den Großteil der Anwender wird die passive Trennung der T24N die erste Wahl sein. Im Folgenden wird daher nur noch diese Version weiter beschrieben. Die Weichenfunktion für den voll aktiven Betrieb wurde weitgehend der passiven Weiche angenähert, um das Abstrahlverhalten im Übergangsbereich möglichst wenig zu verändern.

Subwoofer B30

Zum T24N wird von TW Audio der Subwoofer B30 empfohlen und im Set PA-SYS-ONE in einem Verhältnis von 2:1 angeboten.

Bestückt ist der bereits vor zwei Jahren überarbeitete B30 mit zwei besonders kräftigen 15"-Chassis von Eighteen Sound. Die beiden mit Gummisicken ausgestatteten Treiber sind auf der V-förmig nach innen geführten Schallwand platzsparend angeordnet. Mittig im Innern der Box befindet sich zudem noch der Bassreflexport. Durch die V-Form entsteht zusätzlich noch eine Art Hornstummel, der sich günstig auf die Abstrahlung auswirkt. Durch die umgekehrte Montage mit dem Magneten nach außen erfahren die Treiber zudem eine optimale Kühlung, da die Abwärme im Vergleich zum Gehäuseinnern leicht entweichen kann.

Die Abmessungen der B30 betragen in der Front gleichlautend zum Topteil 706 × 446 mm und in der Tiefe 800 mm. Das Gewicht liegt bei ebenfalls noch gut verträglichen 39 kg. Das Gehäuse ist seitlich und hinten mit je zwei Griffen ausgerüstet und damit gut handhabbar. Ein auch für die T24N passendes Dolly kann auf der Front befestigt werden. Die B30 verfügt über solide Füße für die Aufstellung hochkant oder flach liegend. Auf den jeweils gegenüberliegenden Seiten gibt es passend dazu reichlich eingefräste Vertiefung, in die die Füße weiterer B30 oder T24N beim Stacking für einen stabilen Stand einrasten können. Ein Blick auf die Impedanzkurve aus Abbildung 4 zeigt ein 8-Ohm-System mit einem Impedanzminimum von 5,8 Ohm bei der Tuningfrequenz von 43 Hz. Typischerweise werden zwei B30 Subs an einem Verstärker

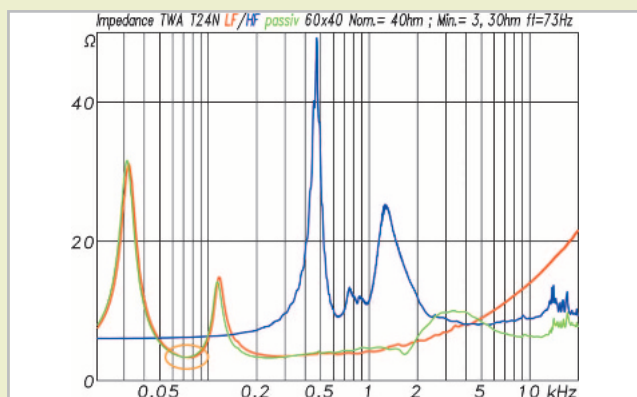


Abb. 1: Impedanzmessungen der T24N im passiven Modus (grün) und aktiv mit separaten Kurven für Tieftöner (rot) und Hochtöner (blau). Der Hochtöner ist ein 8-Ohm-System. Die Tieftoneinheit arbeitet mit zwei parallelen 8-Ohm-Treibern als nominelles 4-Ohm-System. Die Bassreflexabstimmung liegt bei 73 Hz.

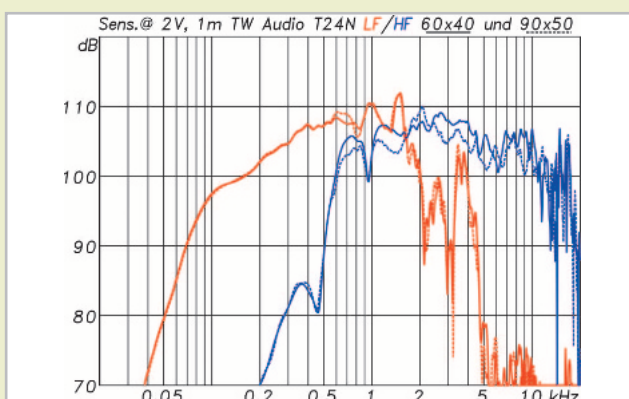


Abb. 2: Frequenzgänge und Sensitivity des LF- (rot) und HF-Weges (blau) in der T24N mit 60 × 40 Horn. Die gestrichelten Kurven zeigen die 90 × 50 Version. Die Sensitivity für alle Kurven ist auf 2 V / 1 m bezogen. Der 1 W / 1 m Wert für den HF-Weg als 8-Ohm-System liegt daher 3 dB höher. Alle Messungen mit Frontgitter.

