„Sparbox“ – der Lautsprecher für den kleinen Geldbeutel

Der Hersteller Visaton hat bereits eine Vielzahl von Selbstbauprojekten auf die Beine gestellt. Von preiswert bis hochwertig ist alles vertreten. Ein Visaton-Chassis ist im Selbstbau schon seit vielen Jahren bekannt und hoch geschätzt. Es handelt sich um den Breitbandlautsprecher BG 20.
Bei einem Preis von nur 36,- € wird dieses 8 Zoll Chassis mit hoher Wiedergabegüte angeboten. In der Fachzeitschrift Klang und Ton wurden mindestens 3 Bausätze mit dem BG 20 vorgestellt. Kundenbeschreibungen loben den ausgeglichenen Klang, besonders im Bereich der Mitten. Aufgrund eines hohen Wirkungsgrades ist der BG 20 auch für Röhrenamps hervorragend geeignet.

Aber wo Licht ist, ist auch Schatten. Natürlich gibt es einen Nachteil. Eine sauber abgestimmte Bassreflexbox mit dem BG 20 benötigt ca. 60 Liter Volumen. Wohnraumtauglich sieht anders aus. Deshalb versuchen wir es einmal mit einem anderen Kandidaten der Fa. Visaton, der in einem ähnlichen preislichen Rahmen liegt.

Da wäre z.B. der W 170S, 8 Ohm, der geschlossen 22 Liter benötigt und ca. 40,-€ kostet. Nun ja, 22 Liter geschlossen, bei einer Grenzfrequenz um die 50 Hz ist auch noch nicht das Ei des Kolumbus. Da lässt sich aber was machen, die Lösung heißt GHP (geschlossen Hochpass). Eigentlich ist es ein Widersinn, den Tieftonlautsprecher mit einem Hochpass zu versehen. Erst auf den zweiten Blick zeigen sich die Vorteile. Mit dem Filter werden die tiefsten Frequenzen abgetrennt und so erhöht man die Pegelfestigkeit des Lautsprechers. Gleichzeitig erreicht man bei kleinerem Gehäuse eine Pegelanhebung im Tiefton. Dies klingt ebenfalls widersinnig, da nur bei höherer Spannung am Chassis ein höherer Schalldruck entsteht. Bei GHP ist das sogar der Fall. Schwingspule und Kondensator können Energie speichern. Erfolgt bei bestimmten Frequenzen eine Phasenverschiebung in der Art, dass sich zur Eingangsspannung noch die Spannung des Kondensators addiert, dann erhält die Schwingspule eine höhere Spannung.
Vielfach wird der Kondensator allerdings für eine schlechte Impulstreue verantwortlich gemacht. Trotz teilweise unterschiedlicher Meinung zu den GHP Systemen, sollte in unserem Fall unbedingt der Vorteil des kleineren Gehäuses überwiegen.

Design

Unter dem Aspekt eine preisgünstige Box zu bauen, ist das Design ebenfalls einfach gehalten. Ein Kasten aus Multiplex lässt sich an einem Tag zusammensetzen. Die Oberflächenbehandlung erfolgt mit Osma Hartwachsöl, 3091 Silber, transparent. Der Anstrich sollte mehrfach erfolgen. Beim Beizen oder Ölen von Oberflächen ist Multiplex als Material zu bevorzugen. Durch die Holzoberfläche kommt die Maserung gut zur Geltung. Für einen Anstrich mit Lackfarben dagegen ist MDF als Gehäusematerial besser geeignet. Da sich MDF durch eine gute Maßhaltigkeit in der Materialstärke auszeichnet, kann die Bearbeitung beim Sägen und Fräsen präziser erfolgen. Selbst kleine Unterschiede in der Materialstärke des Multiplex führen insbesondere bei Gehrungsschnitten zu Abweichungen, die in der Schnittkante sichtbar werden.

Der Aufbau und die techn. Daten der Chassis

Die Chassis im Detail:

SC10N

Z = 8 Ohm
F_s = 1700 Hz
Re = 6,9 Ohm
Qms = 1,5
Qes = 4,1
Qts = 1,1
Pegel = 90 dB (bei 2,83V, 1m),
Sd = 5 cm^2
Membranmaterial – Gewebe,
Frequenzbereich: 2500…20000Hz

Der SC10N ist ein 25 mm Kalottenhochtöner mit Gewebe-Membran. Im Vergleich der Hochtöner mit 25 mm Schwingspule handelt es sich um das preisgünstigste Angebot.

