

Forenbox Team Berlin

im Hifi-Forum.de

Auf dieser Seite werden Zug um Zug alle Infos zur **Forenbox Team Berlin** der **Hifi-Selbstbau-Gruppe Berlin** veröffentlicht.

Stand

- 04.10.2011: Planungsphase
- 13.10.2011: Finanzierung ist abgeschlossen
- 23.10.2011: Beginn der Arbeiten am Testgehäuse
- 30.10.2011: Beginn der Arbeiten am Mitteltonhorn und der elektrischen Vermessung der Tieftöner Bassbox mit Chassis
- 06.11.2011: Weiterbau der Testgehäuse
- 20.11.2011: Erste elektrische und akustische Vermessung aller Chassis
- 04.12.2011: Bau der neuen Varianten und Vermessungen des Horns
- 11.12.2011: Entwicklung der Frequenzweiche

Die Projektteilnehmer

Aufgabenverteilung

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • A_Abraxas • DavidH83 • Demented_are_go • (exilist) • Hansi • hugaduga • Ichundich • joltec • Josee • Kordeljierenadler • not0815 • sayrum | <ul style="list-style-type: none"> • Kassenwart/Finanzverwalter/Einkäufer: <i>A.Abraxas</i> • Projektkoordinator: <i>not0815</i> • Holzwürmer: <i>Ichundich, Demented_are_go, exilist</i> • Dokumentation: <i>DavidH83, Hansi, exilist</i> • Aufbereitung der Konstruktionspläne: ??? • Entwicklung, Abstimmung und Weichenentwicklung: <i>not0815, DavidH83, Sayrum</i> • Produktionsorte: <i>Werkstatt Ichundich</i> |
|--|---|

Das Projekt

Mit einem maximalen Budget von 500,- EUR wird das Team ein Paar große 3-Wege Boxen mit 38-Zentimeter Tieftöner, einem DIY-Mitteltonhorn mit 13-Zentimeter-Treiber und Hochtonhorn realisieren. Ziel des Projekts ist eine wirkungsgradstarke Box mit gleichzeitig sehr gutem Klang zu erstellen. Zur besseren Tieftonwiedergabe werden die Boxen durch eine kleine DIY-Bassentzerrung unterstützt. Das Projekt wird so einfach wie möglich gehalten, um den Nachbau auch mit einfachen Bastlermitteln zu ermöglichen.

Die Bestückung

- Tieftöner: [A&D R1530](#)
- Mitteltoner: [Truvox 0510](#)
- Hochtöner: [Selenium ST-322](#) (Monacor MHD-190)

Die Gehäuse:

- Tiefton: [Tieftongehäuse 90 L mit TL-Resonator](#), (1. Entwurf TL-Resonator 100l)
- Mittelton: [DIY-Horn + CB](#), (1. Entwurf DIY-Horn + CB)
- Hochton: In Schallwand integriert

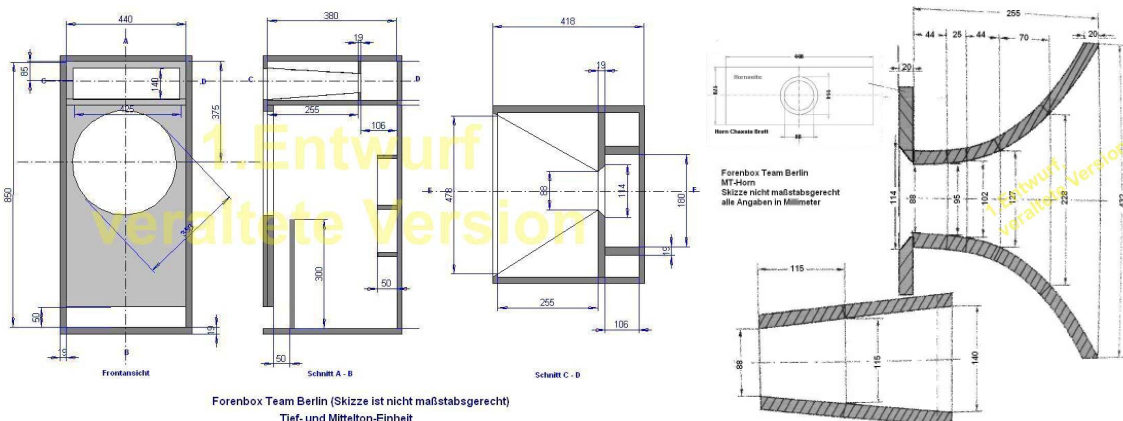
Die Weiche und Elektronik:

- passive akustische Linkwitzfilter 4. Ordnung, in Planung
- [aktive Bassentzerrung](#), in Planung