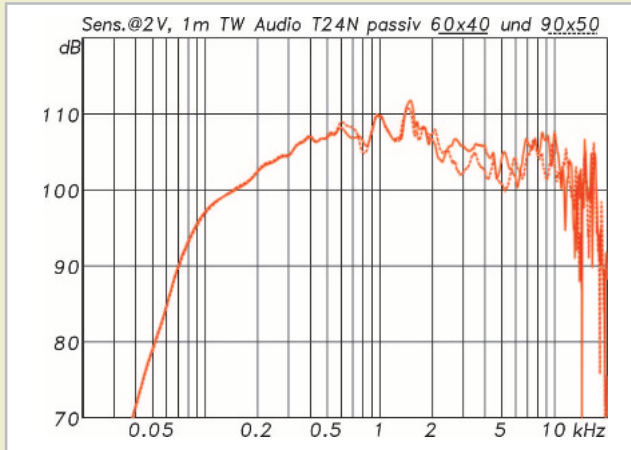


Abb. 3: Frequenzgänge und Sensitivity der T24N mit passiver Weiche in der 60 × 40 und 90 × 50 (gestrichelt) Version

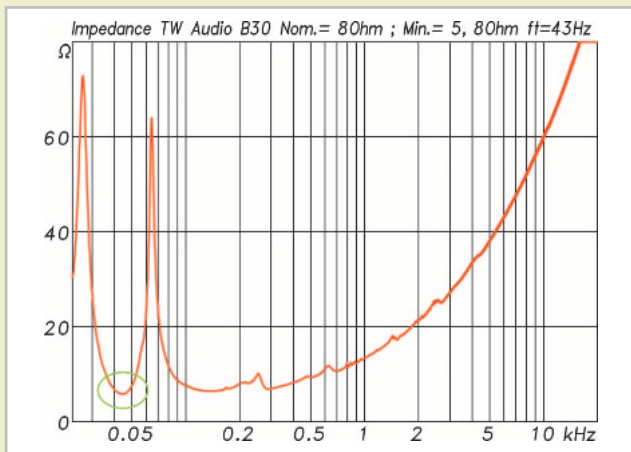


Abb. 4: Impedanzkurve der B30: Die beiden 16-Ohm-Treiber sind parallel zu einem 8-Ohm-System verschaltet, das Bassreflexsystem ist auf 43 Hz abgestimmt

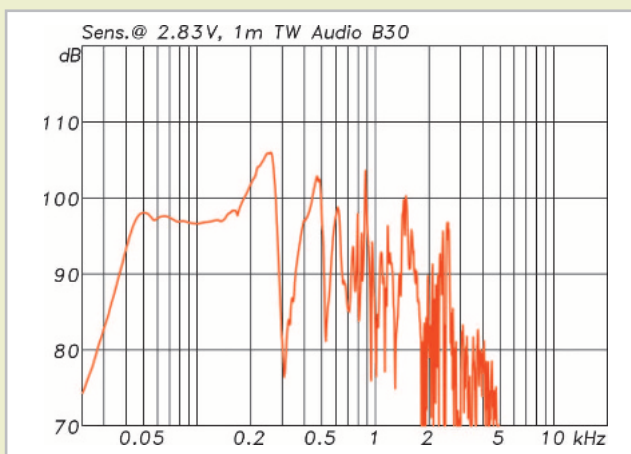


Abb. 5: Frequenzgang und Sensitivity der B30. Zwischen 50 und 100 Hz liegt die mittlere Sensitivity bei 97,2 dB; die untere Eckfrequenz (-6 dB) liegt darauf bezogen bei 38 Hz.

kanal betrieben.

Im Frequenzgang zeigt die B30, was in ihr steckt: Zwischen 50 und 100 Hz wird eine mittlere Sensitivity von 97,2 dB erreicht und die untere Eckfrequenz liegt mit 38 Hz für einen 15"-Subwoofer schön tief. Kombiniert mit einer Programm-Belastbarkeit von 2 kW (1 kW thermische Dauerbelastbarkeit) können zwei B30 mit einer 4-kW-Endstufe einen rechnerischen Maximalpegel von 136 dB erzielen. Näheres dazu im Absatz Maximalpegel und Verzerrungswerte.

Controller und Amping

Die Testanlage war mit dem zugehörigen Standard-Amprack mit zwei Powersoft K3-DSP ausgerüstet. Pro Endstufenkanal stehen je nach Crestfaktor des Signals bis zu 3,3 kW an 4 Ohm zur Verfügung. Das integrierte DSP-System zusammen mit der Armonia-Software ermöglicht reichhaltige Filter- und Limiterfunktionen sowie allerlei Möglichkeiten der Systemüberwachung. Bei den Filtern bietet der DSP neben IIR- und FIR-Filtern auch Raised Cosine Filter, die eine besonders detaillierte Einstellung fast beliebiger Filterkurven ermöglichen. Details dazu finden sich im Testbericht zur K3-DSP in der PRODUCTION PARTNER Ausgabe 4/2011.

