

DÄNISCHE ENTDECKUNG

Highend-Monitor mit Scan Speaks Discovery-Chassisserie



Scan Speak ist bekannt für herausragende, allerdings auch herausragend kostspielige Lautsprecherchassis. Mit ihrer Discovery-Chassisserie zeigen die Dänen seit kurzem, dass sie auch im moderateren Preisbereich exzellentes Material zu bieten haben. Unseren ScaMo 15 bestückten wir mit diesem Chassismaterial – einen Abhörmonitor, der über seinen Kostenrahmen klanglich weit hinaus wächst.

„Discovery“ bedeutet ins Deutsche übersetzt „Entdeckung“. Die Namenswahl scheint darauf hinzudeuten, dass Scan Speak die Möglichkeit, auch preisgünstige Chassis zu fertigen, als Entdeckung feiert. Vollkommen zu Recht: In den Chassistests der letzten Jahre besetzten die Discovery-Hoch- und Tieftöner ein ums andere Mal vordere Plätze. Damit wurde es höchste Zeit, je einen der besonders reizvollen Hoch- und Tieftöner zu rekrutieren, um diese Schallwandler auch einmal in musikalischer Aktion zu erleben.

Für den Hochtonpart war klar, dass der Ringstrahler R2604/832000 (s. S. 10) den Zuschlag erhalten würde: In HOBBY HiFi 5/2012 hatte er eindrucksvoll seine Extraklasse unter Beweis gestellt und einen sagenhaft glatten sowie bis 40 Kilohertz hinauf perfekt ausgewogenen Frequenzgang abgeliefert. Seitdem senkte Scan Speak sogar den Preis: Schon für 60 Euro fanden wir ihn klasse; für 45 Euro ist er jetzt das ultimative Schnäppchen.

Den Tieftonpart zu besetzen gestaltete sich nicht ganz so einfach: Mit 18W/8434G00, 15W/8434G00 und 12W/8524G00 empfehlen sich gleich drei Discovery-Tiefmitteltöner mit 12, 15 und 18 Zentimetern Nennmaß für dieses Projekt. Getestet wurden sie in HOBBY HiFi 2/2012, 4/2012 und 1/2013. Wir entschieden uns für den mittleren der drei (s. S. 12); der größte hätte fast das dreifache Gehäusevolumen benötigt, der kleinste jedoch kein deutlich kleineres Gehäuse als der 15W/8434G00. Auch er wurde seit seinem Test im Preis gesenkt, von 70 auf 58 Euro. Chassis dieser Preisklasse verarbeiten wir normalerweise in den „Cleveren Concepten“; ungeachtet ihrer verführerisch günstigen Preise bieten die Discovery-Scan-Speaks aber veritable Highend-Qualität, so dass die Veröffentlichung als „Highend-Projekt“ absolut gerechtfertigt erscheint.

Das für den 15 Zentimeter großen Scan-Speak-Töner angemessene Gehäuse umfasst netto neun Liter. Bassreflexkanal, Tieftonmagnet, die Gehäusestrebe und die Frequenzweiche nehmen jeweils etwas Volumen in Anspruch, das dem Tieftöner nicht zur

WEGWEISER

Hochtöner: Datenblatt	10
Tieftöner: Datenblatt.....	12
Messergebnisse	14
Gehäuse: Bauplan	15
Gehäuse: Stückliste, Bedämpfung.....	15
Frequenzweiche: Schaltplan, Stückliste, Aufbau.....	16
Kommentar zur Frequenzweichenschaltung	17
Hersteller-/Vertriebsadressen.....	81

Verfügung steht – insgesamt zirka einen Liter. Deshalb muss die Multiplikation der Gehäuse-Innenmaße nicht etwa auf neun, sondern auf zehn Liter Volumen führen. Exakt gerechnet sind es 10,3 Liter.

Kantengestaltung

Bei scharfkantigen Lautsprechergehäusen kommt es im Übertragungsbereich des Hochtöners zur Schallbeugung. Dabei entsteht an jeder Kante eine virtuelle Schallquelle, die mit dem Direktschall des Hochtöners an der Hörposition interferiert. Deshalb beobachtet man bei bestimmten Frequenzen Schallauslöschungen und damit Senken im Frequenzgang. Der Effekt tritt praktisch nur axial in Erscheinung, da dann die Kanten links und rechts des Hochtöners die gleiche Wirkung haben.

Als Gegenmaßnahmen stehen der asymmetrische Einbau des Hochtöners oder eine Abschrägung bzw. Verrundung der Kanten zur Auswahl. Die von uns gewählte Abschrägung im Winkel von 25 Grad zur Boxenfront, die zum Tieftöner hin ausläuft, erweist sich immer wieder als ideal. Dies erkennt man an der weitgehenden Deckungsgleichheit der axialen und der im Winkel von 30 Grad aufgenommenen Frequenzgangkurven (s. S. 14). Eine Verrundung mit entsprechendem Radius hilft ebenfalls, vielleicht sogar noch einen Tick besser, erfordert aber einen erhöhten handwerklichen Aufwand, gerade wenn eine Echtholzoberfläche das Ziel ist. Hier kann jeder die ihm genehme, seinen Möglichkeiten entsprechende Bauform wählen.

Bassreflexabstimmung

Die Gehäusesimulation für den 15W/8434G00 liefert einen Bassreflexkanal mit nicht ganz unerheblicher Länge von 25 Zentimetern (s. S. 14). Auch wenn die Erfahrung lehrt, dass in der Praxis etwas höhere Verluste auftreten, als der Simulation zugrunde liegen, und der Reflexkanal daher etwas kürzer ausfällt, ist das immer noch ein Kanal, der an der von uns favorisierten Position auf einer Seitenwand knapp hinter der Gehäusefront nicht ohne 90-Grad-Bogen auskommt.