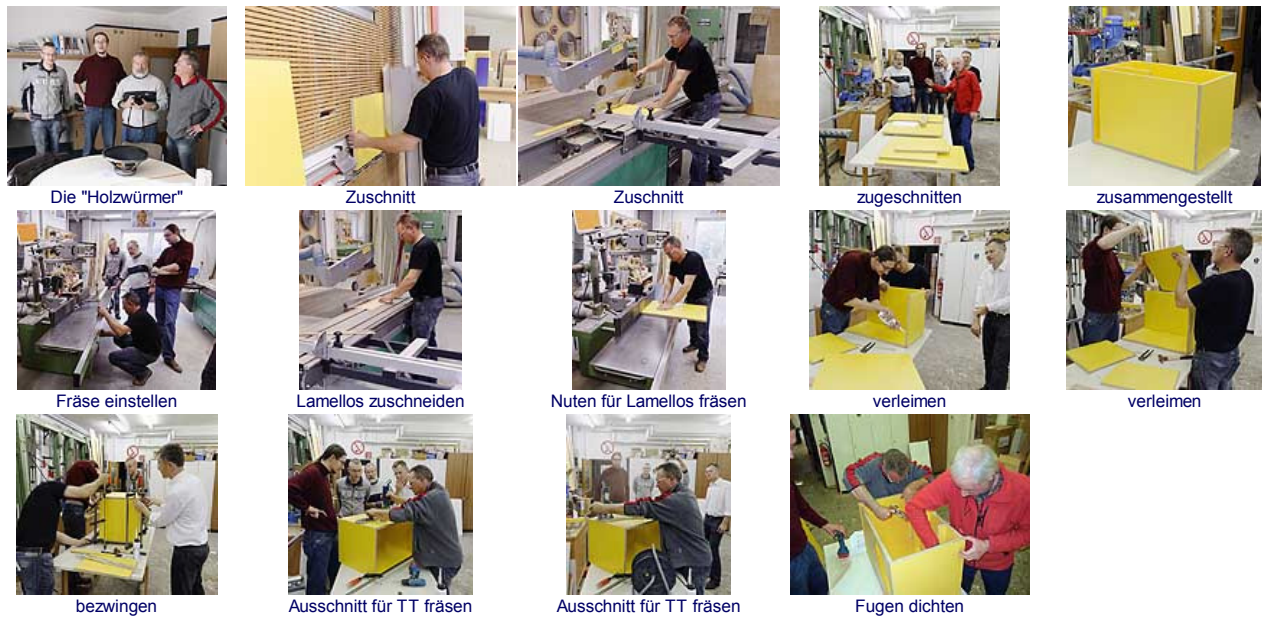
Projekttagbuch

[Zum Zoomen auf die Fotos klicken](#)

Erste Entwürfe des Bassgebäuses und des DIY-Mitteltonhorns.



- 23. Oktober 2011: Beginn der Arbeiten an den Testgehäusen



- Heute am 30.10.2011 ging's bei uns wieder weiter. Wir haben uns dem Mitteltonhorn gewidmet und die Tieftöner elektrisch vermessen.

Die Wölbung der Seitenteile unseres Mitteltonhorns sollen mit Biege-MDF realisiert werden. Für Deckel und Boden verwenden wir dann normale MDF Platten (bzw. beschichtete Spanplatte für die Probegehäuse). Da die Form recht genau eingehalten werden muss, haben wir uns für den Hornverlauf eine Schablone aus HDF gebastelt.



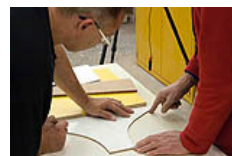
Zuerst wurde die Schablone grob ausgesägt..



...um sie dann mit dem Bandschleifer exakt in Form zu bringen.



Das geht auch mit Stichsäge und Schleifpapier, aber so hat's auch geklappt



Anhand der genauen Schablone wurde dann der Hornverlauf auf Spanplatten übertragen...



...an die sich dann wiederum das Biege-MDF schmiegen dürfte.



Da einfacher Holzleim zur Befestigung der Hornseitenteile auf dem Boden aufgrund der Beschichtung der Spanplatten...



...ausschied, wurde das Biege-MDF mit einem Zweikomponentenkleber aufgeklebt.

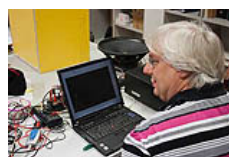


Warten das die Verklebung aushärtet

Wie gut das geklappt hat müssen wir mal schauen. Die Packungsangabe, dass das Zeug nach einer Stunde ausgehärtet ist stimmte jedenfalls schon mal nicht.

Während wir gewartet haben, dass der Kleber aushärtet haben wir aber natürlich nicht nur Däumchen gedreht. Es gab schließlich noch ein Tieftönerpärchen zu vermessen.

Einmal galt es verlässliche TSP zu ermitteln, da wir uns nicht auf die Angaben des Herstellers verlassen wollten. Zur Bestimmung der bewegten Masse sollte die Membranmasse mittels eine bekannten Knetmasse gezielt erhöht werden und aus der Differenz der Resonanzfrequenzen (mit und ohne Knete) sollte die Masse berechnet werden. An die Knete wurde zwar gedacht sie mit in die Werkstatt zu bringen aber nicht an eine Briefwaage um das Gewicht der Knete exakt zu messen. Aber als echte Bastler haben wir etwas improvisiert und statt der Kante zwei 2 Euro Stücke, deren exaktes Gewicht wir im Internet nachgeschlagen haben, mit etwas Knete an der Dustcap befestigt und damit die TSP ermitteln.



Check des Mess-Equipment



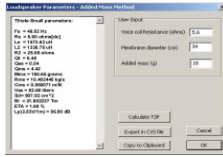
1. TSP-Messung



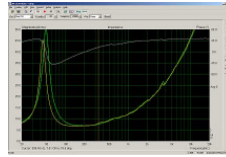
2. TSP-Messung



Ergebnis des 1.Tieftöners



TSP 2.Tieftöner.