In den K3-DSP Endstufen finden sich Setups für die T24N in der aktiven und passiven Version. Für beide Varianten gibt es dann noch die Varianten mit (cut) und ohne (fullrange) zusätzlichen Subwoofer. Abbildung 6 zeigt die zugehörigen Filterkurven zusammen mit dem Verlauf für das B30-Setup. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, die T24N im Fullrange-Modus mit Subwoofer zu betreiben, was zu einer Pegelanhebung zwischen 60 und 200 Hz führt, die in manchen Fällen oder für bestimmte Aufstellungen von Vorteil sein kann.

Gesamtsystem

Wie sich Lautsprecher und Controller in ihrer Gesamtheit darstellen zeigt Abbildung 7. Im Fullrange-Modus (rote Kurve) reicht die T24N bis ca. 70 Hz hinab, womit die Box bei nicht zu sehr basslastigem Programm auch bestens ohne Subwoofer auskommt. Betreibt man die T24N im Cut-Modus und kommt die B30 dazu, dann wird der Frequenzgang um eine entscheidende Oktave hin nach unten erweitert. Hinzu kommt natürlich noch der erhebliche Gewinn im Maximalpegel (siehe dazu auch Abbildung 15).

Den Phasengang (Abbildung 8) betreffend verhält sich die T24N mit und ohne B30 erwartungsgemäß. Jede Trennung und jedes elektrische Hochpassfilter verursacht 360° Phasendrehung. Zu bedenken ist dabei immer, dass bei einem Übergang nicht nur die jeweils elektrische Hoch- und Tiefpassfunktion zählt, sondern auch die akustische durch die Lautsprecher. Ein elektrischer Tiefpass 2. Ordnung zusammen mit dem zugehörigen Lautsprecher kann so auch in einem Tiefpass 4. Ordnung über alles resultieren. Bei der T24N sind das der Übergang zwischen Hoch- und Tieftöner mit 360°, das akustische Hochpassverhalten der Box mit 360° und das zugehörige elektrische Hochpassfilter 4. Ord-



Subwoofer B30 mit zwei 15"-Treibern von Eighteen Sound. Die Bassreflexöffnung liegt mittig zwischen den beiden Treibern innerhalb der Box. Die Hochleistungstreiber sind mit Neodymmagneten und strömungsgünstigen Körben ausgerüstet.

nung. Mit Subwoofer kommen weitere 360° für den Übergang vom Topteil zum Subwoofer hinzu.

Entsprechend unterscheiden sich auch die Laufzeitkurven aus Abbildung 9.

Das Spektrogramm aus Abbildung 10 stellt der Kombination aus T24N und B30 ein insgesamt gutes Zeugnis aus. Resonanzen gibt es nur einige wenige im Bereich um 1 bis 2 kHz und ganz am oberen Ende des Übertragungsbereiches, dort wo unweigerlich die Partialschwingungen der Hochtonmembran einsetzen. Das Nachschwingen unterhalb von 100 Hz ist dem Gruppenlaufzeitanstieg geschuldet.

Directivity

Wollte man alle Varianten der T24N mit Directivity-Messungen abdecken, dann wären das insgesamt 16 Messreihen. Es gibt die aktiven und passiven Varianten jeweils mit einem 60 × 40 und 90 × 50 Horn und beides noch in der Variante mit gedrehtem Horn als 40 × 60 und 50 × 90. Die hohe Flexibilität im Abstrahlverhalten dürfte vor allem auch für den Installationsmarkt wichtig sein, wo sich die Lautsprecher möglichst genau den örtlichen Gegebenheiten anpassen müssen. Speziell für Stadioninstallationen ist laut Tobias Wüstner auch bereits eine wetterfeste Ausführung der T24N in der Bearbeitung. Die Unterschiede zwischen der aktiv und passiv getrennten Version sind in puncto Directivity eher

marginal, da die X-Over-Funktionen der aktiven Weiche soweit wie möglich an die der passiven angepasst wurden. Für den Test haben wir uns daher auf die passive Version in den wichtigsten Versionen als 60 × 40 und 90 × 50 beschränkt.

In allen Fällen erfüllt das Hochtonhorn seine Aufgabe pflichtgemäß ohne Problemstellen. Die 2 × 12"-Einheit bündelt bei der relativ hohen Übergangsfrequenz im Bereich um 1,6 kHz bereits etwas stärker als die Hochtoneinheit, was vor allem für das 90 × 50 Horn und für die vertikale Ebene aufgrund der größeren Ausdehnung der zwei 12er auffällt. Als ganz großer Pluspunkt ist der völlige Wegfall von Interferenzeffekten zu bewerten. Dank der „fast“ koaxialen Anordnung gibt es in keiner Ebene winkelabhängige Phasenunterschiede, die sonst typischerweise in der vertikalen Ebene für Interferenzeffekte verantwortlich sind.