Durch Platzierung in einer Gehäuseecke lässt sich die akustische Wirkung der an die innere Reflexkanal-Mündung angrenzenden Gehäusewände für eine virtuelle Verlängerung des Reflexkanals nutzen. Dies führte im vorliegenden Fall zu einer optimalen Länge des Bassreflexkanals von nur noch zehn Zentimetern. Wer einen etwas druckvolleren Bass favorisiert und dafür mit minimal weniger Tiefbass einverstanden ist, kann den Kanal sogar nur acht Zentimeter lang fertigen.

Leider entzieht sich die Dimensionierung des Reflexkanals jedem Berechnungsversuch. Inzwischen haben wir eine ganze Reihe von Lautsprechern mit ähnlich platzierter Reflexöffnung gebaut und gemessen, ohne eine brauchbare Berechnungsmethode gefunden zu haben. Da die Abstimmfrequenz laut Simulation aber in der Regel stimmt, reicht es aus, mittels Impedanzmessung die Bassreflex-Eigenfrequenz zu ermitteln und die Länge des Kanals so lange zu verändern, bis die angestrebte Abstimmfrequenz erreicht ist. Eine detaillierte Anleitung für Impedanzmessungen finden Sie in HOBBY HiFi 5/2009 und 1/2010.

Der Ringstrahler-Hochtöner ist das ultimative Schnäppchen

Bedämpfung

Im Interesse einer optimalen Bassreflexfunktion ist es wichtig, eine zu starke Bedämpfung des Gehäuses zu vermeiden. Trotzdem müssen natürlich sämtliche Störungen im Mitteltonbereich wie etwa Flatterechos unterdrückt werden. Beides erreicht man durch eine starke Bedämpfung in Wandnähe und den Verzicht auf Dämpfungsmaterial im mittleren Gehäusebereich. Eine Kombination aus verdichteter und lockerer Polyesterwatte erfüllt die gestellte Aufgabe bestmöglich. Zwischen Tieftöner und Bassreflexkanal bleibt das Innenvolumen unbedämpft, nur die Seitenwände und der Boden werden mit verdichteter Polyesterwatte in 20 Millimetern Stärke (Bondum 800) ausgekleidet. Im oberen Gehäusebereich zwischen Hochtöner und Rückwand sowie als Abdeckung der auf der Rückseite des Gehäuses montierten Frequenzweiche setzen wir lockere Polyesterwatte (z.B. Sonofil) ein. Detailliert erläutert der Kasten „ScaMo 15: Gehäuse“ auf Seite 15 die Bedämpfung.

Frequenzweiche

Die Frequenzweichenschaltung konnte bemerkenswert schlicht gehalten werden, sie beschränkt sich auf 12-dB-Filter für Hoch- und Tieftöner sowie einen Widerstand im Signalweg zur Pegelanpassung des Hochtöners. Ein Bypass-Kondensator überbrückt diesen, um noch einen Hauch mehr Feinzeichnung und räumliche Tiefe zu erzielen. Der Kasten auf S. 17 erläutert die Schaltung.

Weichenbauteile

Für die Highend-Version der Frequenzweiche griffen wir zu Bauteilen der Firma Mundorf. Deren Evo-Kondensatoren bieten mit ihrem schmalen Folienwickel, der einen auffällig großen Durchmesser aufweist, niedrige Ei-

geninduktivität und ohm'sche Verluste. Die Version mit Öltränkung zeichnet sich zudem durch besonders geringe Mikrofonieanfälligkeit aus. Diese Kondensatoren setzen wir im Hochtonzweig der Frequenzweiche ein, während es parallel zum Tieftöner auch ein konventioneller MKP-Kondensator tut.

Auch bei den Spulen kommt es auf Mikrofoniearmut an. Deshalb sind sie aus resonanzdämpfend verbackenem Draht gewickelt. Dieser Draht verfügt außerhalb seiner Lackisolierung über eine zweiten, schmelzfähigen und im geschmolzenen Zustand klebrigen Überzug. Per Stromstoß werden die fertig gewickelten Spulen kurzzeitig erhitzt. So schmilzt der Klebstoff, und nach dem Erkalten sind die Windungen miteinander verklebt, können sich also praktisch nicht mehr bewegen.

In der kostengünstigeren Preis-Leistungsempfehlung für die Frequenzweiche verzichten wir auf Backlackdrahtspulen und Evo-Caps mit Öltränkung, setzen aber immerhin auf Luftspulen mit gleichem Drahtquerschnitt und im Hochtonzweig auf MKP-Folienkondensatoren.

Klanglich unterscheiden sich beide Bauteilempfehlungen nicht grundlegend: Die Tonalität ist in beiden Versionen gleichermaßen optimal, die gemessenen Frequenzgänge sind identisch. Vorteile bietet die Highend-Empfehlung bei der Luftigkeit und Räumlichkeit: Mit Frequenzweichen gemäß Highend-Empfehlung löst sich das Klangbild souveräner von den Lautsprechern, ist breiter und tiefer gestaffelt. Stimmen und

Technische Daten

ScaMo 15

Entwickler:	.....Dipl.-Ing. Bernd Timmermanns (Ing.-Büro Timmermanns, Kleve)
Lautsprecherchassis:	..... Scan Speak
Maße BxHxT:	.....180x360x270 mm
Tiefton-Nettovolumen:	.....9 l
Gehäuse-Funktionsprinzip:	.....Bassreflex-Gehäuse
Nennimpedanz nach DIN:	.....8 Ohm
Impedanzminimum ohne Impedanzkorrektur:	.....6,4 Ohm/200 Hz
Impedanzminimum mit Impedanzkorrektur:	.....5,7 Ohm/200 Hz
Empfindlichkeit (2,83 V, 1 m):	.....85 dB
Übertragungsbereich (-3 dB):	.....52 Hz ->40 kHz
Trennfrequenz:	.....2,0 kHz
Kosten (pro Lautsprecherbox):	.....
Tieftöner:	.....58 Euro
Hochtöner:	.....45 Euro
Frequenzweichen-Bauteile:	.....30/52 Euro (*)
Holz-Zuschnitte MDF roh:	.....8 Euro
Bedämpfung u. Kleinteile:	.....15 Euro
Summe:	.....156/178 Euro (*)

(*) mit Bauteilen gemäß unseren Empfehlungen für „Preis-Leistung“ bzw. „Highend“ (s. S. 16), jeweils ohne die optionale Impedanzkorrektur

Instrumente sind präziser lokalisierbar und klarer gezeichnet.