Freiluft-Impedanz beider Tieftöner

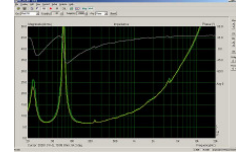


TT-Probegehäuse

Die ermittelten TSP beider Tieftöner weichen auf den ersten Blick deutlich von einander ab, wobei der 2. Tieftöner dichter an den Herstellerdaten liegt. Bei genauer Betrachtung der Daten relativieren sich aber die Abweichungen. Die Ursache für die Abweichungen in den TSP liegen in einer etwas unterschiedlichen Nachgiebigkeit der Membranaufhängungen der Exemplare. Der Funktionsverlauf beider TS-Parametersätze ist jedoch dennoch fast identisch. Dies führt dazu, dass trotz Abweichungen der TSP das Gehäuse-Alignment nahezu gleich bleibt. Die Abstimmung entspricht der auf Basis der Herstellerdaten errechneten, d.h. bei gegebener Gehäusegröße ist das Gehäuse-Alignment auch für beide Treiber im Gehäuse gleich.



Messung des 1.Tieftöners

...und des 2.Tieftöners
im Gehäuse......zur Kontrolle
der Dimensionen des TL-Resonators...

...und ...

...siehe da: Das Alignment passt mit beiden Tieftönern fast optimal, die Gehäuseberechnung war korrekt! Die Fb der Gehäuse-Chassis-Kombination wurde zuvor auf 38 Hz berechnet und liegt nun bei tatsächlichen 37.8 Hz, Punktlandung!

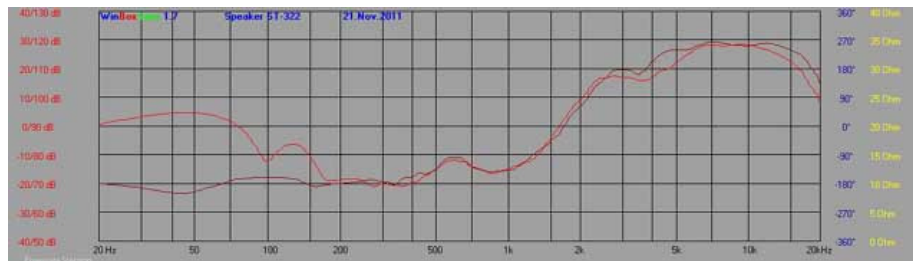
Alle Details zu den Chassisdaten werden im Rahmen der umfangreichen Messung zur späteren Weichenentwicklung veröffentlicht.

Da das Mitteltonhorn nicht fertig wurde, haben wir die akustische Vermessung der Mitteltöner mit Horn und auch der Tieftöner auf die nächsten Aktionstage verschoben.

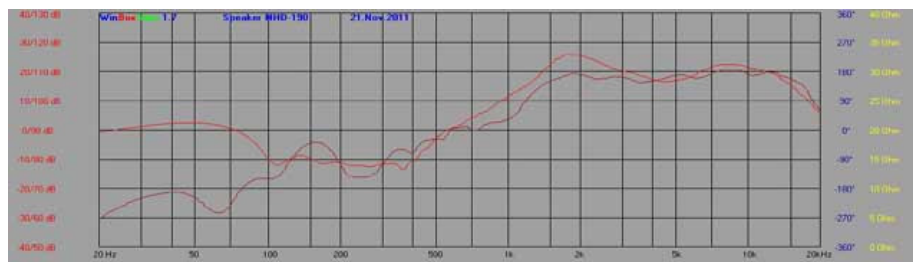
- Gestern am 20.11.2011 war der erste richtig Tag der Wahrheit: Die Messungen der Chassis im Gehäuse.

Der Bass ist ein echter Volltreffer. Das berechnete Gehäuse passt perfekt zum Treiber, TL-Port und Chassis ergänzen sich ideal und auch der FG ist bis 1000 Hz sehr ordentlich. Die FG-Grafiken (Nah- und Fernfeldmessung von Chassis und Port) sind noch nicht aufbereitet. FG wird nachgereicht.

Im Hochtonzweig fiel die Entscheidung eindeutig zugunsten der Selenium ST-322 aus, da der FG sowohl auf Achse als auch unter 45 Grad sehr gleichmäßig ist. Der MHD-190 wird aufgrund seiner starken Abweichung und der Pegelüberhöhung zwischen 1 -3 kHz unter 45 Grad deutlich schwieriger und aufwendiger zu beschalten sein. Der Preisvorteil des MHD-190 gegenüber dem ST-322 verpufft damit. Und auch die klanglichen Qualitäten des MHD-190 (giftig) haben viele von uns auch in anderen Kombis nicht wirklich überzeugt. Damit war der MHD-190 endgültig aus dem Rennen



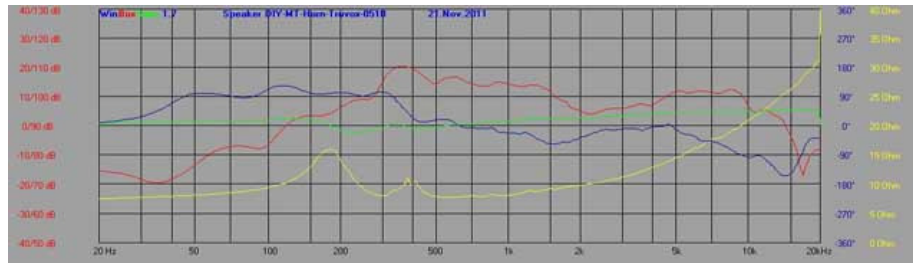
Selenium ST-322: 0°, 45° horiz.



