

Baubericht „El Delgado“

Grundgedanke:

Der Grundgedanke bei der Entwicklung bestand darin, einen schlanken Standlautsprecher zu entwerfen, welcher trotz geringer Kosten solide Ergebnisse liefern kann. Besonderes Augenmerk lag hierbei auf einem möglichst konstanten Bündelungsverhalten und einer passablen Leistung für die untere Grenzfrequenz. Die ursprüngliche Idee entstand im Baumarkt, dort liegen eigentlich immer irgendwelche Varianten von Fichtenleimholz-Platten herum. Als ich eines dieser leichten und recht weichen Hölzer in der Hand hatte und bereits intuitiv abklopfte, kam mir der Gedanke, diese Platten als Schallwand für einen preisgünstigen Lautsprecher zu verwenden, den Rest des Gehäuses aber dennoch als MDF Konstruktion zu bauen. Für ein Projekt mit geringen Kosten kann man so etwas durchaus mal antesten, allein für die Erfahrung, denn teuer sind diese Platten nicht. Also gingen die Platten in den Zuschnitt, und wurden in der heimischen Hobbywerkstatt den Fräsarbeiten unterzogen. Der finale Lautsprecher hatte den optischen Anspruch möglichst schlank zu sein, in einem ähnlichen Formfaktor, wie die Cyburg Needle. Das jeweilige Finish ist dem Erbauer überlassen, auf dem Bild ist der Rohbau zu sehen.



Auswahl der Treiber:

Nach einiger Zeit der Suche fiel die Wahl auf den Peerless SDS-P830656 als Tiefmitteltöner und den Dayton Audio ND25FW-4 als Hochtöner. Der Peerless Tiefmitteltöner ist ein solide verarbeitetes Chassis, mit einer Korbkonstruktion, die ein Einlassen in die Schallwand unnötig macht, zusätzlich bildet der Korbrand keinen vollständigen Kreis, sondern besitzt an zwei gegenüberliegenden Stellen einen geraden Verlauf. Ganz unkritisch ist es grundsätzlich zwar nicht, einen Treiber mit einer so hohen Güte in einem Bassreflexgehäuse zu betreiben, die später folgenden Simulationen zeigten jedoch gute Ergebnisse, bei denen man zwar den ein oder anderen Abstrich machen muss, aber keine Abstriche der Art, dass sie für den Preis nicht absolut hinnehmbar sind. Der Hochtöner ist ein bewährtes Modell mit Waveguide, der schon vielfach in der Daumino Serie vom Akustischen Untergrund eingesetzt wurde. Leider erhielt ich ein Montagsmodell, mit leicht schief aufgesetztem Waveguide, dies fiel auch nur bei sehr genauer Betrachtung auf, hatte akustisch aber ziemlich negative Auswirkungen. Das nachgelieferte Exemplar hielt sich dann in den zu erwartenden Toleranzen auf, diese Toleranzen wurden in der Entwicklung berücksichtigt, sie sind keineswegs ein Grund zur Sorge und in der Preisklasse absolute Normalität. Wie diese Toleranzen ausfallen, zeigt sich dann auch in den finalen Messungen.



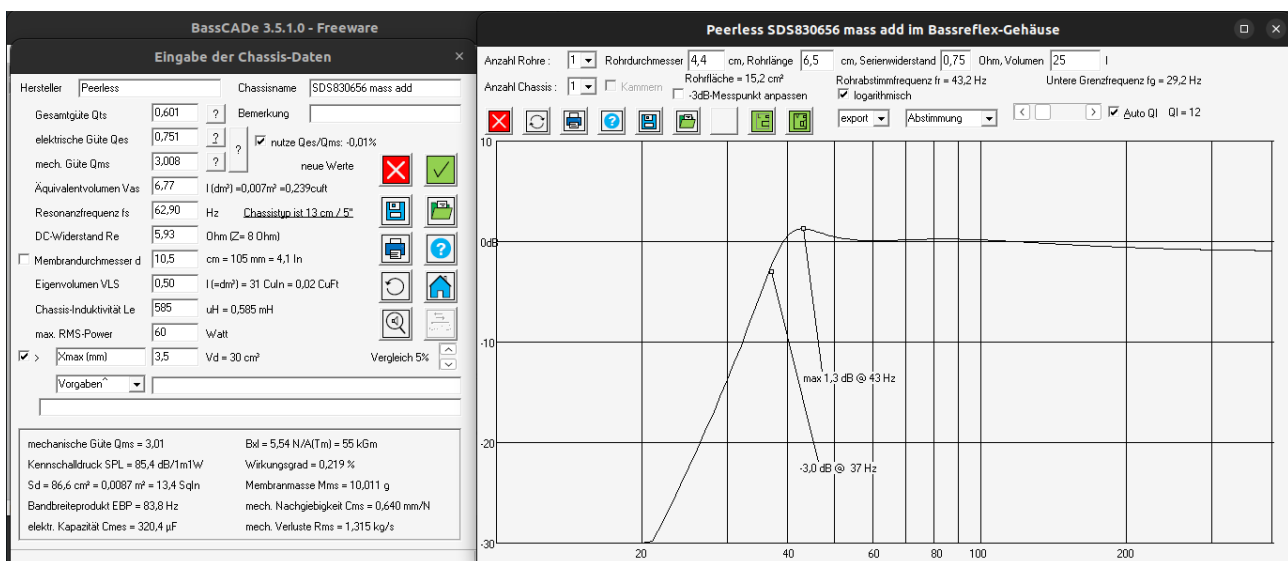
Simulation des Bassreflexgehäuses:

Die Simulation wurde mit TSP angefertigt, die mit der Mass Added Method in REW selbst gemessen wurden, sie decken sich in ihrer inneren Konsistenz bis auf geringfügige Abweichungen mit den Angaben des Herstellers.