Maximalpegel und Verzerrungswerte

Beim Thema Verzerrungsmessungen wurde im ersten Schritt eine Maximalpegelmessung mit Sinusbursts für höchstens 3 % und höchstens 10 % Verzerrungen durchgeführt. Bewertet werden hier die harmonischen Komponenten k2 bis k9. Der Messalgorithmus steigert dabei den Pegel so lange, bis der entsprechende Verzerrungsgrenzwert von 3 % oder 10 % erreicht ist. Als drittes Abbruchkriterium kann noch ein Leistungslimit für den Lautsprecher oder, wie hier, die Detection eines Limiters im System gesetzt werden. Abbildung 15 zeigt das Ergebnis mit der blauen Kurve für maximal 3 % Verzerrungen und mit der roten Kurve für das 10 %-Limit. Dort, wo beide Kurven zusammenfallen, wurden die Verzerrungsgrenzwerte nicht erreicht bevor der interne Limiter in den K3-DSP Endstufen die Messung stoppte. Die gestrichelten Kurven wurden mit einer Kombination der T24N mit zwei B30 Subwoofern gemessen. Die rote Kurve für die Topteile nähert sich bis auf 1–2 dB dem rechnerischen Maximalwert an, der sich aus der Sensitivity und der von den Limitern maximal zugelassenen Leistung bestimmt. Die Limiter in der K3 sind bei den T24N Topteilen für ein Sinussignal so eingestellt, dass maximal 63,6Veff möglich sind,



System-Amprack mit zwei Powersoft K3-DSP Endstufen. Standardmäßig werden mit einem Rack zwei Stacks mit je 2 × B30 und 1 × T24N betrieben, es sollen aber auch bis zu vier Stacks problemlos funktionieren (4 × T24 + 8 × B30, alle Kanäle 2 Ohm)

entsprechend einer Leistung von 1 kW an 4 Ohm, woraus ein Pegelzuwachs von 30 dB gegenüber der 1 W/1 m Sensitivity resultiert. Für die beiden B30 ergibt sich folgende Rechnung: Die Sensitivity einer einzelnen B30 beträgt 97,2 dB zuzüglich der 3 dB, die man durch die akustische Kopplung von zwei Subwoofern gewinnt. Die K3 Endstufe kann für die Dauer der Sinusbursts eine maximale Leistung von 2,8 kW zur Verfügung stellen, was einem rechnerischen Pegelzuwachs von 34,5 dB entspricht. Der Mittelwert der 10 %-Kurve liegt in Relation dazu nur 1,5 dB niedriger bei durchschnittlichen 133,2 dB zwischen 50 und 100 Hz. Endstufen, Limiter und Lautsprecher ergänzen sich somit bestens.

Die zweite Messung zum Thema nichtlineare Verzerrungen nutzt ein Multisinussignal für die Verzerrungsanalyse. Das Signal setzt sich aus 60 Sinussignalen mit Zufallsphase zusammen und ist entsprechend einem mittleren Musikspektrum nach EIA-426B gewichtet. Der Crestfaktor des Signals liegt bei 12 dB und kommt damit ebenfalls einem normalen Musiksignal sehr nahe.

Die grüne Kurve aus Abbildung 16 stellt die Frequenzgewichtung des Messsignals dar. Die blauen Linien bzw. die 1/6-Oktavband-Summenkurve zeigen das über den Lautsprecher übertragene Signal. Die roten Linien und die Summenkurve enthalten ausschließlich die Verzerrungsanteile beste-

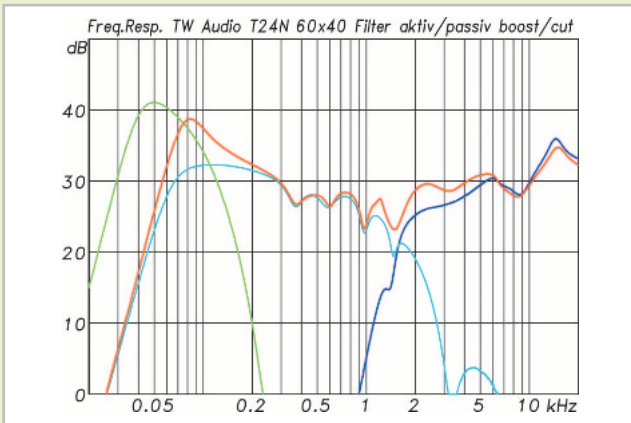


Abb. 6: Controllerfunktionen der K3-DSP Endstufen. In hell- und dunkelblau für den aktiven Betrieb der T24N mit Low-Cut. In rot für die passive Variante ohne Low-Cut. In grün das Filter für den Subwoofer B30.