Monacor MHD-190: 0°, 45° horiz.

Und nun zum DIY-Mitteltonhorn

Zu unserer großen Überraschung zeigt das (erste) MT-Horn mit dem Truvox einen recht merkwürdigen Frequenzgang.

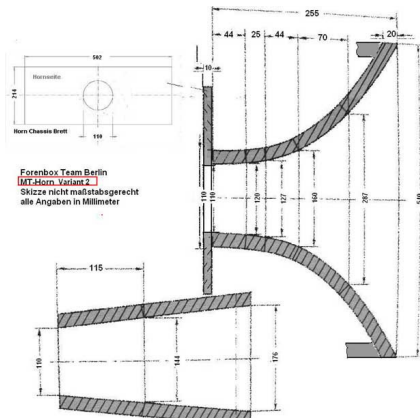


Pegel auf Achse, akustische Phase, Impedanz, elektrische Phase

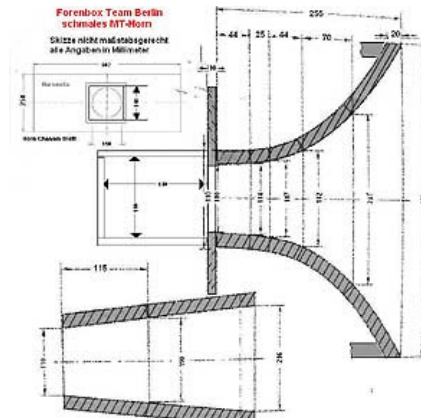
Eigentlich war nach den Berechnungen und Simulationen zu erwarten, dass der Frequenzgang von ca. 400-5.000 Hz mit leicht abfallender Tendenz aber halbwegs gleichmäßig verlaufen würde. Der Frequenzgang des Horn zeigt nun jedoch einen etwas höheren Pegel im unten Bereich als erwartet und dazu einen recht deutlichen Pegelbruch von ca. 5-6 dB um 2,5 kHz.

Zum Ende der Wochen werden wir noch mal den Truvox mit dem von A_Abraxas gebauten MT-Horn (das zu 99% dem Entwurf entspricht) vermessen und dann die Ergebnisse mit dem etwas schlampig gebauten und im Aufbau doch etwas abweichenden Horn der "Holzwürmer" vergleichen. Ferner werden wir das Horn auch mit anderen Treibern vermessen und auf sonstige Ursachenforschung (Hornhals, Kammer etc) für den wenig schönen Frequenzgang gehen.

- Das MT-Horn wurde nun zu heute (4.11.2011) noch mal berechnet und neu konstruiert. Zweiter und dritter Entwurf des DIY-Mitteltonhorns.



breites MT-Horn



schmales MT-Horn

Für die gegebene Membranfläche des Truvox war das erste Horn (respektive der Hornhals) zu klein. Da wir uns nicht einigen waren, welche Horngeometrie besser zur Optik der Gesamtbox passen würde (breit und flach oder schmal und hoch), haben wir probeweise zwei verschiedene Aufbauarten gerechnet. Der Hornverlauf ist bis auf vernachlässigbare Abweichungen bei beiden Hörnern gleich, lediglich die Form der Mundöffnung (und dementsprechend der Verlauf der Hornwände) wurden einmal als breites Horn (540x180) und einmal als schmaleres höheres Horn (440x220) entworfen.

Ichundich und A-Abraxas haben heute nun auch die 3. neue Variante des MT-Horns (540x180) gebaut.



neue breite Variante des MT-Horns (540x180)



neue smalle Variante des MT-Horns (440x220)



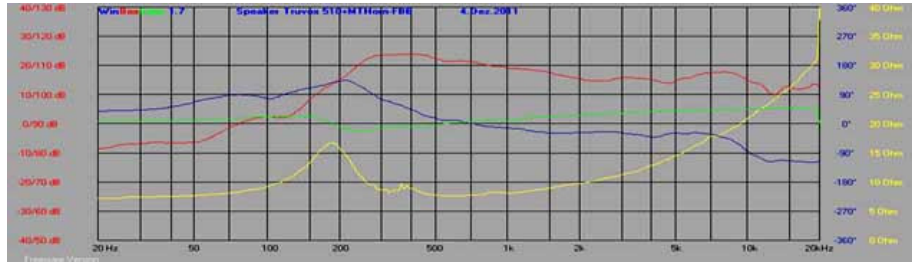
Messaufbau schmales MT-Horn

Anschließend wurde dann das 2. neue MT-Horn in der schmalen Variante (440x220) - das A-Abraxas bereits im Laufe der Woche gebaute hatte - mit dem Truvox 510 als Treiber gemessen.