Messergebnisse

ScaMo 15 glänzt mit einer vollkommen perfekten Frequenzgangkurve, die ab knapp über 50 Hertz bis 40 Kilohertz hinauf Maßstäbe setzt, was Linearität und Ausgewogenheit angeht. Auch in puncto Rundstrahlverhalten zeigt sich der Lautsprecher in Bestform, erkennbar daran, dass die axiale und die im Winkel von 30 Grad gemessene Kurve sich an keiner Stelle kreuzen.

Das Wasserfallspektrum zeigt schnellstes Ausschwingen ohne jegliche Resonanzstörung, und der Klirplot attestiert einen besonders gleichmäßigen Klirverlauf auf niedrigem Niveau. Die Impedanzkurve weist den Lautsprecher als einwandfreie Acht-Ohm-Konstruktion aus, und das trotz des Hochtöners mit vier Ohm Nennimpedanz. Die Aktion „Impedanzanhebung im Hochtonbereich“ (s. Kasten auf S: 17) ist damit voll und ganz gelungen.

Hörtest

Im Hörraum klebten wir unsere ScaMo 15 mit der dauerelastischen Dichtmasse „Terostat IX“ auf sandgefüllte und Spikes-bewehrte Boxenfüße. Eine so stabile Aufstellung bringt gerade bei kleinen und leichten Lautsprechern einen enormen Klanggewinn.

Dank des fehlerfreien Rundstrahlverhaltens ohne Interferenzartefakte ist es problemlos möglich, ScaMo 15 auf die Hörposition auszurichten. Um die räumliche Abbildung optimal aufzuweiten, drehten wir die Lautsprecher nach ersten Versuchen aber doch wieder etwas nach außen, so dass die Hör- und die Lautsprecherachse einen Winkel von etwa zehn Grad bilden. Auf eine Anwinkelung ganz zu verzichten erwies sich als ungünstig; dazu bündelt der Hochtöner zu stark.

Die perfekt ausgewogene Abstimmung der Lautsprecher lässt beim spontanen Hinhören den Aha-Effekt vermischen. Der stellt sich aber umso nachdrücklicher ein,

Ein Bypass-Kondensator bewirkt noch einen Hauch mehr Feinzeichnung und räumliche Tiefe

wenn man bestens bekanntes Programmmaterial abspielt. Die Natürlichkeit, mit der diese Lautsprecher agieren, ist erheblich kostspieligeren Projekten ebenbürtig und geradezu referenzwürdig. Stimmen modellieren sie absolut authentisch, Madeleine Peyroux etwa hatte

bei ihrer Coverversion des Beatles-Klassikers „Martha, My Dear“ Gänsehautqualität.

Forcierte Lautstärke stecken die ScaMo 15 erstaunlich gelassen weg.

Maceo Parker stellte sie mit seinem Altsaxofon und der WDR-Bigband im Hintergrund (Maceo Parker: Soul Classics) auf eine harte Probe, die sie mit Bravour meisterten.

Den Bass spielt bei dieser grandiosen Aufnahme Christian McBride. Dessen Bassläufe waren jederzeit klar nachvollziehbar, und das Volumen des mächtigen Instruments vermittelte die zierlichen Lautsprecher glaubwürdig. Das gilt auch für den Tiefbass. Natürlich fehlt die unterste Oktave; die ist dann doch den Boliden vorbehalten. Aber mit einer Grenzfrequenz von knapp über 50 Hertz spielt ScaMo 15 in einer höheren Liga, als man ihm ansieht. Einen Subwoofer braucht unser Scan-Speak-Monitor jedenfalls nicht.

Der Ringstrahler-Hochtöner liefert seidig schimmernde und faszinierend detailverliebte Höhen. Schon bei geringer Lautstärke löst er selbst feinste Details auf und leuchtet den Raum bis weit in die Tiefe aus.

Fazit

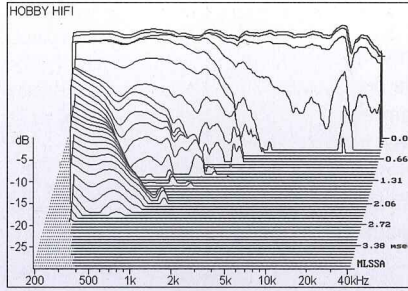
ScaMo 15 zeigt, dass auch kleine und preisgünstige Lautsprecher auf höchstem Niveau mitspielen können. Angesichts des kalkulierten Materialeinsatzes von gerade mal 360 Euro pro Paar mit Highend-Frequenzweiche, wenn die

Gehäuse in Eigenfertigung entstehen, fällt es schwer, von einem Highend-Projekt zu sprechen. Angesichts des akustischen Ergebnisses absolut nicht. Vergleichbare Fertiglautsprecher sind sicherlich nicht im dreistelligen Preisbereich zu finden – und dass Fertigboxen um 1.000 Euro Paarpreis schon so gut klingen wie ScaMo 15, ist eher unwahrscheinlich.

Abschrägungen der Gehäusefront seitlich des Hochtöners verbessern das Rundstrahlverhalten erheblich. Sie fördern das Loslösen des Klangs von den Lautsprechern.