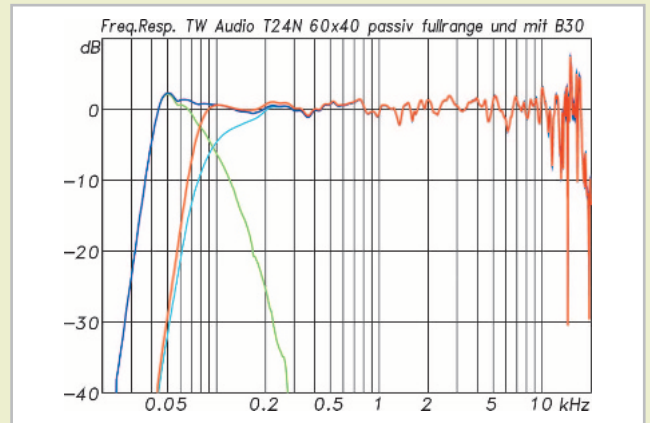


Abb. 7: Frequenzgänge des Systems mit Controller. In rot die T24N im Fullrange Modus und in hellblau mit Low-Cut für die Kombination mit Subwoofer (grün). Ohne Subwoofer ist die T24N bis 70 Hz hinab gut einsetzbar. Die B30 erweitert den Übertragungsbereich um eine Oktave zu den Tiefen hin. Alle Kurven beziehen sich auf die T24N im passiven Modus.

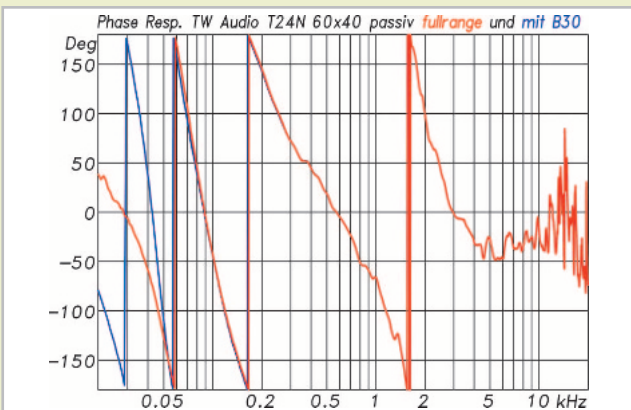


Abb. 8: Phasengänge der T24N fullrange (rot) und mit B30 Subwoofer (blau). Für jeden X-Over-Punkt gibt es 360° Phasendrehung und für die elektrischen bzw. akustischen Hochpässe ebenfalls.

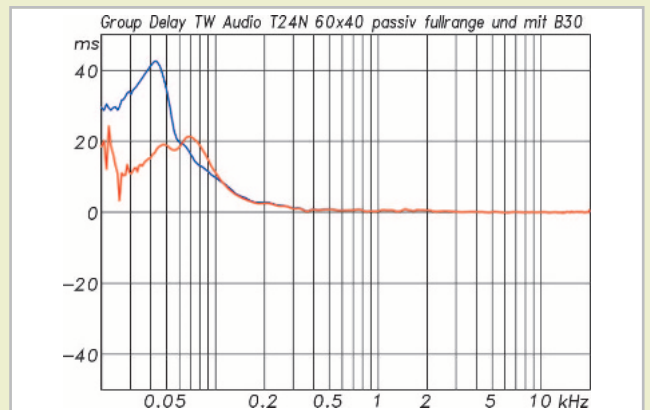


Abb. 9: Gruppenlaufzeitverhalten der T24N fullrange (rot) und mit B30 Subwoofer (blau). Mit Subwoofer nehmen die Phasendrehungen im Bassbereich zu und die Laufzeitkurve steigt entsprechend an.

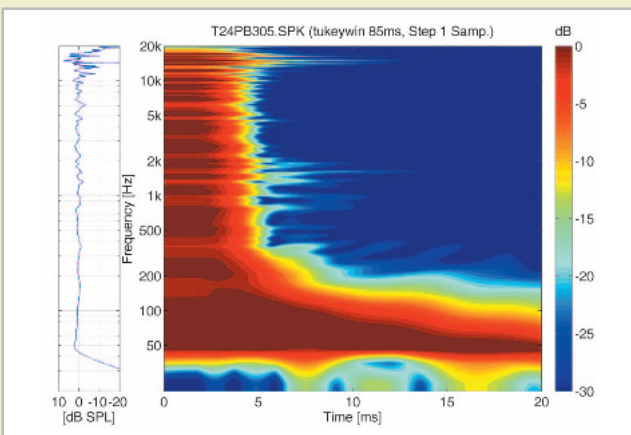


Abb. 10: Spektrogramm der Kombination aus T24N mit B30. Zwischen 1 und 2 kHz gibt es einige kleine Resonanzen. Oberhalb von 13 kHz sind Membranresonanzen des Hochtöners und Reflexionen vom Hornmund bzw. Gitter zu erkennen.