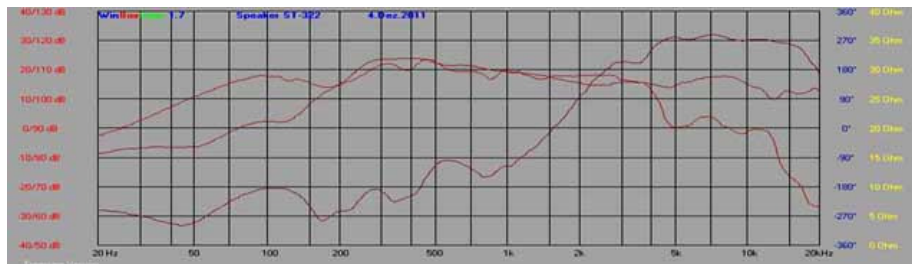
Kurzes Fazit zum neuen schmalen MT-Horn:

Die schmale Version des Horns macht was es soll und es sieht auch noch gut aus. Das Holzwerk von A-Abraxas könnte so ohne weiteres in die endgültige Box eingebaut werden, Super Arbeit!



neue schmales MT-Horn (440 x 220) mit Truvox 510 Pegel auf Achse, akustische Phase, Impedanz, elektrische Phase

Es folgten dann noch einmal die Vermessungen der anderen Chassis im Gehäuse unter Beachtung der geplanten Anordnung.



aller Chassis des Box ohne Weiche

Der Pegel ist bei all diesen Messung um ca. 10 dB gegenüber 2,83V/m aufgrund der gewählten Messeinstellung erhöht. Unterhalb von 300 Hz sind die Messungen wegen der sich nicht vollständig ausblendbaren Raumeinflüsse nicht völlig korrekt. Bei ca. 200 Hz wies der "Messraum" eine sehr starke Raumresonanz auf, die selbst in der Nahfeldmessung noch zu sehen ist. Die Messung des TT fällt unter ca. 70 Hz ab, da sie sich nur aus einer Nahfeld-Messung vor der Membrane und einer in 1m zusammensetzt. Die Messung der TL-Öffnung konnte wegen eines später entdeckten Fehlers berücksichtigt werden konnte. Da dieser Frequenzbereich für die FW-Entwicklung aber kaum relevant ist, können wir dennoch mit den gewonnenen Daten arbeiten. Sobald es das Wetter erlaubt (kein Regen und kein Wind), werden die Chassis im Gehäuse und Horn nochmals im Freien gemessen.

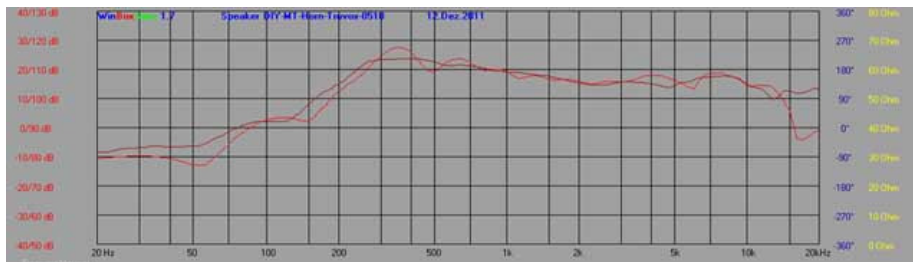
Somit liegen nun alle erforderlichen Daten zur Entwicklung der Frequenzweiche vor. Die Entwicklung eines Weichenentwurfs kann nun auf der Basis dieser Messung mit WinBoxSimu in Angriff genommen werden.

Da beim neuen breiten MT-Horn der Kleber noch nicht abgebunden war, musste die Messung dieses Horns auf einen der nächsten Aktionstage verschoben werden. Sollte auch dieses Horn gut funktionieren, müssen wir entscheiden, welches der Hörner in der Forenbox des Team Berlin zum Einsatz kommen soll.

- Nach einer größeren Umzugsaktion von der Werkstatt in die Privaträume eines Projektteilnehmers konnte nun heute (11.12.2011) auch das zwischenzeitlich im Rohbau fertiggestellte **zweite neue (breite) MT-Horn vermessen** werden. Bis auf leichte Abweichungen (insbesondere in der vertikalen Abstrahlung) entspricht die Wiedergabekurve dem des zuvor gemessenen schmalen MT-Horn.



schmales MT-Horn

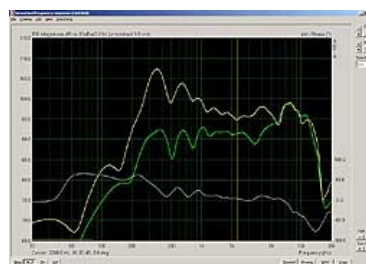


schmales, breites MT-Horn



breites MT-Horn

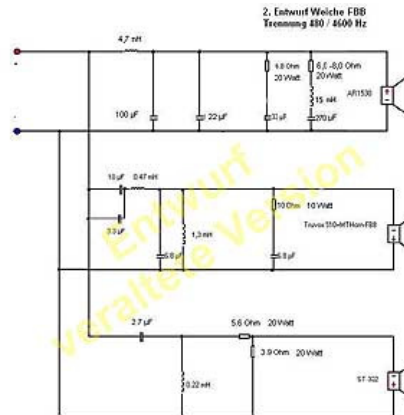
Da das schmale Horn besser zu den Gehäusemaßen der Tieftonabteilung passt, werden wir nun auch endgültig die schmale Variante des DIY-MT.Horn verwenden. Dieses Horn steigert den Wirkungsgrad des Truvox 510 Mitteltöners um ca. 6-18 dB. Ein weiterer Effekt ist eine enorme Hubentlastung des Mitteltontreibers, was dem Klirrverhalten und dem Maximalschalldruck deutlich zugute kommen wird.



Truvox 510 in CB auf SW 15x15 cm, Truvox 510 + MT-Horn

Der Frequenzgang steigt zwar zu niedrigeren Frequenzen um etwa 3-6 dB/Oktave an, dies lässt sich aber sehr leicht mit der Frequenzweiche korrigieren. Letztendlich verbleibt ein nutzbarer Schalldruckgewinn von ca. 5-6 dB im Bereich zwischen ca. 350 Hz bis 5 kHz.