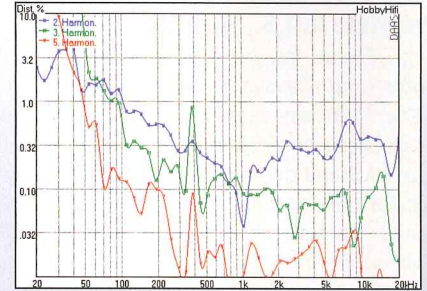


M1: Messergebnisse



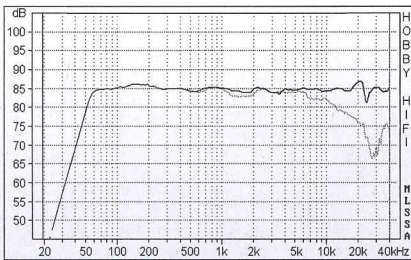
Wasserfallspektrum 0°

Sauberes, schnelles und gleichmäßiges Ausschwingen ohne jegliche Störung.



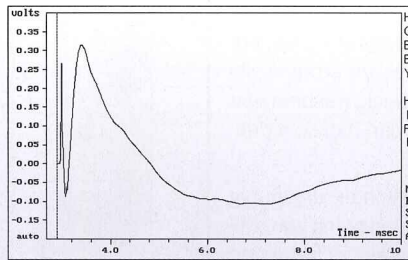
Klirrfaktor-Frequenzgänge K2, K3 u. K5 bei 90 dB mittlerem Schalldruckpegel

Niedriger, im Tieftonbereich erfreulich langsam ansteigender Klirr.



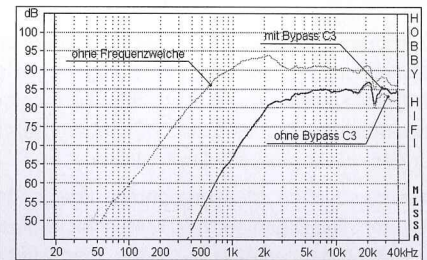
Schalldruck-Frequenzgang axial (—) und unter 30 Grad (---)

Linearität, Ausgewogenheit und Rundstrahlverhalten in Perfektion.



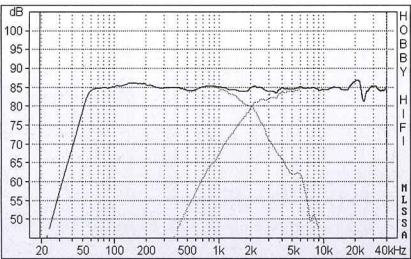
Sprungantwort 0°

Hoch- und Tieftöner reagieren auf die Anregung mit gleicher Polarität. Typisch für Zweiwegsysteme: Der Hochtonpuls eilt dem Tieftöner ca. 0,4 Millisekunden voraus.



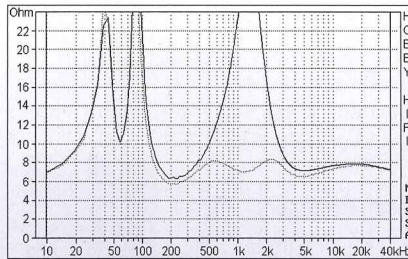
Schalldruck-Frequenzgang des Hochtöners ohne und mit Frequenzweiche axial

Der Bypass-Kondensator parallel zum den Hochtonpegel justierenden Widerstand wirkt erst oberhalb von 20 kHz, ruft aber dennoch einen hörbaren Effekt hervor.



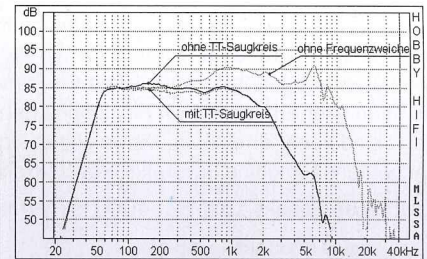
Schalldruck-Frequenzgang Hoch-, Mittel-, Tieftöner und Summe axial

Saubere Addition der Hochton- und Tieftonkomponente im Bereich der Übergangsfrequenz.



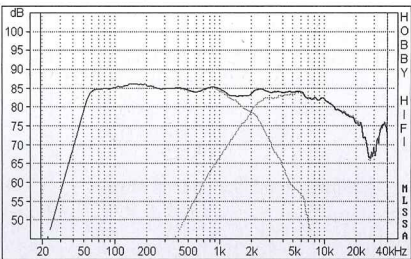
Impedanz-Frequenzgang ohne und mit Impedanzkorrektur

Der Saugkreis R2, C4, L3 glättet die Impedanzkurve im Mittel-hochtonbereich, wichtige Voraussetzung für fehlerfreien Betrieb an einer Röhrendstufe mit niedrigem Dämpfungsfaktor.



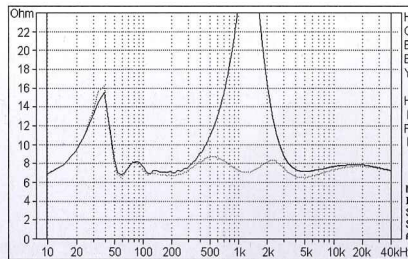
Schalldruck-Frequenzgang des Tieftöners ohne und mit Frequenzweiche axial

Zwischen 100 und 200 Hz stellt sich mit Frequenzweiche eine minimale Übertreibung ein. Diese vermeidet der optionale Saugkreis, der allerdings bis 500 Hz hinauf wirkt und oberhalb von 200 Hz die Ausgewogenheit stört.



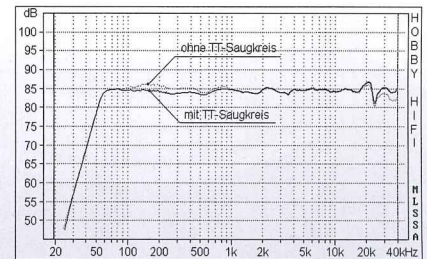
Schalldruck-Frequenzgang Hoch-, Mittel-, Tieftöner und Summe unter 30°

Auch außerhalb der Achse optimale Linearität und Schalladdition im Übernahmehereich, gleichmäßig zunehmende Richtwirkung ab 7 kHz.