Das Chassis eignet sich mit seinem Parameter Satz bedingt für den Einsatz in Bassreflexgehäusen. In der Simulation zeigt sich ein leichter Ripple, es entsteht eine leichte Überhöhung von 1,3db bei 43Hz, auch die Gruppenlaufzeiten sind etwas erhöht. Das Chassis kostet knapp unter 30€ und liefert für einen Fünzföller eine sehr niedrige untere Grenzfrequenz ab, da kann man schnell über die kleine Überhöhung und die etwas erhöhten Gruppenlaufzeiten hinwegsehen, besonders wenn man den Einsatzort bedenkt, denn der Raum gestaltet die Bassperformance ohnehin nach „eigenem Ermessen“.

Der Tiefmitteltöner wurde übrigens bereits von Anderen in Bassreflexgehäusen genutzt. Black Devil verwendete den Tiefmitteltöner bereits in der Lupo, in zwei unterschiedlichen Varianten, eine davon mit identischem Volumen. Klang und Ton stellte vor einiger Zeit einen Cheaptrick mit dem Namen „Schmalhans“ vor. Hier wurde der Tiefmitteltöner ebenfalls in Bassreflex eingesetzt, wenn auch mit anderem Volumen und anderer Abstimmung.

Aus persönlichem Interesse wollte ich gerne die „Max-Flat“ Abstimmung bei diesem Lautsprecher umsetzen und spendierte ihm daher alles an Luft hinter dem Rücken, die noch sinnvoll nutzbar ist. Sollte dies zuviel des Guten sein, weil die Raummoden mal wieder Lust auf Stress haben, lässt sich der Bassreflexkanal immer leicht verschließen. Abgesehen von dieser simplen Methode, ist die nachfolgende Konstruktion vom Innenleben her durchaus abwandelbar. Ein Brett, welches das Volumen bei gleich bleibender Bauhöhe begrenzt, könnte inklusive der Position des Bassreflexkanals nach oben verschoben werden, die entsprechende Simulationsarbeit dafür wäre auch mit „Hausmitteln“ zu erledigen.



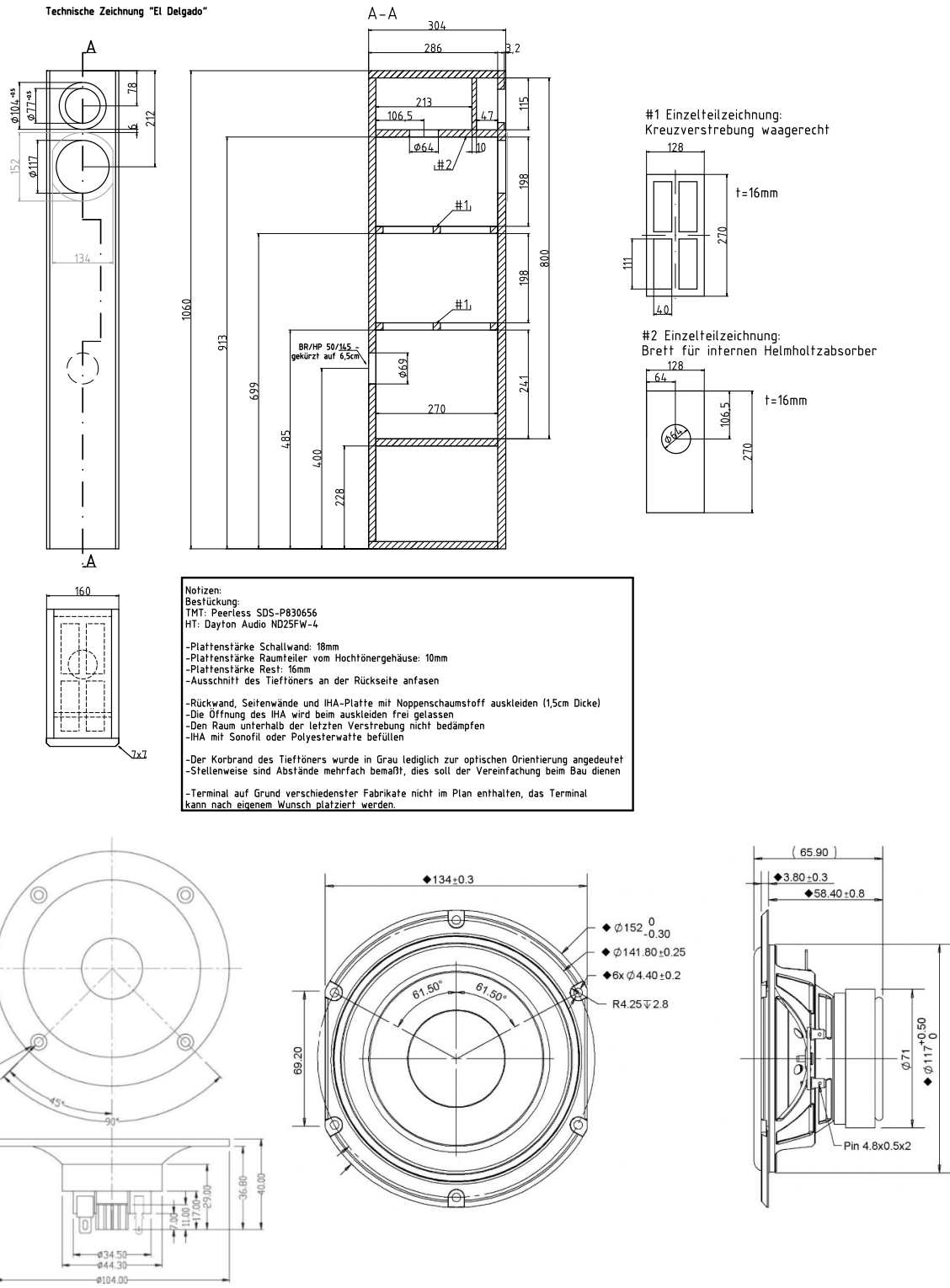
Das Fazit der Überlegung:

Ein -3db Punkt bei 37Hz von einem Fünzföller für unter 30€, der ohne Probleme bis 3khz einsetzbar ist, ein unauffälliger Ripple und etwas erhöhte Gruppenlaufzeiten. Das kann man definitiv machen.