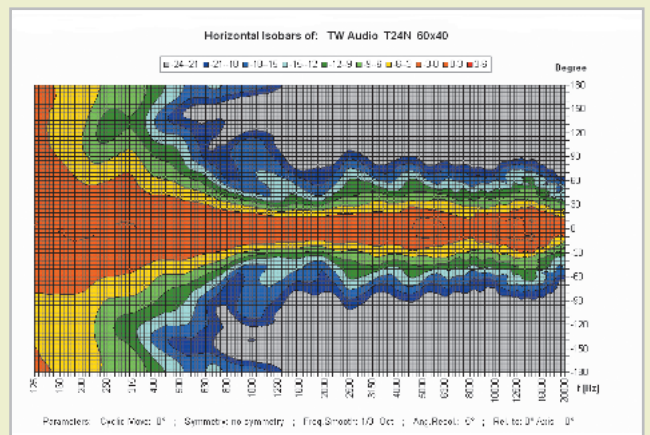


Abb. 11: Isobarenkurven in der Horizontalen für die T24N in der passiven Version mit 60 x 40 Horn. Die 60° werden ab 800 Hz aufwärts erreicht. Zwischen 1 und 2 kHz schnüren sich die Isobaren geringfügig ein.

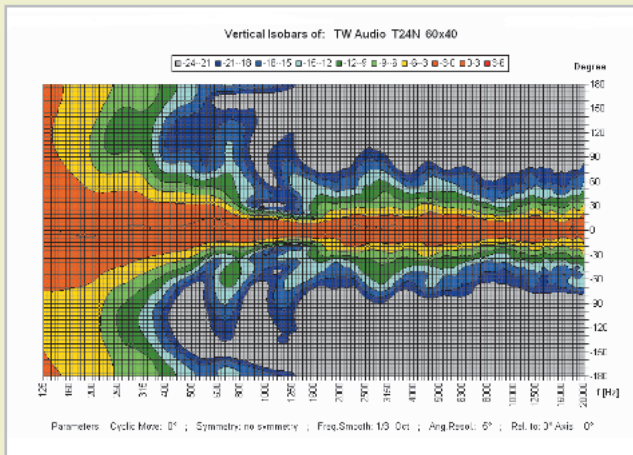


Abb. 12: Isobarenkurven in der Vertikalen für die T24N in der passiven Version mit 60 × 40 Horn. Die 40° werden vom Hochtonhorn weitgehend eingehalten. Die 2 × 12"-Einheit bündelt in den Mitten etwas stärker.

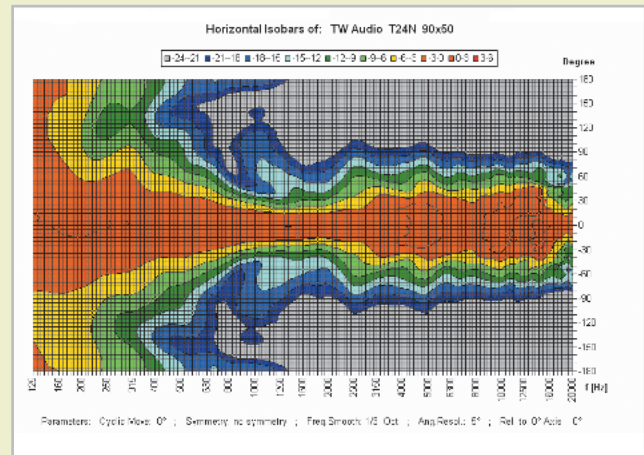


Abb. 13: Isobarenkurven in der Horizontalen für die T24N in der passiven Version mit 90 × 50 Horn. Relativ zu den 90° des Hochtonhörers wirkt sich die Einschnürung in den Mitten hier optisch etwas stärker aus.

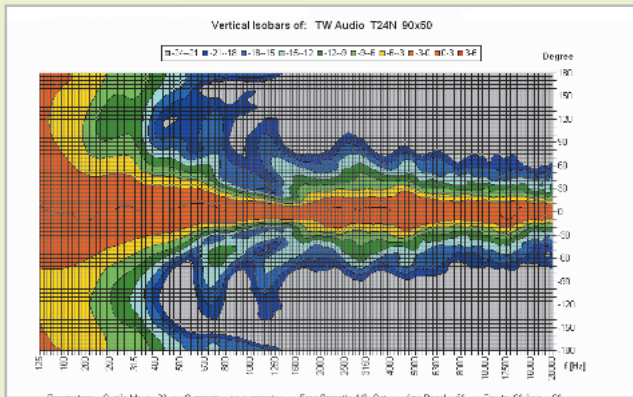


Abb. 14: Isobarenkurven in der Vertikalen für die T24N in der passiven Version mit 90 × 50 Horn

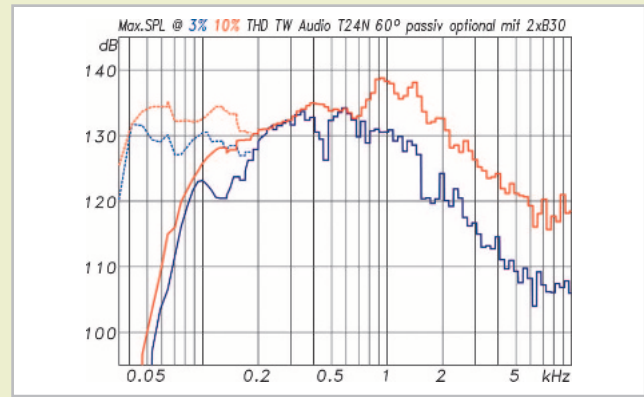


Abb. 15: Maximalpegel für höchstens 3 % (blau) und höchstens 10 % (rot) Verzerrungen für eine T24N im Fullrange-Modus und mit zwei B30 Subwoofern. Die Subs ergänzen das Top sehr schön. Schwachstellen im Kurvenverlauf gibt es keine.