Impedanz-Frequenzgang mit optionalem Tiefton-Saugkreis ohne und mit Impedanzkorrektur

Der Saugkreis glättet nicht nur die obere der beiden Bassreflex-Impedanzspitzen, er verhindert auch das Einsinken der Impedanz oberhalb davon.



Schalldruck-Frequenzgang ohne (—)/mit (---) optionalem Tiefton-Saugkreis

Der Saugkreis verbessert die Ausgewogenheit zwischen 100 und 200 Hz, nimmt allerdings auch zwischen 200 und 500 Hz etwas Schalldruck weg. Generell können wir ihn daher nicht empfehlen. In Verbindung mit Grundton-betonter Raumakustik kann er aber von Vorteil sein.

ScaMo 15: Gehäuse

MDF in naturbraun oder schwarz durchgefärbt (s. Werkstattpraxis in HOBBY HiFi 1/2014 auf S. 32-33).

Was nicht in der Zeichnung steht:

Gehäuseausschnitt für ein Anschlussfeld: Hier gibt es verschiedene Möglichkeiten von der Einpressbuchse über Polklemmen bis hin zu verschiedenen Anschlussfeldern, ggf. auch für Biwiring. Position und Größe des Ausschnitts legen Sie fest, nachdem Sie sich für eine Anschlusslösung entschieden haben.

Absträgung/Verrundung der Gehäuse-

kanten: Dies kann je nach handwerklichen Möglichkeiten erfolgen und so das Rundstrahlverhalten verbessert werden. Die Abstimmung der Frequenzweiche bleibt davon unbeeinflusst.

Bedämpfung:

Verdichtete Polyesterwatte in 20 mm Stärke (z.B. Bondum 800, Intertechnik): 1 Stück 50x15 cm U-förmig an die Front innen anschließend auf Boden und Seitenwände ins Gehäuse einlegen. An der Bassreflexkanal-Position 5x5 cm ausschneiden. 40 g Polyesterwatte (z.B. 1/3 Beutel Sonofil, Intertechnik) in 2

dichteten Polyesterwatte hinter dem Hochtöner schichten.

Bassreflexkanal:

Durchmesser 50 mm, Länge 100 mm, inneres und äußeres Ende mit trompetenförmiger Aufweitung: 2 Stück Intertechnik HP50 auf je 50 mm kürzen (ab Vorderkante des Trompetenflanschs) und zusammensetzen. Dazu das innere Rohr zunächst von innen durchstecken, das aus dem Gehäuse heraus ragende Ende mit dem äußeren Rohr unter Verwendung von Klebeband verkleben, z.B. mit Packband oder Malerkrepp, und dann das ganze Gebilde in die Gehäuseöffnung einpressen.

Dichtmaterial:

Selbstklebende Schaumstoff-Dichtstreifen für luftdichten Einbau der Lautsprecherchassis und ggf. des Anschluss terminals.

Schrauben:

Hochtöner:
5 Zylinderkopfschrauben 4x20 mm
Tieftöner:
4 Zylinderkopfschrauben 4x20 mm

Holz:

MDF 19 mm:

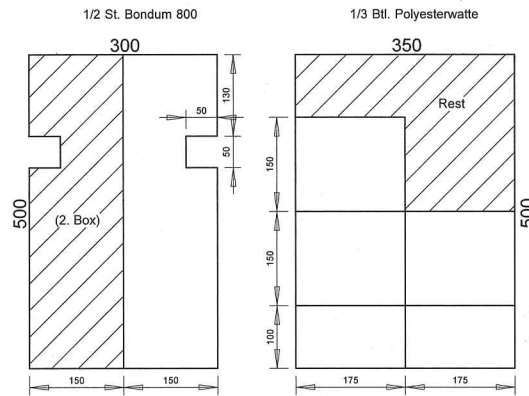
2 Seitenwände360x245 mm
1 Rückwand.....322x142 mm
1 Deckel245x142 mm
1 Boden245x142 mm
1 Strebe50x142 mm

MDF 25 mm:

1 Front.....360x180 mm

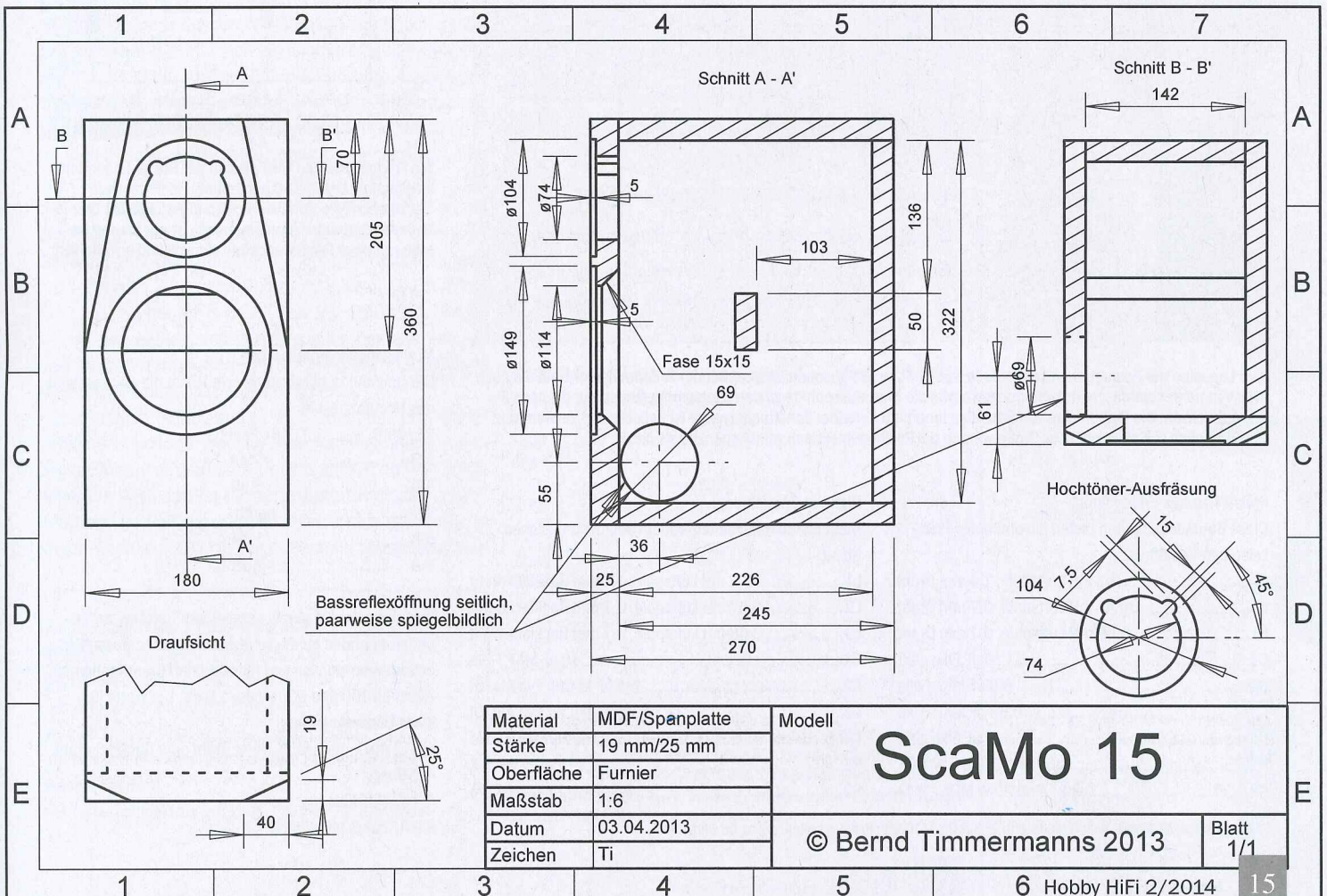
Aufbautipps:

Besonders einfach gelingt der Gehäusebau aus furnierten Platten für Seiten, Boden, Deckel und Rückwand sowie einer Front aus nicht furniertem

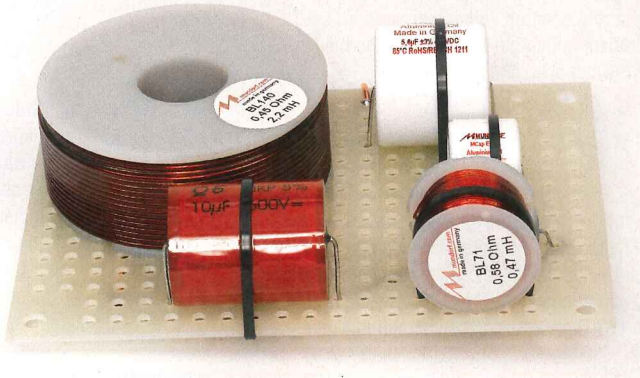


Stücke 17,5x10 cm und 3 Stücke 17,5x15 cm teilen. Die schmalere Stücke über die Frequenzweiche auf die Gehäuserückwand legen, die breiteren Stücke oberhalb der ver-

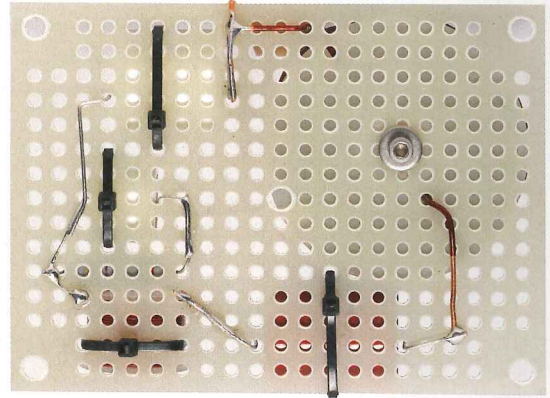
Zuschnitt des Dämpfungsmaterials Bondum 800 und Sonofil



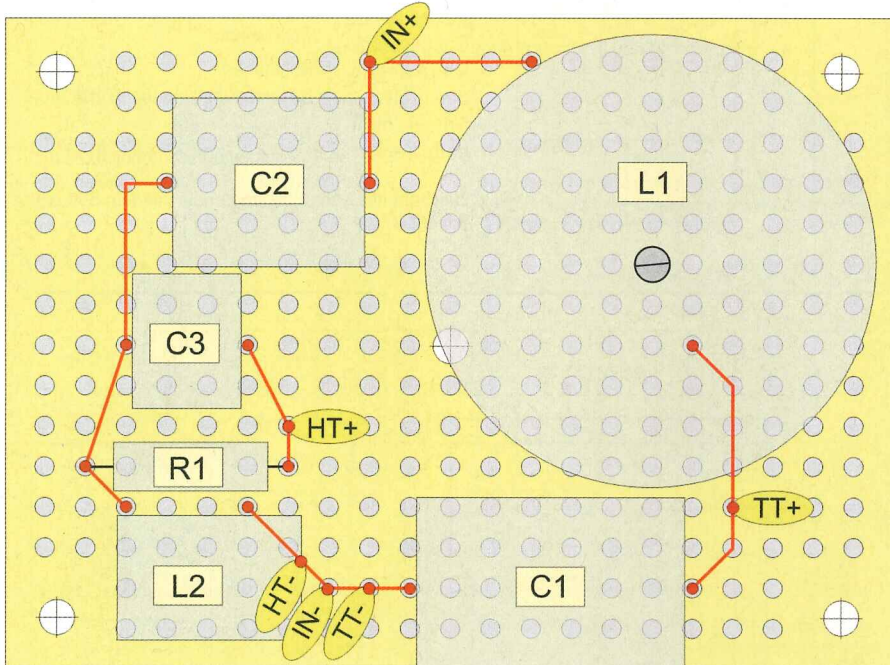
ScaMo15: Frequenzweiche



Die Spulen sind auf der Frequenzweichenplatine, einer auf LP/RA140 von Intertechnik, mit größtmöglichem Abstand zueinander angeordnet. Das minimiert die magnetische Kopplung. Verwendbar sind Bauteile verschiedener Hersteller, sofern die Spezifikationen der Stückliste eingehalten werden. Die Abbildung zeigt die Bauteile der Highend-Empfehlung.