W 170S, 4 Ohm

Z = 4 Ohm
F_s = 36 Hz
Re = 3,2 Ohm
Qms = 2,16
Qes = 0,51
Qts = 0,41
Vas = 6,2 L
Sd = 129 cm^2
Pegel = 86 dB (2,83V; 1m)
P = 50 W
Frequenzbereich: …8000 Hz

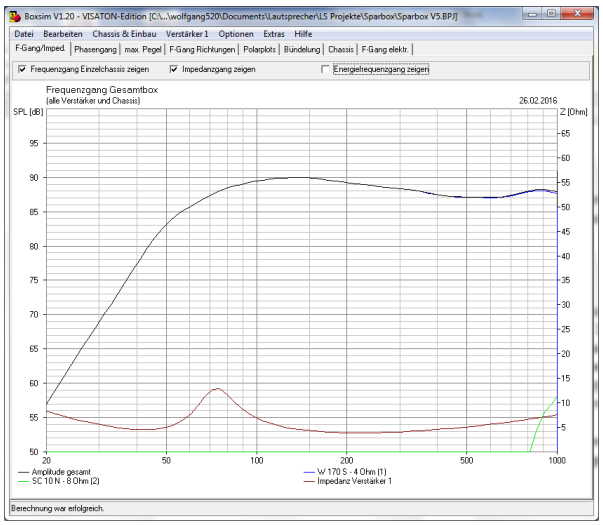
Entsprechend der Herstellerangaben geht der nutzbare Frequenzbereich bis 8 kHz. Bei 5,5 kHz ist jedoch eine derartig starke Resonanz feststellbar, die einen hochwertigen Einsatz in diesem Bereich ausschließt.

Die Gehäuseberechnung

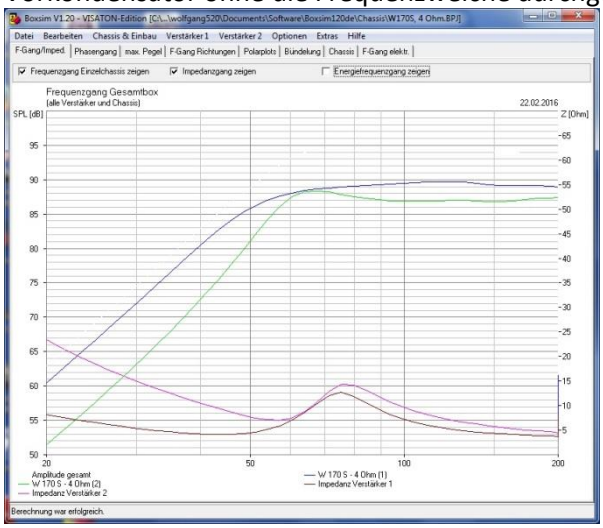
Wie bereits erwähnt nutzen wir die GHP Methode. Folgen wir der Berechnungsanleitung aus der Zeitschrift Hobby HiFi (Heft 1/2006), dann kann mittels Hochpasskondensator das Gehäusevolumen auf 10 L reduziert werden.

Die Frequenzweiche

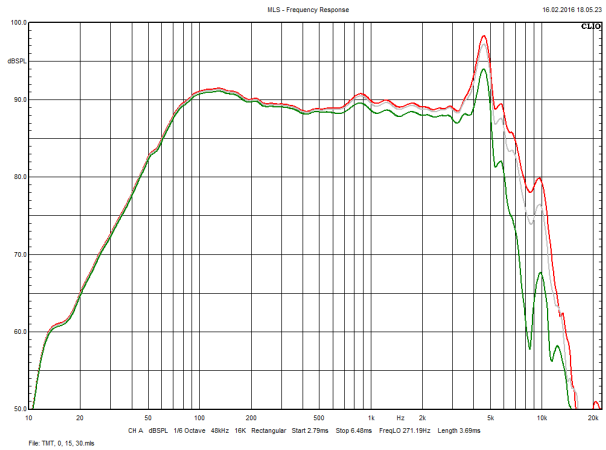
Der berechnete Wert für den Hochpasskondensator beträgt 940 uF. Leider zeigt sich bei der Simulation mit Boxsim, dass der Wert von 940 uF im Zusammenwirken mit einer 12 dB/Okt. Weiche doch nicht so günstig ist. Bei ca. 130 Hz ist ein Berg im Frequenzgang zu sehen. Der 3 dB Punkt wandert in Richtung höherer Frequenzen und findet sich bei ca. 70 Hz, abweichend von der Berechnung, die uns 56 Hz verspricht.