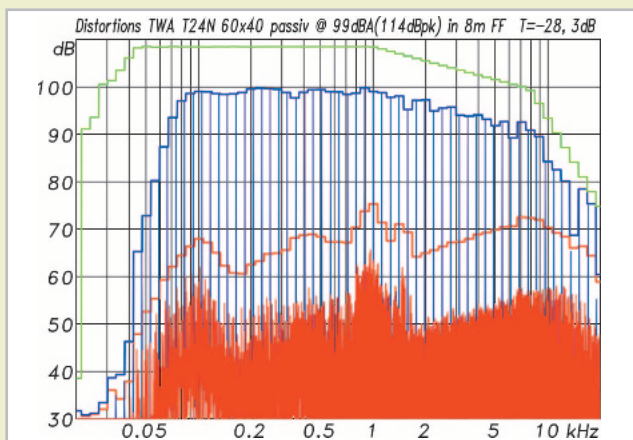


Abb. 16: Intermodulationsverzerrungen für einen L_{eq} von 99 dBA in 8 m Entfernung. Als Anregungssignal wurde ein Multisinussignal mit EIA-426B Spektrum (grün) und 12 dB Crestfaktor benutzt. In rot die Verzerrungskomponenten mit einem Anteil von 4 %. Der dabei gemessene Spitzenpegel bezogen auf 1 m Entfernung betrug 132 dB.

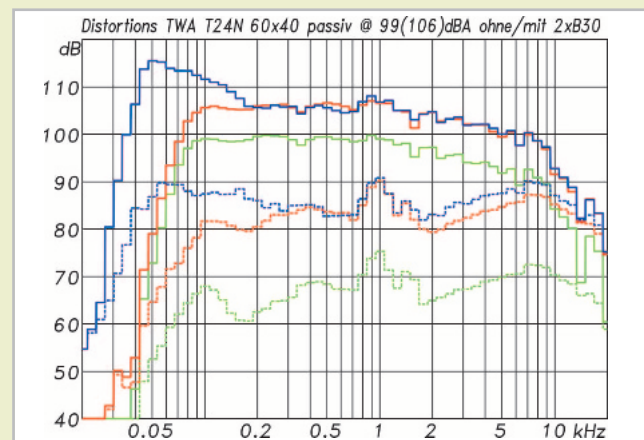
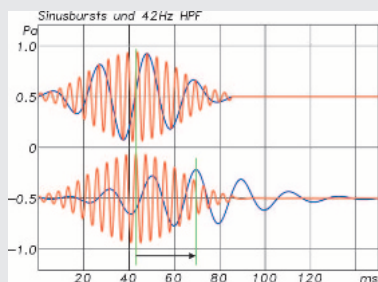


Abb. 17: Messung der Gesamtverzerrungen für: grün: T24N bei 99 dBA / 8 m 132 dBpk / 1 m rot: T24N bei 106 dBA / 8m 139 dBpk / 1 m blau: T24N mit 2 × B30 bei 106 dBA / 8 m

hend aus den harmonischen Verzerrungen und allen Intermodulationsverzerrungen. Die Messung wird typischerweise für einen üblichen Nutzsiegelpegel durchgeführt, womit man einer realen Betriebssituation nahe kommt. Für die T24N wurde dazu ein Pegel von 99 dBA in 8 m Entfernung unter Freifeldbedingungen eingestellt. Der Pegel ist hier als L_{Aeq} (Energieäquivalenter Dauer-

Phasendrehung und Gruppenlaufzeit

Starke Phasendrehungen und ein Anstieg der Gruppenlaufzeit bedeuten nicht – wie man es oft missverständlich hört – dass tiefe Frequenzen zu spät wiedergegeben werden. Vielmehr wird der Energieschwerpunkt einer



Zwei Sinusbursts im Original (oben), die über ein System mit Gruppenlaufzeitanstieg zu den tiefen Frequenzen hin übertragen werden (unten). Der Energieschwerpunkt des tieferfrequenten blauen Bursts verschiebt sich um die Gruppenlaufzeitdifferenz des Systems (grüne Linien)

Frequenzgruppe verzögert. Unsere Simulation veranschaulicht das anhand zweier Sinusbursts: Oben sind zwei Originalsignale dargestellt, unten beide Signale nach der Übertragung über ein Hochpassfilter. Der blaue Sinusburst mit der tieferen Frequenz zerläuft und sein Energieschwerpunkt verschiebt sich deutlich nach hinten. Der rote Burst bleibt dagegen nahezu unverändert. Die hier zu erkennende zeitliche Differenz der Energieschwerpunkte, die durch die Übertragung über das System entsteht, entspricht der Gruppenlaufzeitdifferenz zwischen diesen beiden Frequenzen.

schallpegel) zu verstehen. Der linear bewertete Pegel liegt dabei ca. 3 dB höher. Für den Spitzenwert sind nochmals 12 dB zu addieren. Das bedeutet für die T24N 114 dB Spitzenpegel in 8 m Entfernung entsprechend 132 dB in 1 m. Die dabei gemessenen Gesamtverzerrungen lagen mit $-28,3$ dB (4 %) sehr niedrig.