Konstruktion:

Die technische Zeichnung wird als PDF angehängt. Auf Grund der inneren Maße und des Übertragungsbereichs des Tiefmitteltöners ist ein interner Helmholtzabsorber vorgesehen, abgestimmt auf etwa 214Hz, die Öffnung ist bewusst auf einen Durchmesser von 64mm ausgelegt worden, diese lässt sich einfach mit der Lochsäge für die Bohrmaschine passgenau herstellen. Ein kleines Trennbrett bildet das Gehäuse für den Hochtöner. Die Verstrebung des Gehäuses ist großzügig dimensioniert. Wem das Aussägen der einzelnen Fenster zu viel Arbeit ist, kann diese auch durch Quer- und Längsverstrebungen ersetzen. Alle weiteren Einzelheiten zum Bau sind der Technischen Zeichnung zu entnehmen.

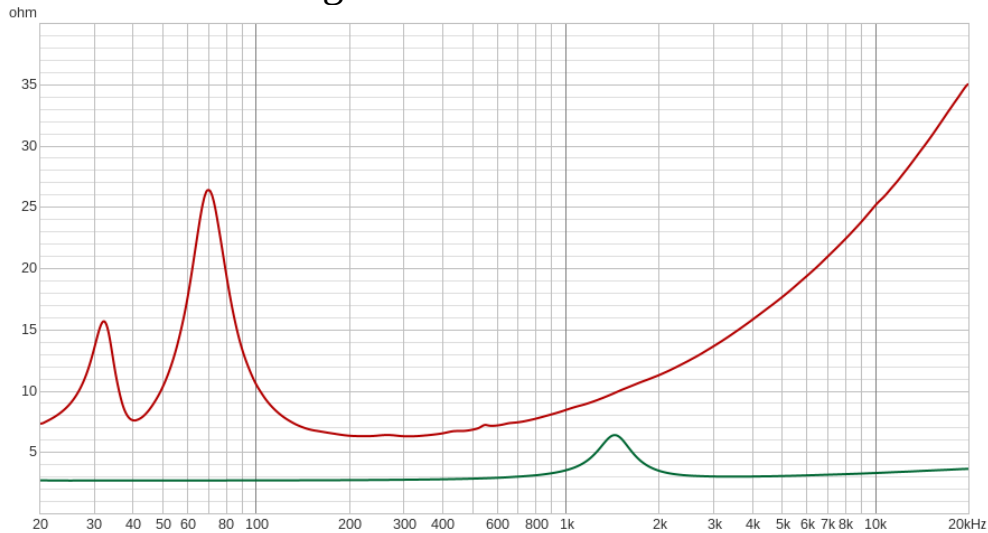
Technische Zeichnung "El Delgado"



Messung unbeschalteter Chassis:

Die Messungen sind zu diesem Zeitpunkt bei der gleichen Eingangsleistung vorgenommen worden, jedoch war diese nicht klar definiert, daher lassen sich an dieser Stelle keine Rückschlüsse auf die Empfindlichkeit anstellen. Alle Messungen der Frequenzgänge erfolgten mit einem kalibrierten MiniDSP Umik-1.

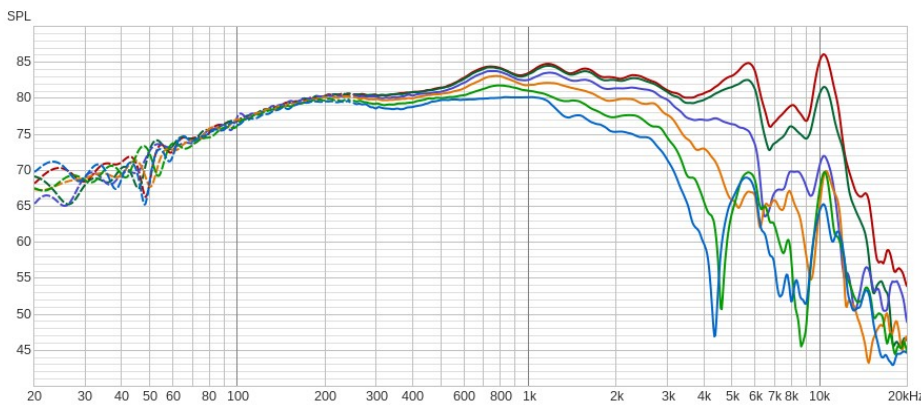
Elektrische Messungen:



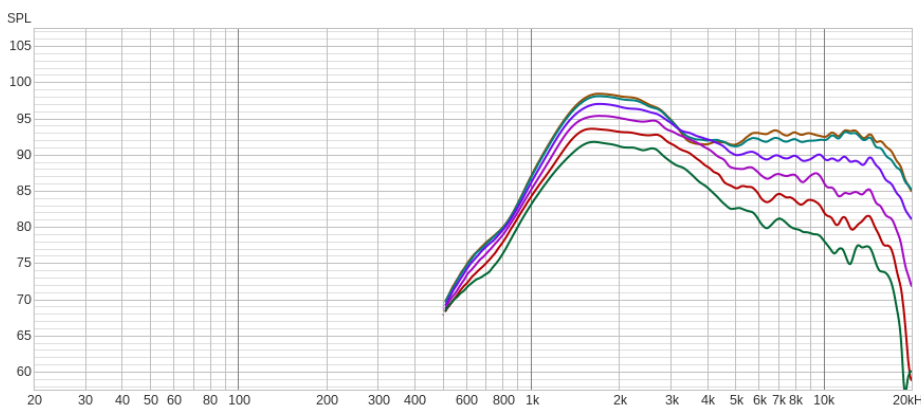
Weitestgehend ein gewöhnlicher Impedanzverlauf eingebauter Chassis. Der Tiefmitteltöner weist kleinere Unregelmäßigkeiten im Grundtonbereich auf, die sich aber später als nicht störend herausstellen sollen.

(Die Abstimmung ist hier etwas tiefer, als in der finalen Version.)

Akustische Messungen:



Der Tiefmitteltöner zeigt ausgeprägte Membranresonanzen oberhalb des vorgesehenen Übertragungsbereichs und ist ansonsten recht gutmütig.

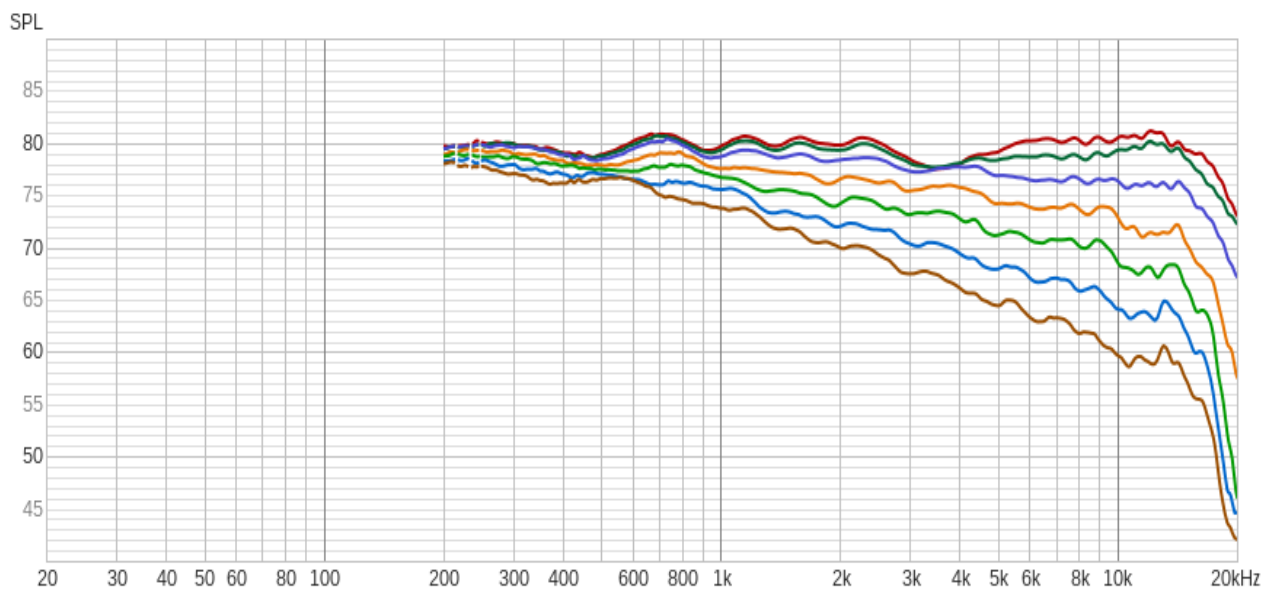
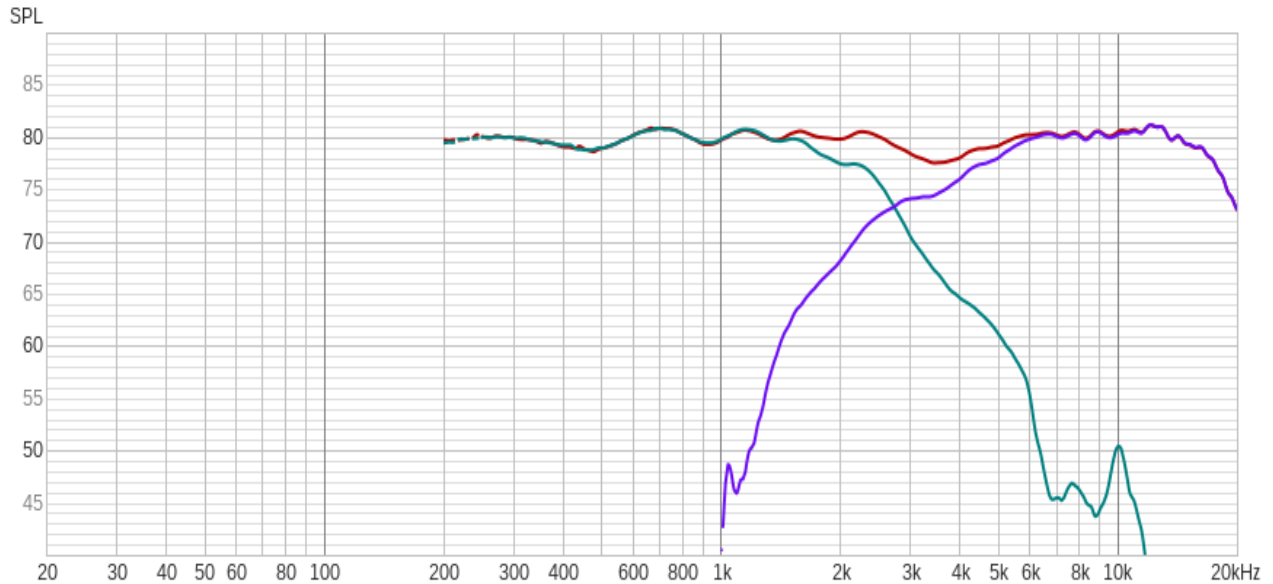


Der Hochtöner zeigt eine etwas ungleichmäßige Energieabgabe, wie genau sich das Auswirkt ist im finalen Ergebnis gut zu sehen. Ansonsten zeigt er das zu erwartende Verhalten einer 25mm Kalotte in einem derartig konstruierten Waveguide.