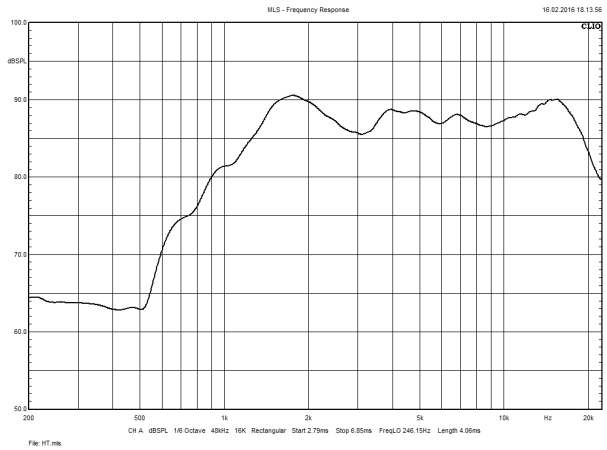
Nach längerem Probieren ergibt sich ein optimaler Wert von 470 uF, bei dem unser Frequenzgang mit der Rechnung übereinstimmt.
Was ist hier schief gelaufen? Um dies herauszufinden haben wir die Simulation mit dem Vorkondensator ohne die Frequenzweiche durchgeführt.



Die Kurven zeigen den Frequenzgang mit unterschiedlichen Vorkondensatoren an.
Blau – 940 uF Grün – 470 uF.
Hier stimmt die Berechnung, die blaue Kurve zeigt exakt den besseren Tieftonfrequenzgang auf.
Daraus leitet sich nur eine Erkenntnis ab, dass es eine Wechselwirkung des Vorkondensators mit den anderen Bauteilen der Frequenzweiche gibt, die berücksichtigt werden muss.
Die weitere Gestaltung der 12 dB Frequenzweiche ist unkompliziert. Nur die richtige Wahl der Trennfrequenz ist in diesem Fall wichtig.
Die Chassis weisen nämlich recht starke Eigenresonanzen auf:
W 170S, 4 Ohm



SC 10N



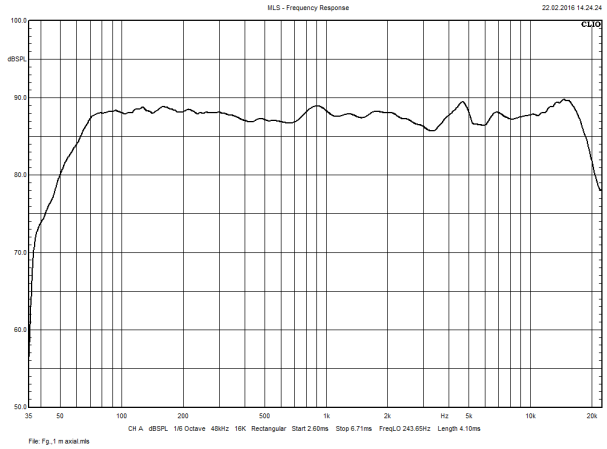
Die Trennfrequenz wurde auf 3,0 kHz festgelegt. Eine geringere Trennung lässt das Hochtonchassis nicht zu und bei höherer Trennfrequenz kommen wir in den Bereich der Membranresonanz des W 170S.

Technische Daten der Lautsprecherbox

Prinzip:	GHP
Nennimpedanz:	4 Ohm
Belastbarkeit:	50 W
Übertragungsbereich:	50…20000Hz (-8dB)
Kennschalldruck:	86 dB
Maximalpegel (1m):	105 dB (zwischen 100 Hz…20000 Hz)
Empfohlene Raumgröße:	6…20 qm
Gewicht:	5,8 kg
Abmessungen (HxBxT):	340 mm x 220 mm x 220 mm
Nettovolumen:	10,0 Liter
Material:	Multiplex, 20 mm

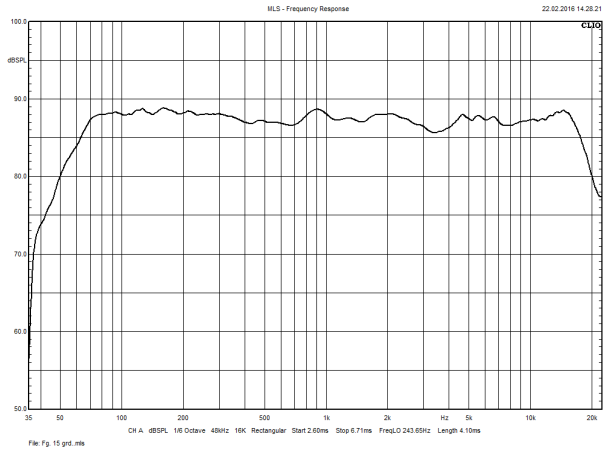
Messungen

Der Frequenzgang stellt sich ausgewogen dar.