Nachdem nun alle Chassis elektrische und akustischen vermessen wurden, haben wir diese Messdaten in [WinBoxSimu](#) eingelesen und einen ersten Weichenentwurf simuliert. Der Mitteltöner mit dem DIY-MT-Horn begrenzt die untere Übernahmefrequenz auf ca. 500 Hz und der Selenium Schlitzstrahler ist erst ab ca. 4,5 kHz ankoppelbar. Mit diesen Vorgaben wurde versucht eine Weiche mit akustischen Linkwitzfiltern 4.Ord. zu realisieren. Da wir aber nur ein knappes Budget haben, müssen wir auch die Kosten im Blick behalten. Hierbei ergab sich folgender Entwurf.



simulierter Weichenentwurf

Es folgte der praktische Aufbau der simulierten Weiche.



Nun stand die FBB das erstmalig betriebsbereit vor uns, zwar nur eine Box aber alle waren dennoch gespannt auf die ersten Höreindrücke, natürlich in Mono. Alle Anwesenden waren schon nach den ersten Takten von der Lebendigkeit und Dynamik der Box begeistert. Es erstaunte wie gut die auf Messdatenbasis simulierte Weiche schon funktionierte. Es fiel jedoch auf, dass der Box etwas an Grundtonwärme fehlte, die oberen Mitten klangen etwas nasal und die Höhen schienen etwas aggressiv.

Also kurzer Hand wieder den Messsklaven aktiviert. Bereits die ersten Messungen brachten Licht ins Dunkel. Im Bereich der Übernahmen (ca. 500 Hz und ca. 5000 Hz) zeigten sich mehr oder weniger deutliche Einbrüche. Von 350 Hz - 600 Hz brach der Frequenzgang um ca. 4-6 dB und von 4 kHz - 6 kHz um ca. 3 dB ein.

Zunächst nahmen wir uns der untern Senke an. Als Ursache wurde zunächst eine ungünstige Phasenlage zwischen dem Tieftöner und der MT-Horn vermutet. Um dies zu klären wurde der Tieftön- und der Mitteltonzweig jeweils einzeln mit Weichenzweig gemessen. Der Frequenzgang des Mitteltonbereich verlief genau wie in der Simulation berechnet, -6dB bei 500 Hz mit einer Flankensteilheit von 24 dB/Okt.. Der Tieftonzweig zeigte jedoch ein gegenüber der Simulation recht stark abweichendes Verhalten. Statt eines Linkwitz-TP-Verhalten bei 500 Hz, lag der Eckpunkt bereits bei ca. 300 Hz und bei 500 Hz war der Pegel schon um ca. 14dB abgesunken. Eine falsche Phasenlage schied somit als alleinige Ursache für den Einbruch im Übernahmereich aus, obwohl auch die Phase der Tieftonbox gegenüber dem Soll etwas verschoben war.

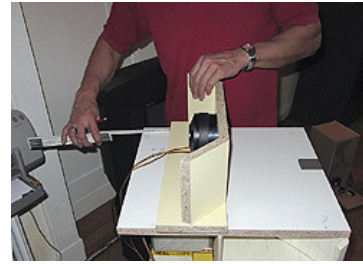
Da die Simulation auf Basis der im Gehäuse gemessenen Impedanz- und Pegelfrequenzgänge erfolgte haben wir eine fehlerhafte Dimensionierung der Tiefpassbauteile nicht in Erwägung gezogen und statt dessen etwaige parasitäre Abstrahlungen über den TL-Kanal vermutet. Denn die Lambda-Viertel-Abstrahlung des Kanals liegt bei ca. 240 Hz, die erste Oberwelle bei ca. 460 Hz. Dies ist deutlich auf dem Impedanzfrequenzgang der unbeschalteten Tieftonbox zu sehen. Aber das Verschließen der Reflexöffnung des Tieftongehäuses brachte keinerlei Änderung. Also wurde nun doch die Dimensionierung der Bauteile des Tiefpassfilters versuchsweise angepasst. Die Änderung der Drossel auf 3,3 mH und des Kondensators auf 100 µF ließ die Wiedergabekurve der Tieftonbox dann so wie gewollt bis zur Übernahme durch den Mitteltöner verlaufen.

Entweder waren die Messungen der Tieftonbox durch die Einflüsse des Messraumes in der Werkstatt so stark tangiert oder die Integration der Nah- und Fernfeldmessungen war fehlerhaft, so dass mit diesen Messdaten keine völlig fehlerfrei Simulation der Tieftonweiche möglich war.