Finale Messungen beider Lautsprecher:

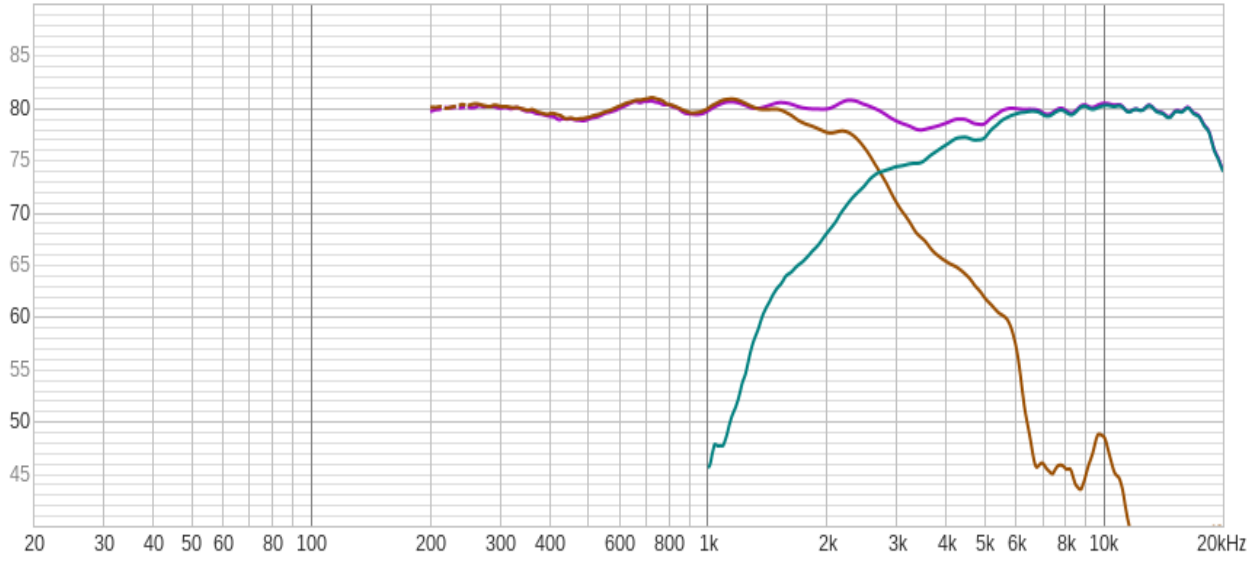
Der Gründlichkeit halber wurden beide Lautsprecher vermessen. Es folgen Achsfrequenzgang mit Trennfrequenz und die Winkelfrequenzgänge. Auch diese Messungen sind alle bei gleicher Eingangsleistung vorgenommen worden. Bei allen Messungen wurde ein Gate von 4ms gesetzt, dies blendet einen Großteil der Reflexionen aus. Alle Messungen der Frequenzgänge erfolgten mit einem kalibrierten MiniDSP Umik-1.

Lautsprecher 1:

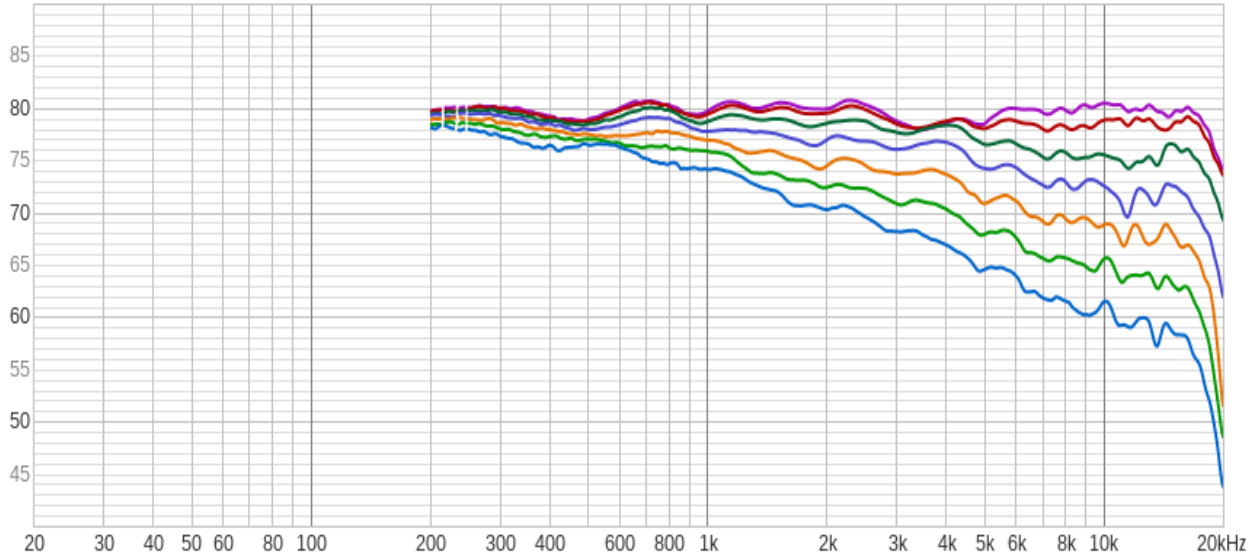


Lautsprecher 2:

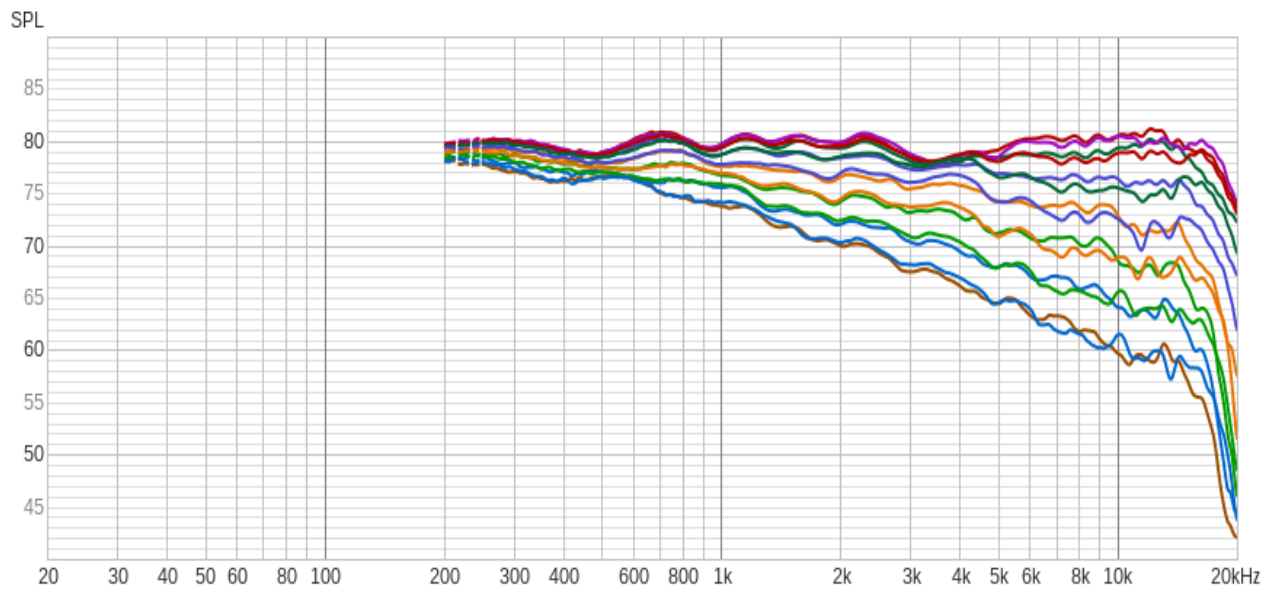
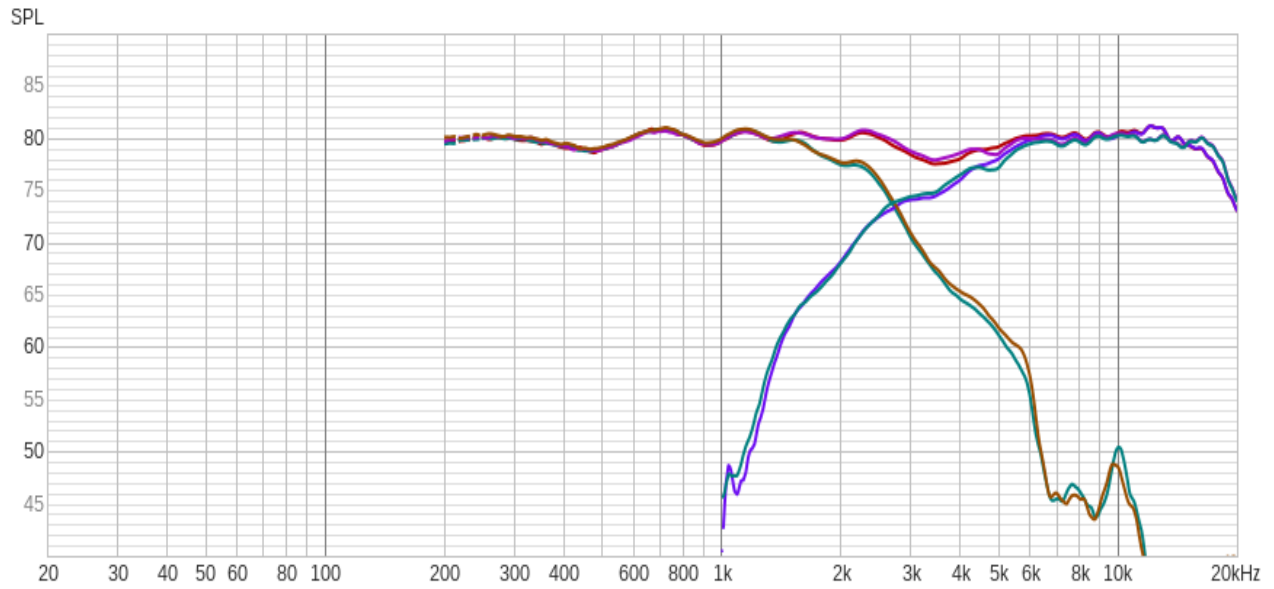
SPL