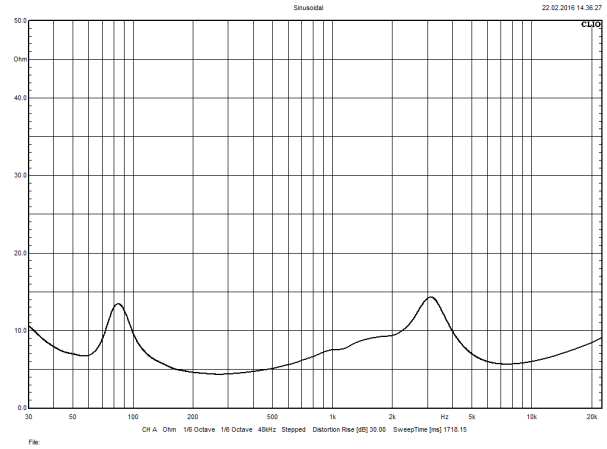


Die Welligkeit im Frequenzgang deutet auf Kantendiffraktion hin. Eine Rundung oder Fase an den Gehäusekanten würde eine Verbesserung bringen. Da das Gehäusekonzept jedoch unkompliziert bleiben sollte, haben wir in diesem Beispiel darauf verzichtet. Ebenso wird durch leichtes horizontales Anwinkeln der Frequenzgang begradigt.

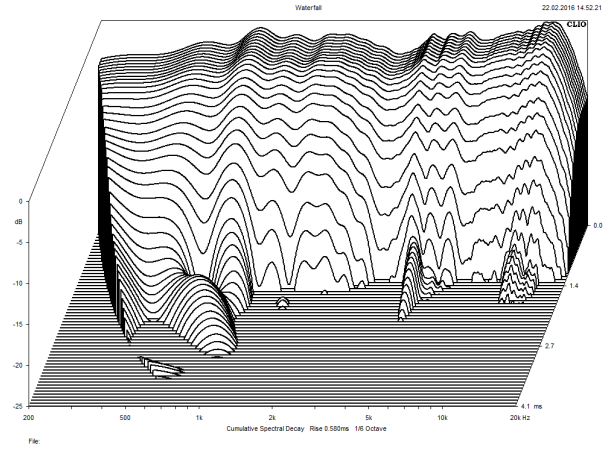
Anbei der Frequenzgang unter einem Winkel von 15 grd.



Impedanz



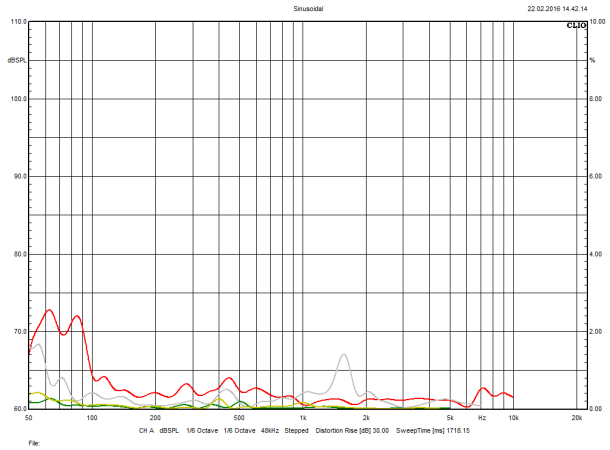
Wasserfall



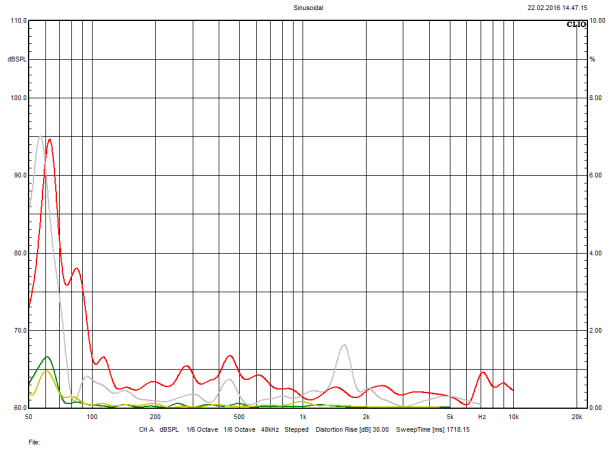
Klirrfaktor

Rot – K2
Weiß - K3
Grün - K4
Gelb - K5

Klirrfaktor 90 dB



Klirrfaktor 95 dB



Fazit:

Für einen Lautsprecher dieser Preisklasse sind die Messwerte unerwartet gut. Bis auf den leicht welligen Frequenzgang, der seine Ursache auch in der einfachen Gehäusegestaltung hat, finden wir ein Wasserfalldiagramm mit geringen Resonanzen und Klirrfaktoren, die durchschnittlich unter 1% liegen.

Interessant ist der Impedanzanstieg des Tiefmitteltöners unterhalb der Resonanzfrequenz, ein typisches Zeichen für GHP Konstruktionen.