Die Anschlussdrähte der Bauteile werden durch passende Bohrungen der Platine geführt und dann in Richtung einer der im Schaltbild benachbarten Komponenten umgebogen. So gelingt die Verdrahtung fast ganz ohne zusätzliche Drahtabschnitte. Leichte Bauteile sind so bereits sicher fixiert, schwerere Komponenten werden zusätzlich mit Kabelbindern oder nichtmagnetischen Schrauben befestigt.



Der Lageplan der Frequenzweichenbauteile, von der Lötseite gesehen, zeigt außer der Anordnung der Bauteile auch den Verlauf der elektrischen Verbindungen sowie die Anschlusspunkte zu den Lautsprecherchassis und zu den Eingangsbuchsen. Die Reihenfolge von Bauteilen innerhalb einzelner Schaltungszweige ist beliebig. Bei Verwendung von Bauteilen mit abweichender Größe werden die Positionen einfach verschoben, bis es passt.

Preis-Leistungs-Empfehlung:

Diese Bauteilequalitäten bieten ein optimales Preis-Leistungs-Verhältnis.

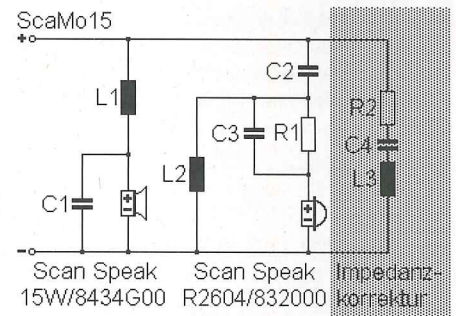
- L1 2,2 mH Luftspule, 1,4 mm Draht
- L2 0,47 mH Luftspule, 0,7 mm Draht
- L3 0,68 mH Luftspule, 0,7 mm Draht
- C1 10 µF Elko glatt
- C2 5,6 µF MKP Folie
- C3 0,68 µF MKP Folie
- C4 22 µF Elko glatt
- R1 4,7 Ohm, 5 W MOX
- R2 8,2 Ohm, 20 W MOX (***)

Highend-Empfehlung:

Diese Bauteilequalitäten sichern den bestmöglichen Klang.

- L1 2,2 mH Luftspule, 1,4 mm Backlackdraht
- L2 0,47 mH Luftspule, 0,7 mm Backlackdraht
- L3 0,68 mH Luftspule, 0,7 mm Backlackdraht
- C1 10 µF MKP Folie
- C2 5,6 µF M-Cap Evo Alu/Öl
- C3 0,68 µF M-Cap Evo Alu/Öl
- C4 22 µF MKP Folie
- R1 4,7 Ohm, 5 W MOX
- R2 8,2 Ohm, 20 W MOX (**)

(*)Da es keine 20 W MOX-Widerstände gibt: 2x 3,9 Ohm/10 W in Reihe schalten, ergibt 7,8 Ohm/20 W.



Die Frequenzweiche wird z.B. auf der Raster-Leiterplatte Intertechnik LP/RA140 aufgebaut und hinter dem Tieftöner auf die Gehäuserückwand geschraubt. Die Impedanzkorrektur (grau unterlegt) ist nur für den Betrieb mit einer Röhrendstufe sinnvoll und erforderlich.

Modifikationsempfehlungen

Der Hochton-Vorwiderstand ermöglicht die Anpassung des Hochtonpegels:

- R1/Ohm HT-Pegel
- 3,3 +2 dB
- 3,9 +1 dB
- 4,7 neutral
- 5,6 -1 dB
- 6,8 -2 dB

Ein optionaler Saugkreis parallel zum Tieftöner zur Impedanzkontrolle ebnet die obere der beiden Bassreflex-Impedanzspitzen ein und reduziert den Grundtonbereich zwischen 100 und 500 Hz um 1,5 dB. Die Werte für diesen Saugkreis sind:

- L = 15 mH Luftspule, 0,7 mm Draht oder Backlackdraht, 4,5 Ohm
- C = 150 µF Elko rau
- R = 4,7 Ohm, 10 W MOX

Kommentar zur Frequenzweichenschaltung

Die Lautsprecherchassis unseres ScaMo 15 zeichnen sich durch ihre Gutmütigkeit aus: Keinerlei Resonanzen stören die glatten Frequenzgänge. Daher kommt die Frequenzweiche weitestgehend ohne Korrektorelemente aus: Je ein 12-dB-Filter widmet sich Hoch- und Tieftöner. Das Tieftonfilter ist wie in 90 Prozent aller ähnlich konzipierten Zweiweglautsprecher dimensioniert: 2,2 Millihenry und zehn Mikrofarad – diese Werte kann man praktisch blind wählen.