SPL

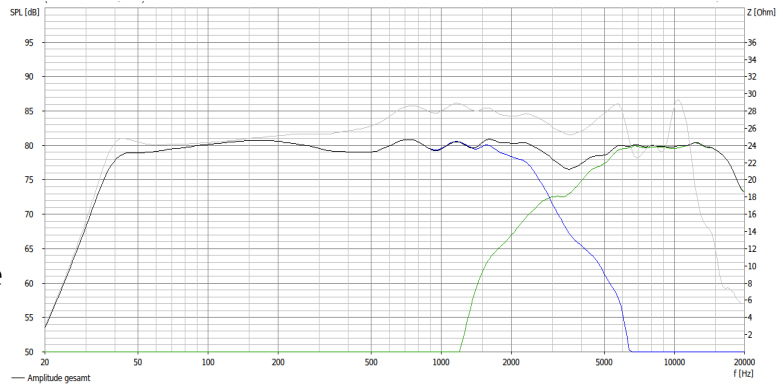


Überlagerung der Frequenzgänge:



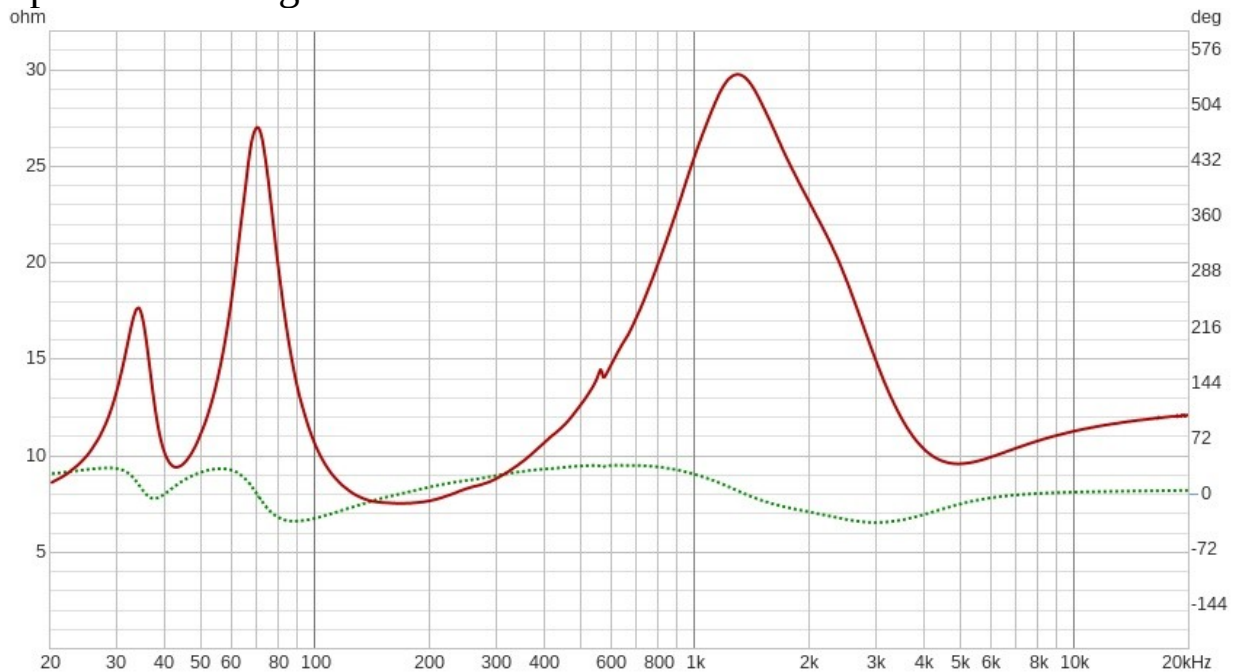
Simulation mit gefügtem Bassbereich:

Boxsim bietet die Möglichkeit den Bassbereich, der aus den TSP errechnet wird, an die Simulation anzufügen, hier inklusive der Verluste, die durch eine typische Bedämpfung entstehen. Die Frequenzgänge der unbeschalteten Chassis werden dabei an die Simulation des Bassbereichs angefügt, dies zeigt die graue Vergleichskurve. Anschließend erfolgt die virtuelle Konstruktion einer Frequenzweiche.



Auf allen Messungen des Achsfrequenzgangs ist eine Senke im Bereich von 2,5Khz bis 5,5Khz sichtbar. Hier neigt der Hochtöner dazu zu viel Energie in den Raum abzustrahlen. Es ist gut erkennbar, dass diese Senke bereits unter geringfügigen Winkeln verschwindet. Würde man den Lautsprecher auf Achse linear abstimmen, würde er unter Winkeln in diesem Bereich zu viel Energie in den Raum abstrahlen, die dann über Reflexionen zum Hörer gelangen, das Ergebnis wäre die Wahrnehmung einer Überbetonung in diesem Bereich. Daher wurde diese Senke gezielt gesetzt, um den gesamten Energiehaushalt des Lautsprechers zu Gunsten seiner Abstrahlcharakteristik zu optimieren. Wenn man bedenkt, dass der Anteil an Direktschall, der beim Hörer eintrifft, geringer ist, als die Schallanteile, die über Reflexionen beim Hörer eintreffen, dann ist diese Vorgehensweise in der Regel sinnvoll.

Impedanzmessung:



Eine kleinere Störung um 550Hz ist zu sehen, woraus diese resultiert ist unbekannt, sie fällt akustisch nicht auf, weder messtechnisch, noch subjektiv.