Die Box ist damit aber noch keinesfalls an ihrem Limit angelangt. Für die Kurven in Abbildung 17 wurde der Pegel weiter gesteigert. Ausgangspunkt war dabei die 99-dBA-Messung in 8 m Entfernung. Die grünen Kurven zeigen dazu nochmals den Verlauf des Gesamtpegels (durchgezogene Kurven) und der Verzerrungsanteile (gestrichelte Kurve) aus Abbildung 15. Steuert man die Endstufe jetzt bis zum Einsetzen der Limiter aus (rote Kurven), dann steigert sich der Pegel um 7 dB auf 106 dBA L_{eq} in 8 m und 139 dB Peak in 1 m Entfernung. Der Verzerrungsanteil liegt dann bei immer noch gut akzeptablen 10 %.

Die blauen Kurven in Abbildung 17 wurden ebenfalls für 106 dBA gemessen, jetzt aber mit der Erweiterung durch zwei B30. Unterhalb von 150 Hz steigt der Pegel erwartungsgemäß an, ohne dass die Verzerrungen hier zunehmen. Ganz im Gegenteil sogar, sinken die Werte ab. Ganz nebenbei gibt es aber ein anderes Phänomen zu beobachten: Kommen die Subwoofer hinzu, dann steigen die Verzerrungswerte ausschließlich im Arbeitsbereich des Hochtöners um 2–3 dB an. Eine Erklärung dafür fehlt momentan leider noch. Es könnten elektrische oder akustische Phänomene sein, die die Verzerrungen in Gegenwart sehr hoher tieffrequenter Schalldrücke bei unserer Art des Aufbaus leicht ansteigen ließen.

Hörtest

Für den Hörtest wurde ein Stereo-Set bestehend aus je einem Subwoofer B30 und einem Top T24N pro Seite im Messraum aufgebaut. Trotz der etwas praxisfernen Randbedingungen kann hier das klangliche Verhalten aufgrund der fehlenden Raumeinflüsse besonders gut beurteilt werden. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit – ebenfalls aufgrund des fehlenden Diffusfeldanteils aus dem Raum – hier recht laut abhören zu können, ohne dass es durch den Pegel unangenehm wird. Die Hörabstände

liegen im reflexionsarmen Raum typischerweise bei 6–8 m.

Zunächst wurde die T24N ohne Subwoofer fullrange gehört. Die Basswiedergabe war dabei schon erfreulich kräftig, sodass man je nach Musik nicht unbedingt etwas vermisste, solange nicht direkt umgeschaltet wurde. Mit Subwoofer lief das System dann vollends zur Hochform auf: Highend-tauglicher Klang mit der Dynamik einer Live-Performance. Die Anlage machte hier einfach nur Spaß und selbst kritische Ohren konnten keinen Ansatz für Kritik finden. Es wurden reichlich Samples durchgehört, wobei sich jeder der Anwesenden direkt gut vorstellen konnte, für was man die Anlagen bestens einsetzen könnte: Club-Konzerte, Zeltveranstaltungen, DJ-Acts, Sprachbeschallungen über große Distanzen, Installationen von klein bis groß ... Auffallend waren vor allem die tonale Ausgeglichenheit und der auch bei sehr hohen Pegeln immer angenehm bleibende Sound des Systems.

Fazit

Mit der T24N als Nachfolger der seit jetzt zehn Jahren bestens bewährten T24 gelingt TW Audio weit mehr als nur eine Modellpflege. Das extrem kompakte und jetzt mit Neodym-Treibern nochmals leichtere und zudem fullrange-taugliche, vollständig horngeladene Topteil ist Lautsprecherbau in höchster Perfektion auf allen Ebenen. Dazu gibt es nun noch das alternative 90 × 50-Grad-Horn sowie die serienmäßige Umschaltmöglichkeit zwischen Passiv- und 2-Weg-Aktivbetrieb. Neben der klanglichen und messtechnischen Performance ist hier auch alles andere bestens gelungen. Die Verarbeitung ist sehr gut, das Zubehör reichhaltig und das Handling des Topteils und auch des Subwoofers ist durchdacht und leicht, im wahrsten Sinne des Wortes. Es fällt daher nicht schwer, der neuen T24N zusammen mit dem schon vor zwei Jahren überarbeiteten Subwoofer B30 und den mit Powersoft oder Lab.gruppen bestückten System-Ampracks viele weitere erfolgreiche Jahre vorherzusagen.

◆ **Text und Messungen: Anselm Goertz**
Fotos: Hersteller