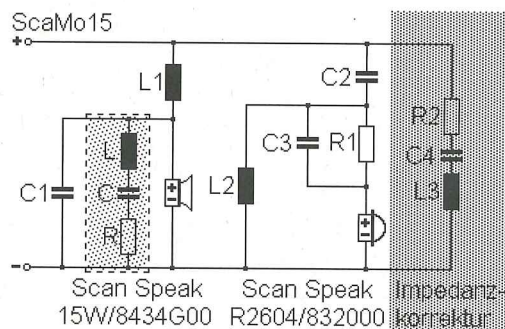
Im Signalweg zum Hochtöner drosselt der Widerstand R1 dessen zu hohen Wirkungsgrad, damit Hoch- und Tieftöner gleich laut spielen. Dieser Widerstand hat noch eine weitere Funktion: Er vergrößert die Impedanz im Hochtonbereich von vier auf acht Ohm. Ein Spannungsteiler hätte die gleiche pegelabschwächende Wirkung; allerdings läge dann die Lautsprecherimpedanz im Hochtonbereich auf Vier-Ohm-Niveau – eine unnötige Belastung für den Verstärker. Außerdem fällt C2 mit hochohmiger Last kleiner aus, was im Fall eines kostspieligen audiophilen Kondensators durchaus eine Kosteneinsparung in der Größenordnung eines ordentlichen Filetsteaks mit Folienkartoffel bedeutet. Dass die Spule L2 dann eine entsprechend größere Induktivität aufzuweisen hat, fällt kostenmäßig dagegen kaum ins Gewicht.

Einzige Spezialität der Schaltung ist der Kondensator C3, der den Widerstand zur Pegelanpassung im Bereich höchster Frequenzen überbrückt. Oberhalb von 20 Kilohertz reduziert er dessen Wirksamkeit allmählich immer stärker. Hieraus ergibt sich ein leichter Pegelgewinn, der nach landläufiger Ansicht keinerlei hörbare Auswirkung haben sollte – schließlich findet er im (nahen) Ultraschallbereich statt. Versuche beweisen aber immer wieder das Gegenteil. So auch hier: Mit Bypass-Kondensator gewinnt das Klangbild ganz subtil an Feinheit und Tiefe. Da es bei diesem Kondensator nicht auf die genaue Einhaltung des Werts ankommt, reicht hier bereits ein Folienkondensator aus preisgünstigen Industrie-Restbeständen mit zehn oder 20 Prozent Toleranz (MKP mit 0,68 μF bei Pollin Elektronik für 8 Cent, Best.-Nr. 200735). Solche Restposten eignen sich übrigens auch bestens, um per Parallelschaltung größere Werte zu realisieren. Man sollte allerdings Kapazitäten messen können.

Grundsätzlich ist zu prüfen, ob Tieftonfilter und Tieftöner eine unschöne Wechselwirkung eingehen, die den Grundtonbereich aufbläht – siehe HOBBY HiFi 1/2014: WaveSub 270; dort ist dieser Mechanismus ausführlich erläutert. Im Fall des ScaMo 15 hält sich der Effekt in engen Grenzen; 1,5 dB Pegelzuwachs gegenüber dem

unbeschalteten Tieftöner sind zwischen 100 und 200 Hertz auszumachen. Mittels eines Saugkreises, der die obere der beiden Bassreflex-Impedanzspitzen egalisiert, macht man dem Spuk ein Ende; in diesem Fall wirkt sich die Korrekturmaßnahme allerdings bis 500 Hertz hinaus aus. Zwischen 300 und 500 Hertz steht dann ein Hauch zu wenig Schalldruck zur Verfügung.

Dies ist eine der Situationen, aus denen man alleine mit messtechnischen Mitteln keinen Ausweg findet. Im Hörversuch gefiel uns der Saugkreis nicht so gut, das Klangbild wirkte ein wenig zu dünn. Nicht auszuschließen ist aber, dass der Saugkreis in Verbindung mit einer Raumakustik, die den Grundton- und unteren Mittenbereich stärker betont als unser Hörraum, durchaus angemessen ist. Wir dokumentieren dieses Schaltungselement hier und stellen anheim, es auszuprobieren. Hierzu lötet man einfach ein zweiadriges Kabel an den Tieftöner und führt es durch den Bassreflexkanal nach außen. Dort kann man dann den Saugkreis so lange an- und abschalten, bis die Entscheidung steht.



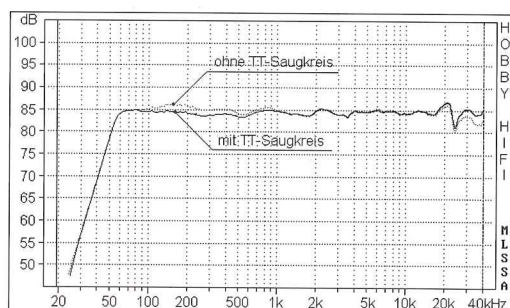
Weichenschaltung mit optionalem Saugkreis (L, C, R) parallel zum Tieftöner:

L = 15 mH Luftspule, 0,7 mm Draht oder Backlackdraht, 4,5 Ohm

C = 150 μF Elko rau

R = 4,7 Ohm, 10 W MOX

Schalldruck-Frequenzgang ohne (___)/mit (...) optionalem Tiefton-Saugkreis (L, C, R)



Der Saugkreis verbessert die Ausgewogenheit zwischen 100 und 200 Hz, nimmt allerdings auch zwischen 200 und 500 Hz etwas Schalldruck weg. Generell können wir ihn daher nicht empfehlen. In Verbindung mit Grundton-betonter Raumakustik kann er aber von Vorteil sein.

Tieftöner: Scan Speak 15W/8434G00

Hochtöner: Scan Speak R2604/832000

Vertrieb der Chassis: A.O.S., Wessobrunn

Frequenzweichenbauteile lt. Stückliste

(Vertrieb: Intertechnik, Kerpen; Mundorf, Köln)

Anschlüsse: beliebiges Anschlussfeld, Polklemmen oder Bananenbuchsen

Innenverkabelung: Lautsprecher-Litze mind. 2x1,5 qmm