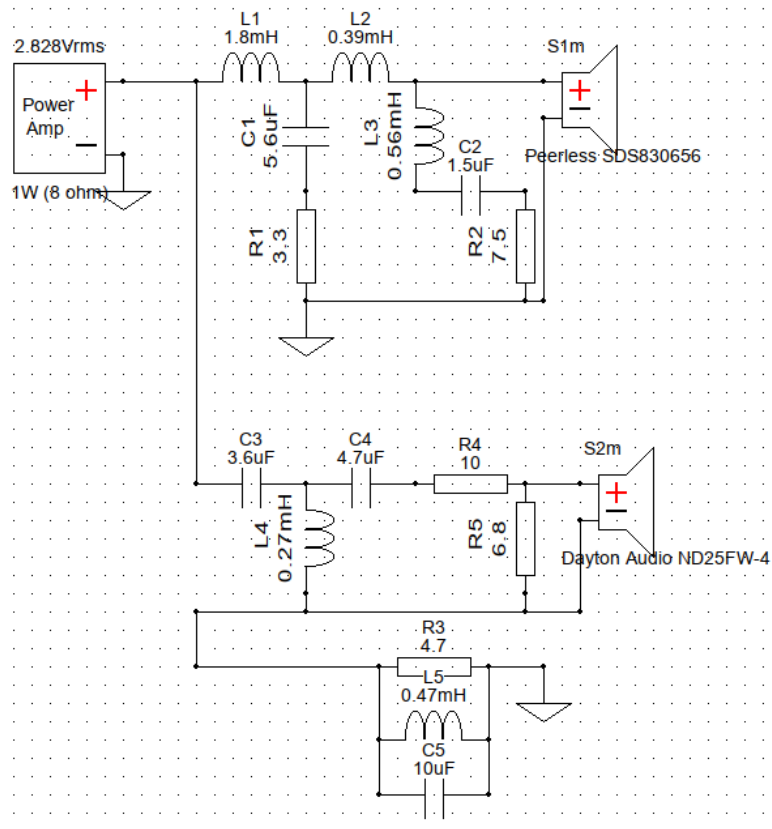
Beschaltung:

Verwendet wurde jeweils ein Filter 3. Ordnung für die Trennung der Chassis, ein Sperrkreis zügelt Überbetonungen des Hochtöners, und ein Saugkreis eliminiert die Membranresonanz des Tiefmitteltöners.

Und wie allgemein üblich wurde der Pegel des Hochtöners mittels eines Spannungsteilers angepasst.

Warenkorb (Quint-Store):

- Jantzen I-Kern Spulen 0,7mm:
 - 1,8mH (0,51Ohm) 000-2278
 - 0,39mH (0,23Ohm) 000-2217
 - 0,56mH (0,25Ohm) 000-2286
 - 0,27mH (0,16Ohm) 000-2290
 - 0,47mH (0,27Ohm) 000-2220
- Jantzen Cross Cap:
 - 5,60uF
 - 4,70uF
 - 3,60uF
- Jantzen Electrolytic Cap:
 - 1,5uF
 - 10,00uF
- Jantzen Widerstände:
 - Keramik 3,30Ω
 - Keramik 7,50Ω
 - Keramik 6,80Ω
 - Keramik 10,00Ω
 - Keramik 4,70Ω



Der Preis für die Weichenbauteile pro Box liegt bei **38,07€** (stand Februar 2024)

Notiz zum Warenkorb:

Es empfiehlt sich, sofern die Bauteile von anderen Herstellern bezogen werden, oder aus dem privaten Bestand genutzt werden, Bauteile mit gleichen oder engeren Toleranzen zu nehmen. Besonders der Hochpass reagiert empfindlich auf Schwankungen der Bauteilwerte.

Klangbeschreibung:

Die selbst entwickelten Lautsprecher klanglich zu beschreiben, ist immer recht schwierig, besonders, wenn die Anzahl der eigenen Entwicklungen nicht sehr hoch ist. Ich möchte es dennoch versuchen. Was mir besonders gefällt, ist die Ausgewogenheit, mit der der Lautsprecher spielt. Er neigt nicht zu Überbetonungen, übt sich aber auch nicht in Zurückhaltung, wenn es die Musik erfordert. Was man natürlich nicht erwarten darf, sind Pegelwunder, dafür reicht die abstrahlende Fläche einfach nicht aus. Etwaige unseriöse lobpreisende Beschreibungen, wie sie teils in Fachzeitschriften zu finden sind, spare ich mir an dieser Stelle. Der Lautsprecher erfüllt alle Kriterien, die an ihn gestellt wurden. Er hat einen ansprechenden Formfaktor, ein gutes PreisLeistungsverhältnis, ausreichend Tiefgang, ein sehr gutes Abstrahlverhalten, spielt so neutral wie möglich und muss keine Pegelwunder vollbringen. Im übrigen erfüllt auch die Schallwand aus Fichtenleimholz ihren Dienst und gibt keinen Anlass zur Klage.

Anmerkungen:

Die gesamte Entwicklung erfolgte sowohl mit kostenloser Software, als auch mit einem kostenlosen Betriebssystem. (Linux Ubuntu mit REW, XSim, Boxsim, BassCad)

Mein ausdrücklicher Dank richtet sich an alle Softwareentwickler, die die Ausübung dieses Hobbys durch ihre Arbeit kostenlos auf dieses Niveau gehoben haben.

Grüße und Dank gehen raus an den Akustischen Untergrund, ohne den ich wohl nie ans selbst Entwickeln geraten wäre.

Die Weichen- und Baupläne sind für private Nutzung freigegeben. Jegliche Form der gewerblichen Nutzung oder Verbreitung ohne vorherige Absprache ist untersagt und wird strafrechtlich verfolgt.

Ich arbeite stets so gewissenhaft wie möglich und übe das Entwickeln von Lautsprechern als Hobby aus und teile meine Ergebnisse und Pläne gerne kostenlos mit dem World Wide Web. Es ist mir aber nicht möglich eine absolute Garantie auf Richtigkeit zu geben.