Ein Verzicht auf die Impedanzentzerrung des Tieftöners war nicht sinnvoll. Die Impedanz des Tieftöners im unteren Frequenzbereich zeigt zwei deutliche Resonanzen. Die Resonanzen bei ca. 25 Hz und 75 Hz sind dabei das elektrische Abbild der schwingenden Masse des Tieftöners die von der gegenphasigen Resonanz hier des TL-Kanals (Reflex-Kanals) überlagert wird und so zu der häufig zu sehenden "Kamelhöcker-Impedanz" führte. Oberhalb dieser oberen Resonanzfrequenz zeigt der Impedanzverlauf ein sog. kapazitives Verhalten, d.h. zu höheren Frequenz nimmt der Scheinwiderstand wie bei einem Kondensator ab. Diese Kapazität und die hierzu in Reihe liegenden Drosselspule des Tiefpasses bilden nun einen Schwingkreis mit hoher Güte und einer Mittenfrequenz im oberen Bassbereich. Je nach dem welche Werte die "Bauteile" dieses Schwingkreises annehmen, können sich zum Teil sogar erhebliche Pegelveränderungen im Übertragungsbereich des Tiefpasses ergeben. Durch eine Entzerrung der Impedanz lässt sich dieses Problem in den Griff bekommen. Ein Saugkreis (eine Reihenschaltung aus einem Widerstand, einer Spule und einem Kondensator) parallel zum Tieftöner kann die Impedanzüberhöhung ausgleichen. Dazu ist jedoch für jede Resonanz ein eigener speziell abgestimmter Saugkreis erforderlich. Für die obere Resonanz bei ca. 75 Hz führt der folgende Saugkreis (6,8 Ohm, 15 mH, 270 µF) schon zu einer sehr guten Glättung der oberen Bassresonanz und somit zu einer hinreichend linearen Lastimpedanz. Ohne diese Glättung der Impedanz buckelt der Pegelfrequenzgang zwischen 70 Hz und 180 Hz um bis zu 8 dB auf. Die Basswiedergabe ist ohne Saugkreis nicht nur besonders "vorlaut", sondern auch recht unpräzise. Das zusätzlich zum Tieftöner liegende Zobelglied (Kondensator und Widerstand in Reihe) sorgt für die Linearisierung

des durch die Schwingspuleninduktion hervorgerufenen Impedanzanstiegs oberhalb des Grundtonbereichs. Ohne die Entzerrung müsste die erforderliche Tiefpassspule deutlich größer ausfallen (Kosten!). Ferner liegt der Funktionsverlauf des Tiefpassfilters mit Zobelglied dichter am gewünschten.

Die anschließende Vermessung des Hochtöners mit der in der Simulation ermittelten Weiche ergab auch keine wesentlichen Abweichung. Die Flanken des Hochtöners und des MT-Horn verliefen wie sie sollen. Ursache für den Pegel einbruch konnte damit nur eine ungünstige Phasenlage sein. Ein leichtes verschieben des Hochtöner um ca. 1 Zentimeter und eine erneute Umpolung des Hochtöners ließ die Senke im oberen Übernahmehereich völlig verschwinden.



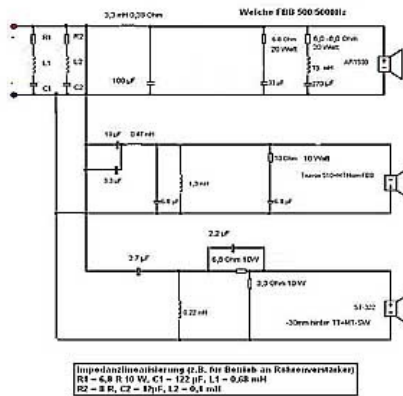
Die nachfolgenden längeren Hörproben bestätigten, dass die zuvor messtechnisch unterstützten Veränderung in die richtige Richtung gingen. Nach weiteren Versuchen ergab sich dann nach und nach die endgültige Schaltung.

Abschließend wurde der Hochtöner versuchsweise um 21 Zentimeter nach vorn gerückt. Die Phasenlage im Übernahmehereich bleibt im wesentlichen erhalten, das Additionsverhalten ändert sich praktisch nicht.



FBB mit korrigierten Hochtönersersatz (Prototyp)

Lediglich der Pegel des Hochtöners musste noch etwas angepasst werden. Durch die Brücke über den Längstwiderstandes des Spannungsteiler mit einen 2.2µF Kondensator zeigte die Box dann auch im obersten Frequenzbereich eine schöne Spritzig- und Lebendigkeit. Der Hochtöner liegt jetzt nur 3 Zentimeter hinter der Bass-MT-Horn-Schallwand was den Aufbau der Box in einen gemeinsamen Gehäuse wesentlich vereinfacht. Nach allem ergab sich dann der folgende (vorerst) letzte Weichenschaltplan.



optimierter Weichenschaltplan

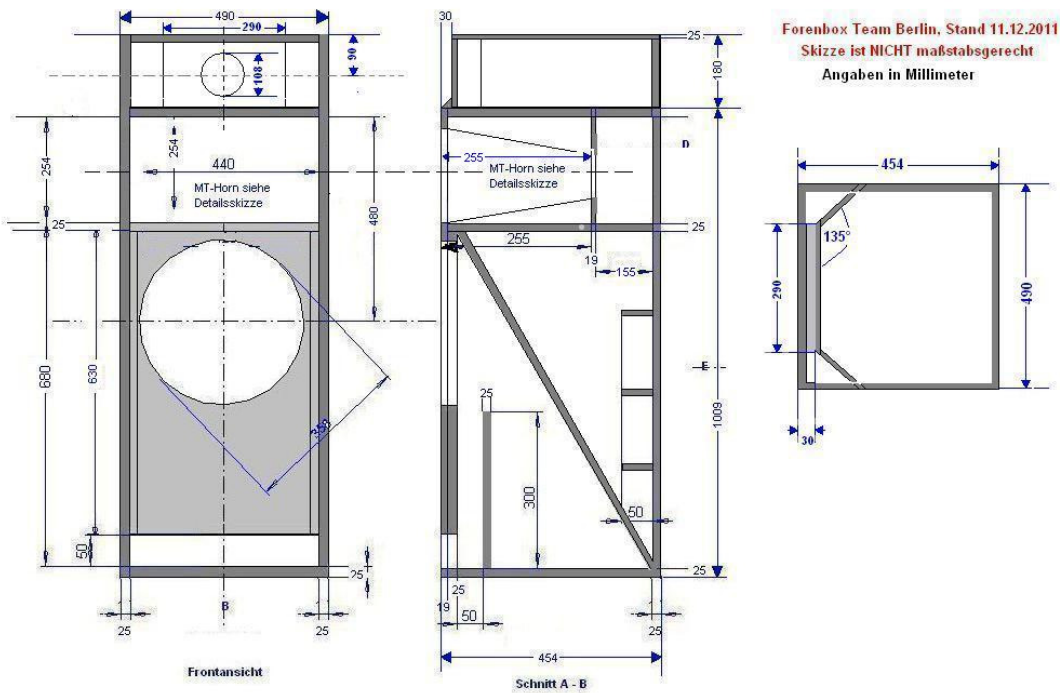
Der Vollständigkeit halber haben wir noch eine Entzerrung der Gesamtlautsprecherimpedanz für die Freunde von Röhrenverstärkern entworfen. Bei Betrieb der Box an Transistorverstärkern sind die auf dem Schaltplan ersichtlichen zwei Saugkreise (L1,L2,C1,C2,R1,R2) **nicht** erforderlich.

Die Kosten für diese Weiche liegen auch noch im Rahmen des Budget. Ab ca. 48,- EUR ist diese Weiche herstellbar.

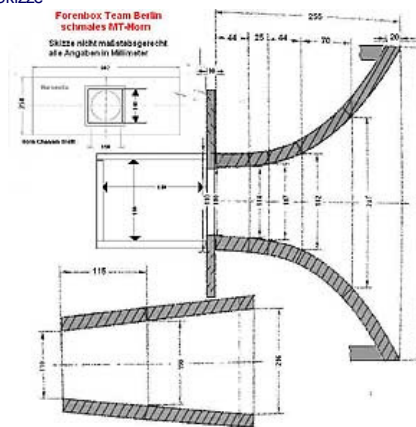
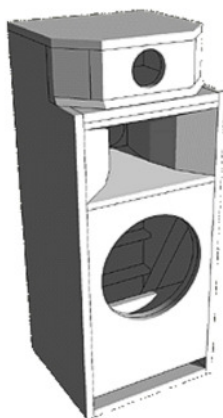
Artikel	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
I 1340980 CO 44_15_050	1 ✓	8.10	8.10 ✗
I 1340154 HQG 56 _ 36 _ 3_30 mH	1 ✓	6.20	6.20 ✗
I 1340252 HQR32_1_50_071	1 ✓	3.70	3.70 ✗
I1340018 LU44_047_100_0_47 mH	1 ✓	5.10	5.10 ✗
I1340009 LU44_022_100	1 ✓	4.40	4.40 ✗
I 1341115 Elko rauh 100_00 µF 100 VDC	1 ✓	2.05	2.05 ✗
I 1341108 Elko rauh 33_00 µF 100 VDC	1 ✓	1.20	1.20 ✗
I 1341119 Elko rauh 220_00 µF 100 VDC	1 ✓	3.25	3.25 ✗
I 1341105 Elko rauh 47_00 µF 100 VDC	1 ✓	1.50	1.50 ✗
I 1341045 Elko glatt 6_9µF _ 50 VAC	2 ✓	1.15	2.30 ✗
I 1341183 MKT radial 2_7 µF 100 Vdc _ 63 Vac	1 ✓	1.35	1.35 ✗
I 1341185 MKT radial 3_3 µF 100 Vdc _ 63 Vac	1 ✓	1.60	1.60 ✗
I 1341189 MKT radial 10_0 µF 100 Vdc _ 63 Vac	1 ✓	3.25	3.25 ✗
I 1341180 MKT radial 2_2 µF 100 Vdc _ 63 Vac	1 ✓	1.15	1.15 ✗
I1342337 WAX10_3_30_5_3_30 Ohm	2 ✓	0.65	1.30 ✗
I1342362 WAX10_10_5_10_00 Ohm	1 ✓	0.65	0.65 ✗
I1342350 WAX10_6_80_5_6_80 Ohm	2 ✓	0.65	1.30 ✗
Total zzgl. Versand und Kosten			EUR 48.40

Weichenkosten

Die vorläufige Gehäusegestaltung ergibt sich somit wie folgt.



Gehäuse-Skizze



Bauskizzen als PDF-Download [hier](#)

Gesamtkosten der Forenbox Team Berlin, Stand 12.12.2011

Artikel	Modell	EUR
Tieftöner	A&D Audio R-1530	80,00
Mitteltontreiber	Celestion Truvox 0510	29,00
Hochtöner	Selenium ST-322	37,50
DIY-MT-Horn	Sperrholz gem. Plan	10,00
Gehäuse	Spanplatte gem. Plan	30,00
Frequenzweiche	E-Bauteile gem. Plan	48,50

Dämmung/Dämpfung	Rockwoll	10,00
Kleinkram	Leim etc.	5,00
Gesamtkosten	pro Box ab	247,00
Optional, elektronische (Stereo)	Basserweiterung <u>E-Teile gem. Plan</u>	ab 25,00

- Die aktualisierten Baupläne werden hier in Kürze veröffentlicht.
- Weiteres demnächst....

Das Forenbox Team Berlin